



# **Suivi environnemental Rapport Annuel 2009 Milieu marin**



**Vale Inco Nouvelle-Calédonie  
Février 2010**

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION 1

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Localisation des points de suivi en milieu marin.....                             | 1  |
| 2. Paramètres suivis et méthodes .....                                               | 6  |
| 2.1 Paramètres physico-chimiques suivis pour la colonne d'eau et les sédiments ..... | 6  |
| 2.2 Paramètres biologiques.....                                                      | 6  |
| 3. Les campagnes de suivi effectuées lors de l'année 2009 .....                      | 7  |
| 3.1 Le suivi physico-chimique.....                                                   | 10 |
| 3.1.1 Objectifs.....                                                                 | 10 |
| 3.1.2 Réalisation .....                                                              | 10 |
| 3.1.3 Paramètres analytiques suivis .....                                            | 10 |
| 3.1.4 Résultats 2009.....                                                            | 12 |
| 3.1.5 Conclusion et commentaires.....                                                | 13 |
| 3.2 Les communautés coralliennes et populations associées.....                       | 13 |
| 3.2.1 Objectifs.....                                                                 | 13 |
| 3.2.2 Réalisation .....                                                              | 14 |
| 3.2.3 Paramètres suivis .....                                                        | 15 |
| 3.2.4 Résultats ; campagne de juin 2009.....                                         | 16 |
| 3.2.5 Conclusion et commentaires.....                                                | 18 |
| 3.3 Les bio indicateurs par transplantation .....                                    | 19 |
| 3.3.1 Objectif.....                                                                  | 19 |
| 3.3.2 Réalisation .....                                                              | 19 |
| 3.3.3 Paramètres suivis .....                                                        | 19 |
| 3.3.4 Résultats.....                                                                 | 19 |
| 3.3.5 Conclusion et commentaires.....                                                | 20 |
| 3.4 Le suivi des sédiments .....                                                     | 20 |
| 3.4.1 Objectif.....                                                                  | 20 |
| 3.4.2 Réalisation .....                                                              | 20 |
| 3.4.3 Paramètres suivis .....                                                        | 21 |
| 3.4.4 Résultats .....                                                                | 21 |
| 3.4.5 Conclusion et commentaires.....                                                | 22 |
| 4. Non-conformités et conclusion globale.....                                        | 23 |

### Annexes

## INTRODUCTION

La surveillance du milieu marin s'effectue sur la base des quatre indicateurs suivants, détaillés dans les fiches ci-après :

- indicateur « physico-chimique » de la qualité de la colonne d'eau de mer ;
- bio-indicateur « état des peuplements récifaux et des poissons associés » ;
- bio-indicateur « bioaccumulation » dans l'environnement sur des organismes cibles transplantés.
- indicateur « géochimie et sédimentologie » pour les sédiments marins;

Elle s'effectue aux niveaux de stations fixes de surveillance (indiquées ci-dessous) et selon les prescriptions réglementaires des arrêtés d'autorisation d'exploiter (de l'usine/ UPM et du port) ainsi que de la Convention pour la conservation de la biodiversité du 20 mars 2009.

## 1. LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI EN MILIEU MARIN

Cartes et coordonnées de localisation de tous les points réglementaires de suivi en milieu marin :

Les points de surveillance des eaux marines : paramètres physico-chimiques.

Arrêté ICPE Usine et UPM du 9 octobre 2008 Annexe X

### Localisation des points de surveillance et fréquence de suivi

| Milieu surveillé      | Intitulé de la station     | Référence | Coordonnées IGN72             | Coordonnées RGNC91            |
|-----------------------|----------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|
| Eaux marines :<br>(2) | Basse Chambeyron           | ST02      | 167° 00.47' E<br>22° 22.24' S | 167° 00.67' E<br>22° 23.59' S |
|                       | Récif pointe Puka          | ST03      | 166° 58.37' E<br>22° 22.21' S | 166° 58.57' E<br>22° 21.24' S |
|                       | Ilot Kié                   | ST05      | 167° 03.66' E<br>22° 22.22' S | 167° 03.86' E<br>22° 22.32' S |
|                       | Récif de la baie Kwé       | ST06      | 166° 58.85' E<br>22° 20.93' S | 166° 59.05' E<br>22° 20.76' S |
|                       | Récif Ioro                 | ST07      | 166° 57.30' E<br>22° 22.23' S | 166° 57.50' E<br>22° 23.10' S |
|                       | Canal de la Havannah A29   | ST09      | 166° 59.42' E<br>22° 22.35' S | 166° 59.62' E<br>22° 22.18' S |
|                       | Pointe Nord récif Ma       | ST13      | 166° 51.22' E<br>22° 25.10' S | 166° 51.42' E<br>22° 24.93' S |
|                       | Récif Touémo               | ST14      | 167° 00.65' E<br>22° 20.40' S | 167° 00.85' E<br>22° 20.23' S |
|                       | Embouchure Creek baie Nord | ST15      | 166° 52.35' E<br>22° 22.21' S | 166° 52.55' E<br>22° 20.36' S |
|                       | Port de Prony              | ST16      | 166° 52.35' E<br>22° 22.21' S | 166° 52.55' E<br>22° 20.36' S |
|                       | Ilot Casy                  | ST18      | 166° 50.87' E<br>22° 22.22' S | 166° 51.07' E<br>22° 21.80' S |
|                       | Bonne Anse                 | ST19      | 166° 53.15' E<br>22° 23.02' S | 166° 53.35' E<br>22° 22.85' S |
|                       | Baie Tioaré                | ST20      | 166° 48.86' E<br>22° 25.59' S | 166° 48.06' E<br>22° 25.42' S |

## Les points de surveillance des eaux marines

### Arrêté ICPE des Installations portuaires du 13 juillet 2007

#### Annexe II

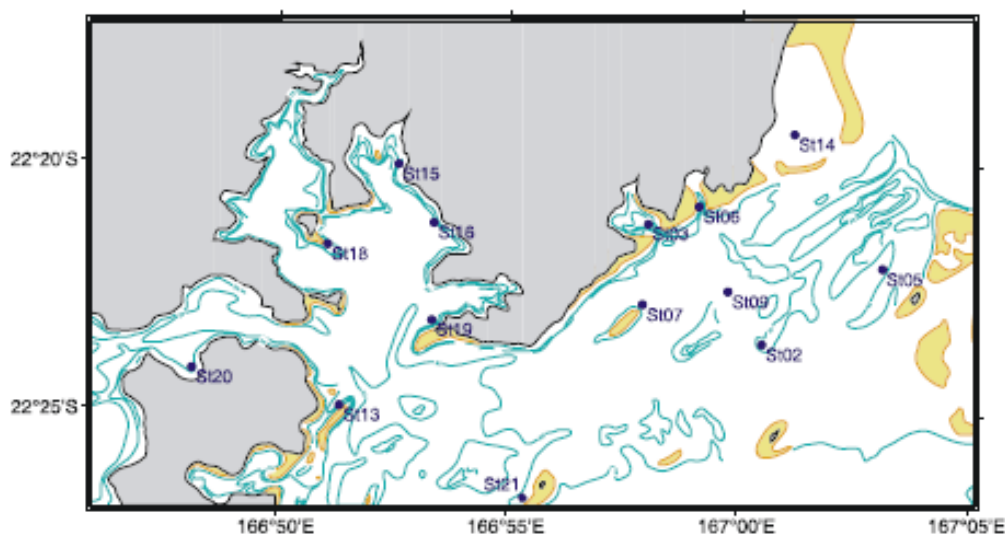
- Point 1(port – site B) : 166° 53'34,6" E - 22° 21'18,6" S
- Point 2(Ilot Casy) : 166° 51'9" E - 22° 21'41" S
- Point 3(Pointes des pins – canal Woodin) : 166° 51'18" E - 22° 22'35" S

Suite aux résultats des études sur le comportement, la dispersion et les effets biologiques des effluents industriels dans le lagon Sud de la Nouvelle-Calédonie menées par l'IRD de Nouméa (après la convention de recherche IRD / Vale Inco 2006 et la modélisation prédictive de la dispersion de l'effluent marin qui a été finalisée en 2009) ; certains réajustements ont eu lieu en concertation avec les spécialistes de l'IRD ; ils ont été validés par la DENV et inscrits dans la Convention pour la protection de la biodiversité entre la Province sud et Vale Inco NC. Les positions des stations pour la caractérisation physico chimique de la colonne d'eau, à partir de 2009, sont indiquées ci-dessous (et ce sont celles qui ont été suivies par l'IRD en 2009).

#### Les points de surveillance des eaux marines : Paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau. Coordonnées des points suivis et cartographie indicative.

Liste et localisation des stations de prélèvement dans la colonne d'eau.

| Stations                | N° | Stations « Colonne d'eau » |             |  | Prof.<br>(m) |
|-------------------------|----|----------------------------|-------------|--|--------------|
|                         |    | Longitude E                | Latitude S  |  |              |
| Basse Chambeyron        | 2  | 167° 00' 506               | 22° 23' 599 |  | 34           |
| Baie Port Boisé         | 3  | 166° 58' 010               | 22° 21' 190 |  | 28.5         |
| Ilot Kié                | 5  | 167° 03' 100               | 22° 22' 050 |  | 33           |
| Récif de la Baie Kwé    | 6  | 166° 59' 112               | 22° 20' 830 |  | 27           |
| Récif Ioro              | 7  | 166° 57' 910               | 22° 22' 820 |  | 38           |
| Canal de la Havannah    | 9  | 166° 59' 754               | 22° 22' 540 |  | 44           |
| Pointe Nord du récif Ma | 13 | 166° 51' 354               | 22° 24' 914 |  | 32           |
| Port de Goro            | 14 | 167° 01' 160               | 22° 19' 350 |  | 35           |
| Prony Creek Baie Nord   | 15 | 166° 52' 590               | 22° 20' 037 |  | 23.5         |
| Prony Wharf             | 16 | 166° 53' 365               | 22° 21' 210 |  | 42.5         |
| Prony Ilot Casy         | 18 | 166° 51' 061               | 22° 21' 668 |  | 19           |
| Rade de l'est           | 19 | 166° 53,340                | 22°23,170   |  | 36           |
| Baie Iré                | 20 | 166° 48,150                | 22°24,150   |  | 24           |
| Ilot Hugo               | 21 | 166° 55'.501               | 22° 26.728  |  | 33.7         |





En août 2009 la station dite « récif Ugo » ST21 a été ajoutée et elle sera suivie sur tous les paramètres physico-chimiques. (Récif Ugo : 166° 55'.501 E et 22° 26.728 33.7 S) ainsi que sur son état de santé écologique.

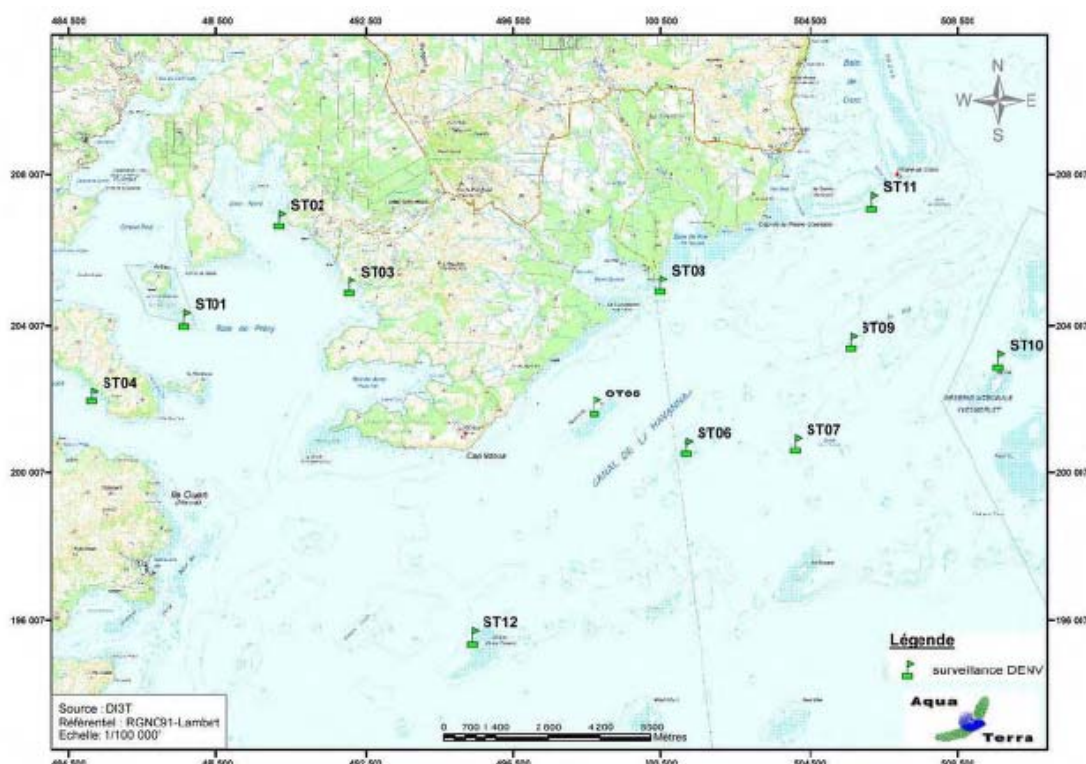
**L'arrêté ICPE des installations portuaires** implique un suivi de la qualité des eaux marines sur 3 stations situées en baie de Prony

Le suivi du port ayant une périodicité plus courte, il fait parfois l'objet d'un rapport spécifique notamment pour la station ST16 dite « du port ».

**Les stations de suivi pour « l'état des peuplements récifaux et poissons associés »** sont au nombre de 12, une station a été ajoutée en juin 2009 : la station ST12 du récif Hugo, elle est indiquée sur la carte ci-dessous.

#### Les points de surveillance des eaux marines : état des peuplements récifaux et poissons associés Coordonnées des points et cartographie

| STATIONS             |                   |    | Coordonnées (RGNC 91) |           |
|----------------------|-------------------|----|-----------------------|-----------|
|                      |                   |    | 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 |



- 7 Stations fixes de suivi éco -systémique dans le Canal de la Havannah,
- 3 dans la Baie de Prony,
- 1 à l'entrée du canal Woodin,
- + 1 nouvelle station inventoriée en juin 2009 : Ugo

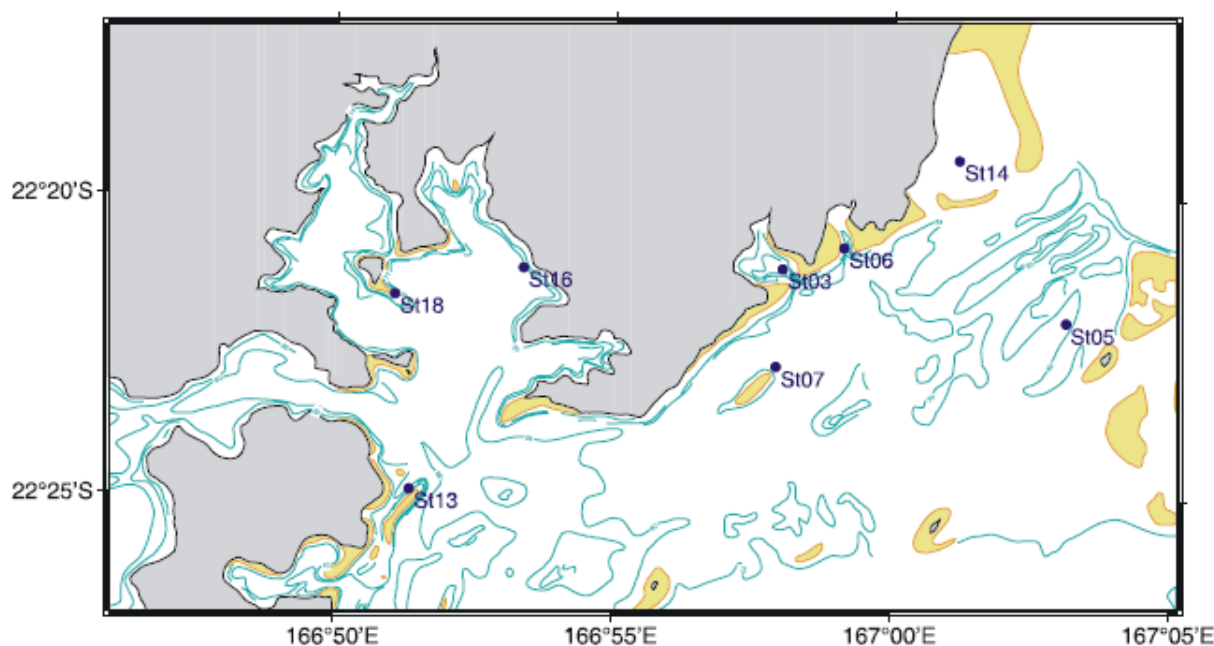
**Le suivi par transplantation de deux espèces bio indicatrices dans des cages :** le bivalve bénitier : *Isognomon isognomon* et l'algue brune : *Lobophora variegata*. Ces bio-indicateurs ont pu être validés grâce aux études de Brau et al. finalisées en 2009 dans le cadre des trois années d'études : « ETUDE SUR LE COMPORTEMENT, LA DISPERSION ET LES EFFETS BIOLOGIQUES DES EFFLUENTS INDUSTRIELS DANS LE LAGON SUD DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE » menées par l'IRD de Nouméa après la convention de recherche IRD / Vale Inco Nouvelle-Calédonie en 2006.

### Les points de surveillance des eaux marines : suivi de bio-indicateurs par transplantation

#### Coordonnées des points et cartographie

Description et localisation des stations de suivi écotoxicologique par transplantation d'espèces bioaccumulatrices.

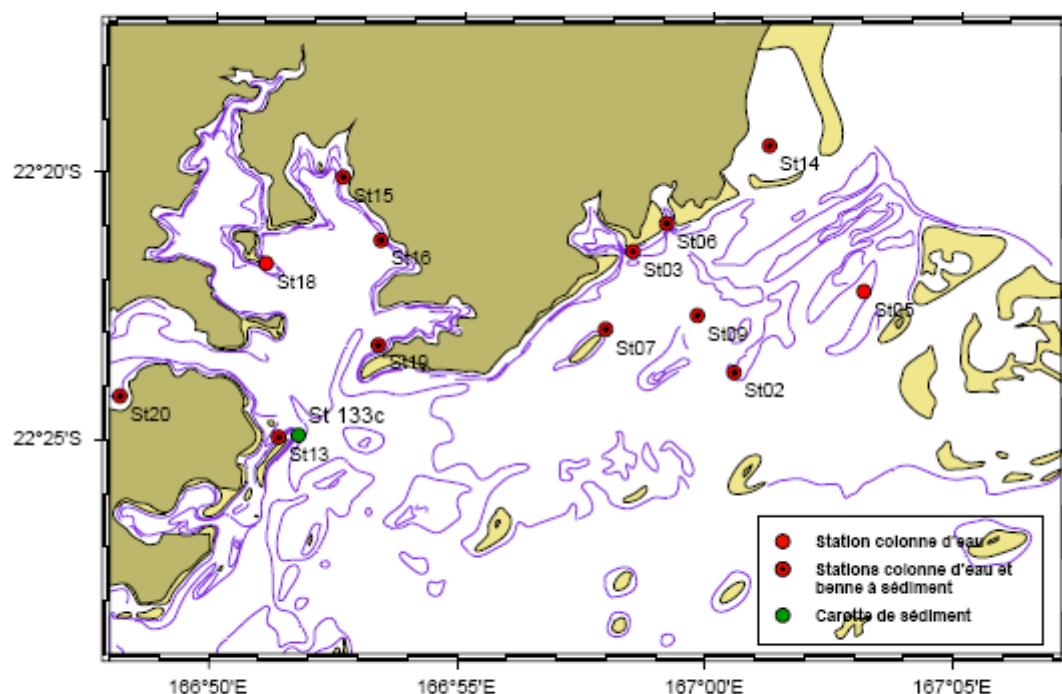
| Station | Localisation                            | Position GPS cage |            | Prof. (m) | Prof. cage | Lot N° |
|---------|-----------------------------------------|-------------------|------------|-----------|------------|--------|
| St 03   | Chenal de la Baie de Port Boisé         | 22°21,190         | 166°58,011 | 28,4      | 9,9        | 5      |
| St 05   | Îlot Kié (bord externe de réserve)      | -                 | -          | 35,0      | -          | 8      |
| St 06   | Chenal de la Baie Kwé                   | 22°20,829         | 166°59,117 | 27,2      | 9,9        | 6      |
| St 07   | Récif Ioro (pointe nord)                | 22°22,811         | 166°57,908 | 38,5      | 16,5       | 1      |
|         |                                         | 22°22,893         | 166°57,633 |           |            |        |
| St 13   | Récif Ma (pointe nord)<br>Ile Ouen      | 22°24,914         | 166°51,356 | 32,4      | 15,5       | 2      |
| St 14   | Port naturel de Goro                    | 22°19,351         | 167°01,153 | 35,2      | 16,0       | 7      |
| St 16   | Port commercial de l'usine Vale Inco NC | 22°21,441         | 166°53,290 | 42,6      | 16,0       | 4      |
| St 18   | Îlot Casy (pointe du platier sud-est)   | 22°21,667         | 166°51,068 | 22,0      | 16,0       | 3      |



Localisation géographique des huit stations de suivi écotoxicologique du milieu marin par transplantation d'espèces bioaccumulatrices.

### Les points de surveillance des sédiments marins

| Stations                | N° | Stations collecte sédiments |             |           |
|-------------------------|----|-----------------------------|-------------|-----------|
|                         |    | Longitude E                 | Latitude S  | Prof. (m) |
| Basse Chambeyron        | 2  | 167° 00' 506                | 22° 23' 599 | 36        |
| Baie Port Boisé         | 3  | 166° 58' 010                | 22° 21' 190 | 23        |
| Ilot Kié                | 5  | 167° 03' 100                | 22° 22' 050 | -         |
| Récif de la Baie Kwé    | 6  | 166° 59' 112                | 22° 20' 830 | 25        |
| Récif Ioro              | 7  | 166° 57' 910                | 22° 22' 820 | 31        |
| Canal de la Havannah    | 9  | 166° 59' 754                | 22° 22' 540 | 35        |
| Pointe Nord du récif Ma | 13 | 166° 51' 354                | 22° 24' 914 | 32        |
| Port de Goro            | 14 | 167° 01' 160                | 22° 19' 350 | 33.6      |
| Prony Creek Baie Nord   | 15 | 166° 52' 590                | 22° 20' 037 | 24        |
| Prony Wharf             | 16 | 166° 53' 365                | 22° 21' 210 | 17        |
| Prony Ilot Casy         | 18 | 166° 51' 061                | 22° 21' 668 | -         |
| Rade de l'est           | 19 | 166° 53,340                 | 22°23,170   | 36        |
| Baie Iré                | 20 | 166° 48,150                 | 22°24,150   | 25        |



Localisation des stations de prélèvement des sédiments de surface et de la carotte ST133 de l'Ile Ouen.

## 2. PARAMETRES SUIVIS ET METHODES

### 2.1 Paramètres physico-chimiques suivis pour la colonne d'eau et les sédiments

| Liste                             | Paramètres analytiques                                                                                               |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liste 1 :<br>Canal de la Havannah | Structuration verticale de la colonne d'eau : Salinité, Température, Irradiance, Turbidité, Fluorescence             |
|                                   | Charge en éléments nutritifs : nitrate, nitrite, ammonium, phosphate, silicate, azote et phosphore organique dissous |
|                                   | Charge organique particulaire sur filtre : C, N, P, pigments chlorophylliens                                         |
|                                   | pH                                                                                                                   |
|                                   | Matières en suspension totales                                                                                       |
|                                   | Sulfates                                                                                                             |
|                                   | Manganèse                                                                                                            |
|                                   | Nickel                                                                                                               |
|                                   | Zinc                                                                                                                 |
|                                   | Chrome                                                                                                               |
|                                   | Chrome VI                                                                                                            |
|                                   | Cobalt                                                                                                               |
|                                   | Cuivre                                                                                                               |
|                                   | Plomb                                                                                                                |
|                                   | Fer                                                                                                                  |
|                                   | Cadmium                                                                                                              |

| Liste                      | Paramètres analytiques                                                                                               |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liste 2 :<br>Baie de Prony | Structuration verticale de la colonne d'eau : Salinité, Température, Irradiance, Turbidité, Fluorescence             |
|                            | Charge en éléments nutritifs : nitrate, nitrite, ammonium, phosphate, silicate, azote et phosphore organique dissous |
|                            | Charge organique particulaire sur filtre : C, N, P, pigments chlorophylliens                                         |
|                            | pH                                                                                                                   |
|                            | Matières en suspension totales                                                                                       |
|                            | Sulfates                                                                                                             |
|                            | Carbonates                                                                                                           |
|                            | Manganèse                                                                                                            |
|                            | Nickel                                                                                                               |
|                            | Zinc                                                                                                                 |
| Liste 3 :<br>Sédiments (1) | Chrome VI                                                                                                            |
|                            | Cobalt                                                                                                               |
|                            | Cuivre                                                                                                               |
|                            | Chrome                                                                                                               |
|                            | Manganèse                                                                                                            |
|                            | Plomb                                                                                                                |
|                            | Zinc                                                                                                                 |
|                            | Nickel                                                                                                               |

La méthodologie complète d'échantillonnage et d'analyse, pour chaque paramètre, est décrite dans le rapport de suivi.

### 2.2 Paramètres biologiques

| DESCRIPTION                      | Etat des peuplements récifaux et poissons associés                                                                                                              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norme - publication              |                                                                                                                                                                 |
| Paramètres - variables           | Substrat (habitats)<br>Epi benthos : macro invertébrés épi benthiques<br>Poissons : espèces cibles                                                              |
| PRELEVEMENTS                     |                                                                                                                                                                 |
| Méthode                          | Déterminée par l'atelier du 3 mars 2006 tenu à Nouméa                                                                                                           |
| Norme - publication              | Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1994 et 1997) et transects à largeur variable (Kulbicki <i>et al.</i> 1994, 1995 ; Kulbicki & Sarramegna, 1999). |
| Nombre de stations               | 11                                                                                                                                                              |
| Fréquence                        | Semestrielle                                                                                                                                                    |
| ECHANTILLONNAGE<br>PRETRAITEMENT | Aucun                                                                                                                                                           |

Les méthodologies complètes sont rappelées dans les rapports de suivi complets annuels placés en annexe de ce document. Elles sont conformes aux méthodes décrites en annexe de la Convention

fixant les modalités de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité, délibération n°27-2009/APS du 20 mars 2009.

Au niveau du suivi des écosystèmes coralliens les méthodes ont été validées par la DENV suite à un travail de réflexion mené avec différents experts en 2006.

Il faut noter que la mise en place de la Convention pour la protection de la biodiversité entre la Province Sud et Vale Inco Nouvelle-Calédonie et la mise en place de l'Observatoire du Grand Sud en 2009 pourront apporter des modifications dans la position des stations de surveillance du milieu marin et le choix des indicateurs (comme cela a eu lieu à la finalisation des études sur la dispersion de l'effluent.). Ce retour d'expérience entre dans le processus d'amélioration continue et d'évolution des plans de surveillance.

### 3. LES CAMPAGNES DE SUIVI EFFECTUEES EN 2009

Les campagnes et études effectuées en 2009 sont les suivantes :

- Le suivi environnemental de la qualité physico-chimique 2009 des eaux et des concentrations en métaux dissous (Cf. listes 1 et 2) a été effectué : afin de répondre aux prescriptions sur la surveillance du milieu marin selon l'arrêté du 9 octobre 2008 pour l'usine; les deux campagnes semestrielles ont été effectuées par l'IRD de Nouméa.
  - o En mars 2009 sur les 13 points de prélèvements réglementaires.
  - o En août 2009 sur les 13 points de prélèvements réglementaires + le 14<sup>ème</sup> : récif Ugo

Campagne du 16 au 20 mars :

- 16/03/09 : Vent <10 nœuds, mer calme, beau temps ;
- 17/03/09 : Vent 10 nœuds, mer calme, beau temps ;
- 18/03/09 : Vent 10-15 nœuds, beau temps

Campagne du 10 au 14 août :

- 10/08/09 : Vent 5 nœuds, mer calme ;
- 11/08/09 : Vent 5 nœuds, mer calme ;
- 12/08/09 : Vent 5 nœuds, mer calme.

Campagnes trimestrielles :

- 14/05/09 : Vent <5 nœuds, mer calme ;
- 05/11/09 : Vent E-SE 15 nœuds, beau temps.

*Rapport complet en annexe de ce document.*

- Le suivi environnemental de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés
  - o La campagne de saison fraîche a été effectuée en juin 2009 par la SARL Aqua Terra (Indicateurs : « état des peuplements récifaux et poissons associés »).
  - o Le second suivi est effectué en saison chaude début 2010.

*Rapport en annexe de ce document, avec détail des plongées.*

- Le suivi des sédiments marins (Cf Liste 3)

La fréquence de ce suivi est de « une campagne tous les 3 ans », soit triennale.

Une campagne de surveillance des sédiments marins a été effectuée en 2009 sur les points définis par l'arrêté du 09 octobre 08 de l'usine et par l'arrêté 2007 du port, elle a été conduite par l'IRD de Nouméa.

*Rapport en annexe de ce document.*

- Les indicateurs de « bio- accumulation dans l'environnement » par transplantation

La méthodologie retenue pour la réalisation de cet état de référence éco-toxicologique des eaux marines 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'Energie Atomique (AIEA). 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.

La méthode de transplantation de ces 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.

Cette transplantation a bien été réalisée en début de saison froide, soit en juin, et les cages ont été relevées en septembre pour une analyse des résultats.

*Rapport en annexe de ce document.*

- + Définition d'un état de référence de la qualité éco-toxicologique des produits de la mer pêchés

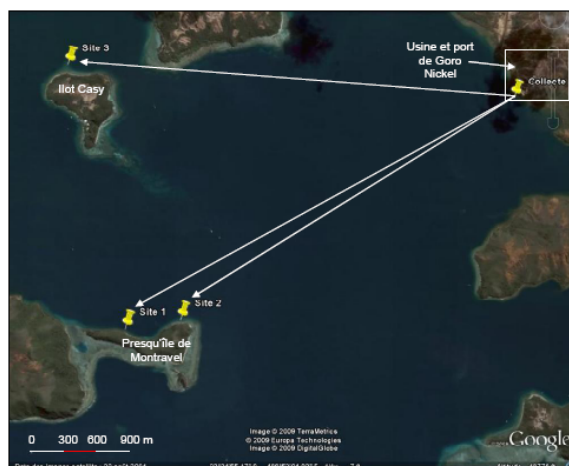
Le projet proposé a pour objectif de déterminer les concentrations naturelles en métaux (As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn) dans les chairs des principales espèces marines pêchées dans la région sud avant la mise en opération de l'usine et les premiers rejets d'effluent. La connaissance de ces teneurs naturelles permettra ultérieurement de discriminer la contribution réelle des rejets industriels par rapport à ces niveaux de base, et donc de pondérer les concentrations qui seront mesurées dans ces mêmes espèces une fois le rejet effectif de l'effluent dans le cadre d'une surveillance à long terme.

Afin de prendre en compte l'influence saisonnière de la reproduction des organismes (généralement en saison chaude) sur les mécanismes de bioaccumulation et les concentrations biologiques en métaux qui en résultent, cet état de référence doit être réalisé au cours de deux campagnes, l'une en saison fraîche (de juin à septembre), l'autre en saison chaude (de novembre à mars).

*Le rapport finalisé sera disponible en mars 2010.*

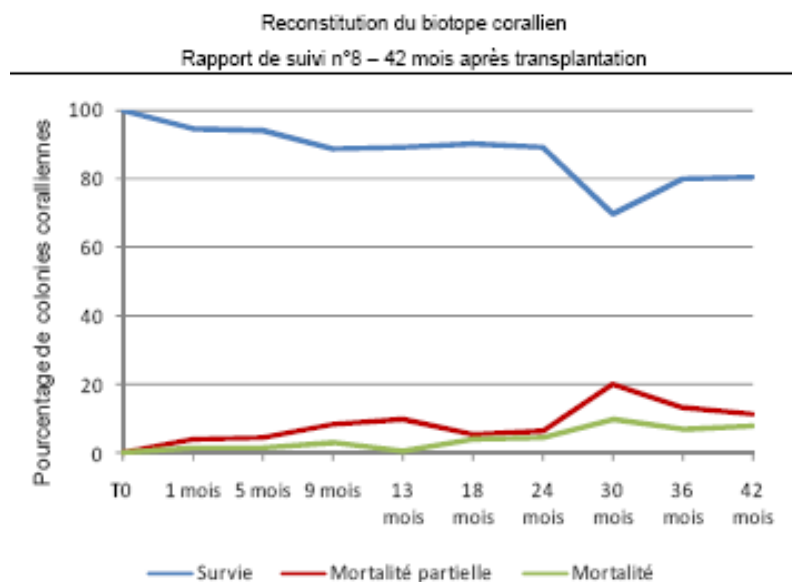


- Le suivi semestriel des 3 zones ayant reçu des colonies coralliennes transplantées



Positionnement géographique et profondeurs des sites de transplantation (RGNC 1991)

| Site   | Latitude          | Longitude          | Profondeur |
|--------|-------------------|--------------------|------------|
| Site 1 | S 22°22'32,02060" | E 166°51'05,44275" | -1 à -5 m  |
| Site 2 | S 22°22'28,72002" | E 166°51'27,88323" | -1 à -5 m  |
| Site 3 | S 22°20'52,53903" | E 166°50'42,03956" | -3 à -5 m  |



Les résultats de ce suivi suivent toujours la même tendance positive depuis le démarrage des opérations de suivi : les taux de survie des transplants sur les 2 sites de Montrevel avoisinent 80 % tandis que les taux de mortalité sont compris entre 5 et 10 %.

### 3.1 Le suivi physico-chimique

(Paramètres de la liste 1 et 2, sur toute la colonne d'eau)

Les études sont conduites en réponse au cahier des charges proposé par la Province Sud de Nouvelle-Calédonie et font suite à la définition de l'état de référence de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau marine qui a été initiée dès 2000 et s'est poursuivie jusqu'en 2007. La zone concernée correspond au lagon sud de Nouvelle-Calédonie délimité par le Canal de la Havannah et la Baie de Prony, lieux respectifs des rejets d'effluents industriels et des activités portuaires, ainsi que la zone proche de l'île Ouen.

#### 3.1.1 Objectifs

Pour chaque station, le suivi consiste à déterminer dans la colonne d'eau les principaux paramètres physico-chimiques (salinité, température, turbidité, etc.), les concentrations en métaux dissous ainsi qu'en sels nutritifs dissous et particulaires dans la Baie de Prony et le canal de la Havannah, selon les techniques spécifiques reconnues qui ont été retenues pour l'analyse en milieu salin.

L'objectif est, d'une part d'affiner les connaissances du milieu du lagon et de ses variations naturelles selon les saisons et les aléas météorologiques, et d'autre part d'avoir un état initial et une base de données multiparamétrique permettant de détecter une variation éventuelle ultérieure et d'en rechercher la ou les causes.

#### 3.1.2 Réalisation

Afin de répondre à la surveillance du milieu marin selon l'arrêté du 9 octobre 2008 de l'usine et de l'UPM les prélèvements ont eu lieu :

- en mars 2009 sur les 13 points de prélèvements règlementaires,
- en août 2009 sur les 13 points de prélèvements règlementaires + le 14<sup>ème</sup> : récif Hugo,
- la campagne de prélèvements pour analyses des sédiments a eu lieu en avril 2009 selon les exigences règlementaires.

Afin de répondre à la surveillance du milieu marin selon l'arrêté du port du 13 juillet 2007, le suivi est aussi effectué sur les points de surveillance du milieu marin comme ils ont été définis dans cet arrêté ; le point 1 du port (166° 53' 34,6" E et 22° 21' 18, 6" S) a l'obligation d'un suivi plus rapproché que celui des autres stations et ce suivi a bien été effectué mensuellement. Il est présenté dans un rapport séparé placé en annexe de ce document.

Tous les autres points définis dans l'arrêté du port sont suivis semestriellement en même temps que ceux qui ont été définis dans l'arrêté de l'usine et de l'UPM.

Aucun incident ou problème n'a été rencontré durant ces campagnes de prélèvement qui ont été menées à bien dans leur intégralité.

#### Paramètres analytiques suivis

Les paramètres mesurés par la sonde CTD SBE19 équipée de capteurs additionnels :

- **la pression** qui permet 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) : 1FTU ~ 1 mg L-1 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).

(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'acquisitions est générée tous les 25 cm environ).

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

- **l'évaluation de charge en MEST** (Matières en suspension totales). Celle-ci a été obtenue après filtration d'un volume connu et pesé du filtre (Nuclepore de 0,45 µm de porosité) ;
- **les dosages des ions majeurs Ca, Na, K, Mg**. Les concentrations ont été déterminées par analyse directe à l'ICP-OES (Perkin-Elmer, modèle Optima 3200 DV) de solutions diluées ;
- **les dosages des chlorures et des sulfates** ont été réalisés par chromatographie ionique capillaire (Waters, CIA) ;
- **les carbonates** (La méthode utilisée est adaptée de celle d'Anderson et Robertson 1970).

Les sels nutritifs dissous :

- Nitrates + nitrites
- Ammonium
- Phosphates
- Silicates
- Azote et phosphore organique dissous

Matière organique particulaire :

- Carbone
- Azote
- Phosphore
- Pigments chlorophylliens (chlorophylle A et phéo-pigments)

Métaux :

- Co
- Cu
- Fe
- Mn
- Ni
- As
- Cd
- Cr et Cr VI
- Pb
- Zn

Les 3 profondeurs (surface, mi-profondeur et fond) ont été prélevées en double :

- Les échantillons du premier lot de 54 flacons ont été destinés aux analyses des éléments As et Cr/CrVI. Ces analyses sont effectuées par voltamétrie au laboratoire *Marine Biogeochemistry Lab., National Oceanography Centre Southampton*, au Royaume Uni.
- Les 54 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 fermée 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 à l'IRD-Nouméa par ICP-OES (Marque Perkin Elmer, modèle Optima 3200 DV).

- Deux échantillons certifiés pour le dosage des éléments traces (TM-26.3 et TMDA-61) délivrés par la société *Environment Canada* ont été intercalés dans chaque série d'analyses pour valider les calibrations.
- + **Hydrocarbures totaux** (l'analyse des hydrocarbures totaux est effectuée soit par norme NF T90-203 ou DIN EN ISO 9377-2).

*La méthodologie exacte pour chaque paramètre est précisée dans le rapport complet*

Pour les sédiments : Les métaux sont : le cadmium, le cobalt, le cuivre et le chrome, le manganèse, le plomb, le zinc, l'arsenic et le nickel.

*La méthodologie précise pour chaque paramètre est détaillée dans le rapport complet*

## Résultats

Globalement, les valeurs montrent des différences entre les stations et le long des profils verticaux. Ainsi, les mesures de température et salinité permettent de distinguer les stations influencées par :

- Les eaux océaniques (St02, St05, St09, St13, St14, St20 et St21). Les colonnes d'eau sont homogènes et ne présentent donc pas de gradients particuliers ;
- Les apports en eaux douces apportées par les creeks de la Baie du Prony (St15, St16, St18 et St19). Ces eaux sont stratifiées, particulièrement durant la saison chaude où apparaissent des structures hydrologiques évidentes ;
- Les apports en eaux douces de la Kwé (St06). A cette station, la stratification est encore plus marquée puisque 3 masses d'eau peuvent s'empiler et être nettement distinguées en saison chaude.

Comme attendu au niveau des stations St15, St16, St18 et St19 de la Baie de Prony durant la saison humide, la température et la salinité des eaux de surfaces sont influencées par l'importance et la fréquence des apports en eaux douces via les creeks. Durant la saison sèche ces variations sont moins sensibles. A l'inverse, dans les stations du Canal de la Havannah, les températures et salinités dépendent étroitement de l'influence océanique.

Les résultats d'analyses pour les ions majeurs sont conformes aux valeurs attendues et similaires avec celles obtenues lors des campagnes de suivi précédentes. (Convention IRD/ Goro Ni N°2172, 2008).

L'analyse des 4 séries de prélèvements de la station St16 (Annexe 4), n'a pas permis de mettre en évidence des concentrations en hydrocarbures totaux supérieures à la limite de détection de la méthode ( $Id < 0,05 \text{ mg. L}^{-1}$ ).

En saison humide et pour l'ensemble des zones étudiées (Tableau 13), les concentrations en éléments métalliques tels que Cr(VI), Co, Mn et Ni, se distribuent selon un gradient côte-large bien individualisé. Ainsi, il est possible de distinguer clairement les masses d'eau océaniques (St02, St05, St07, St09, voire St14) dont les concentrations sont plus basses et particulièrement homogènes le long de la colonne d'eau. Le cobalt est le meilleur exemple de cette distribution type.

La Baie de Prony, ainsi que la Baie Kwé ; se singularisent par des concentrations en métaux plus élevées que dans le Canal de la Havannah.

*Les résultats sont en annexe de ce document dans leur intégralité.*

### Conclusion et commentaires (suivi 2009, il n'y pas eu de rejet de l'effluent)

En ce qui concerne les métaux dissous, toutes zones confondues, leurs niveaux de concentrations sont aussi très proches de ceux observés en 2008 et 2007. Toutefois, deux éléments montrent des comportements singuliers, Cr et Zn. D'une part, le chrome semble être en légère hausse par rapport aux données des années précédentes (2 à 3 fois plus concentré), d'autre part le zinc montre de grands écarts dans les concentrations.

Pour toute l'aire d'études et hormis l'azote organique particulaire (NOP) et la silice (SiO<sub>4</sub>) qui sont en fortes augmentations en termes de concentrations, les valeurs pour les autres paramètres sont, d'une manière générale, proches de ceux observés pour les années précédentes.

## **3.2 Les communautés coralliennes et populations associées**

La DRN (devenue la DENV) a demandé à la Société Goro Nickel (devenue Vale Inco Nouvelle-Calédonie) d'organiser un atelier de travail spécifique afin d'établir un protocole de référence pour le suivi temporel des communautés coralliennes futures.

L'atelier de travail qui 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, Communauté du Pacifique) et des bureaux d'études locaux a abouti à une démarche méthodologique d'échantillonnage et d'analyse qui 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 validé par la DENV.

La Société Goro Nickel (Vale Inco Nouvelle-Calédonie) a alors fait réaliser une nouvelle campagne en 2007, 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.

En 2008, 2009 et en 2010 les nouvelles campagnes sont réalisées sur le même protocole et le suivi temporel est effectué. L'analyse temporelle a été faite selon les données historiques disponibles des campagnes précédentes. Cependant, cette comparaison est limitée pour les résultats de 2005 et antérieurs, car seulement 9 des 11 stations prédéfinies ont été échantillonnées en 2005 et les méthodologies d'échantillonnage étaient différentes, notamment en ce qui concerne le nombre et la longueur des *transects*.

### Objectif

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 :

- évaluer la variabilité naturelle des stations et optimiser l'effort d'échantillonnage par une étude de puissance ;
- suivre dans le temps les effets potentiels des activités industrielles de Vale Inco Nouvelle-Calédonie.

Ce suivi se fait à travers l'échantillonnage de 3 thèmes : l'habitat (le substrat), les macro-invertébrés épi-benthiques (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 relatifs de substrat biotique et de substrat abiotique doivent également être mis en évidence. Une attention particulière est portée au blanchissement corallien qui peut être saisonnier (en fonction de la pluviométrie et de la température) et au recouvrement par des cyanophycées.

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 changement.

### Réalisation

La campagne de la saison froide a eu lieu durant les deux premières semaines de juin 2009.

La campagne de saison chaude est programmée fin février 2010.

La figure 2 suivante présente la localisation des stations fixes de suivi sous-marin. Il est à noter que la station du canal Woodin a bien été suivie (St 04 : pointe des pins) pour cette étude écosystémique.

Il faut ajouter une nouvelle station de suivi fixe qui a été installée sur le récif Hugo à l'Est de l'île Ouen. Son état des lieux a été réalisé en 2009 sur 3 transects.

- La campagne de juin s'est déroulée dans son intégralité sans problème particulier. Le fort hydrodynamisme sur les stations de la partie Est du canal de la Havannah doit être pris en compte lors de la programmation des plongées de suivies qui dépendent des conditions météorologiques.
- La campagne de la saison chaude est programmée pour février 2010 et ses résultats seront dans le rapport 2010.
- Les stations situées en Baie de Prony, y compris ST02, ont été inventoriées durant trois campagnes supplémentaires complètes suite à l'accident d'acide dans le creek de la baie Nord, ce qui permet de renforcer la base de données

**Figure 2 : Position des stations de suivi fixes pour la surveillance des communautés coralliennes et des populations associées**

Les stations sont positionnées sur la photographie aérienne en [carte 02](#).



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



## Paramètres suivis

### • Le substrat

La méthode dite « LIT » a été appliquée.

La méthode du *Line Intercept Transect* (LIT) d'English & al (1997) est largement utilisée par les experts locaux pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés. Les classes retenues sont au nombre de 28.

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.

|                                |     |                                         |
|--------------------------------|-----|-----------------------------------------|
| <b>Corail mort</b>             | DC  | Couleur blanche                         |
| <b>Corail mort avec algues</b> | DCA | Corail mort recouvert d'algues          |
| <b>Acropora</b>                |     |                                         |
| Branchu                        | ACB | Au moins 2 niveaux de branches          |
| Encroûtant                     | ACE |                                         |
| Submassif                      | ACS |                                         |
| Digité                         | ACD | Branches en forme de doigts             |
| Tabulaire                      | ACT | Branches aplaties horizontalement       |
| <b>Non-Acropora</b>            |     |                                         |
| Branchu                        | CB  | Au moins 2 niveaux de branches          |
| Encroûtant                     | CE  |                                         |
| Foliaire                       | CF  | Corail en forme de feuille              |
| Massif                         | CM  |                                         |
| Submassif                      | CS  |                                         |
| <i>Fungia</i>                  | CMR | Corail solitaire                        |
| <i>Millepora</i>               | CME | Corail de feu                           |
| Corail mou                     | SC  |                                         |
| <b>Éponges</b>                 | SP  |                                         |
| <b>Zoanthaires</b>             | ZO  |                                         |
| <b>Autres</b>                  | OT  | Ascidies, anémones, gorgones, bénitiers |
| <b>Algues</b>                  |     |                                         |
| Assemblages                    | AA  |                                         |
| Calcaire                       | CA  |                                         |
| <i>Halimeda</i>                | HA  |                                         |
| Macroalgue                     | MA  |                                         |
| Filamenteuse                   | F   |                                         |
| <b>Abiotique</b>               |     |                                         |
| Sable                          | S   | Particules < 2 cm                       |
| Débris                         | R   | Particules > 2 cm                       |
| Vase                           | SI  |                                         |
| Eau                            | W   | Crevasse de plus de 50 cm               |
| Dalle-roche                    | R   |                                         |

### • Le benthos

La méthode d'observation sur couloirs a été appliquée.

Les taxons retenus sont :

- les algues et phanérogames (présence/absence), à déterminer au niveau du genre,
- les étoiles de mer, les oursins et les holothuries (densité), à déterminer au niveau de l'espèce,
- les crinoïdes (présence/absence),
- les clones (densité),

- les bénitiers et les trocas (densité).

### • Les poissons

La méthode dite des *transects* à largeur variable « TLV » a été appliquée.

Les poissons sont échantillonnés par comptage visuel sous-marin : un ou deux plongeurs progressent le long du *transect* et comptent les espèces retenues de part et d'autre.

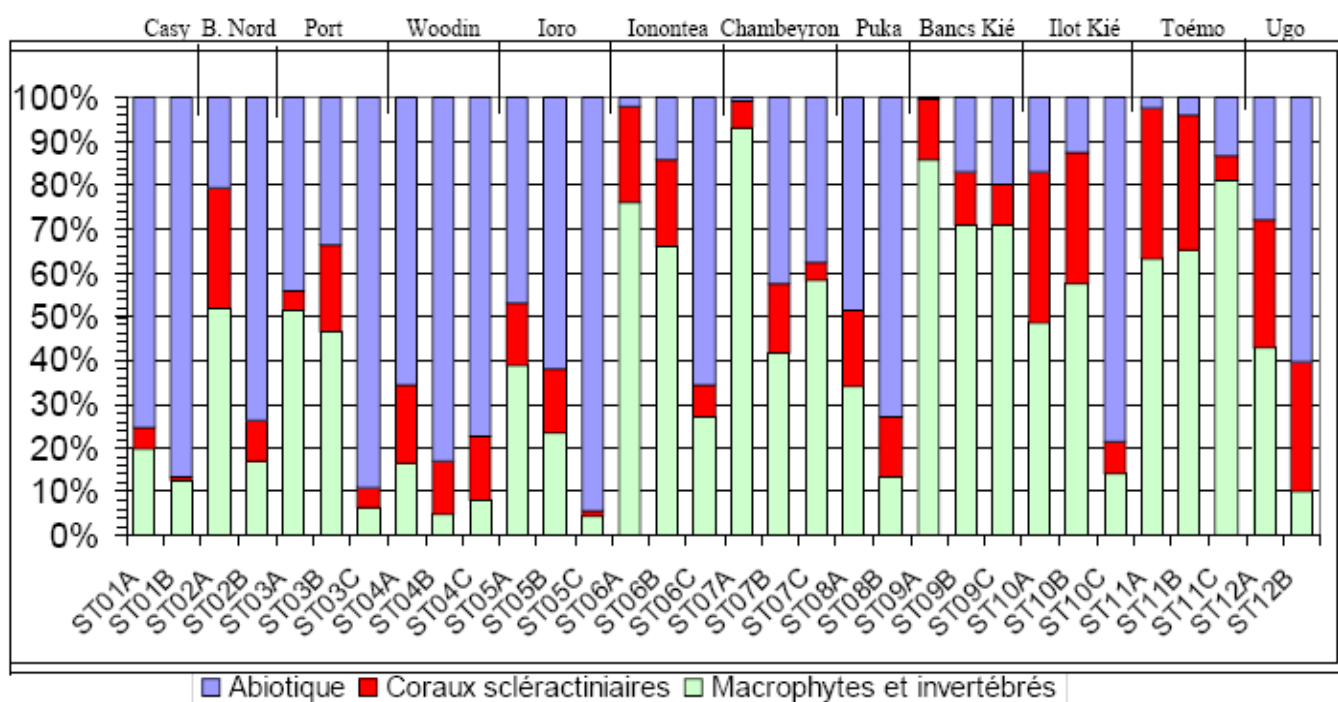
Au cours de cette opération les plongeurs notent pour chaque espèce le nombre d'individus et estiment leur taille et leur distance perpendiculairement au *transect*.

Les poissons qui doivent être comptabilisés sont répertoriés et correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

### Résultats (campagne de juin 2009)

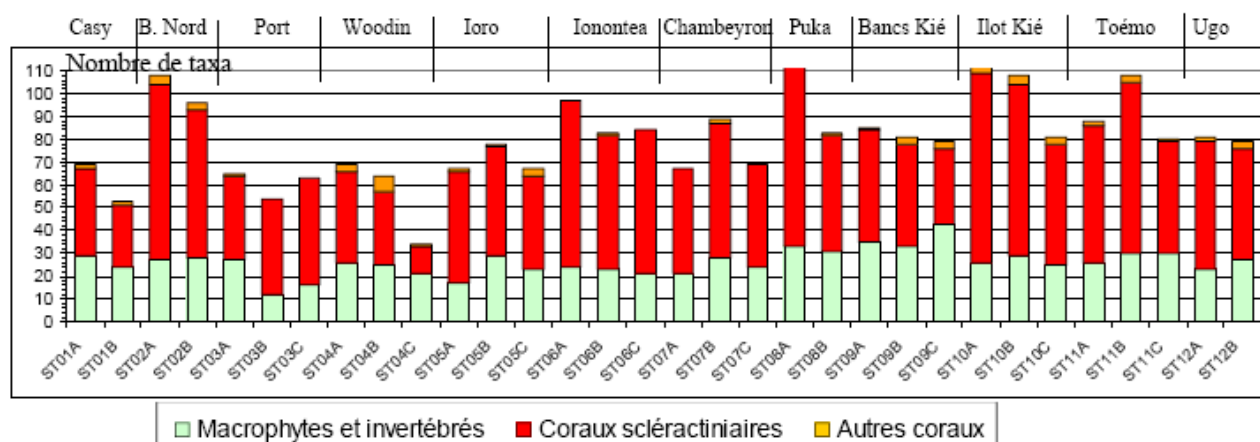
- o La station ST02 dite « du creek de la baie nord » a fait l'objet de plus de quatre suivis en 2009 suite à l'accident de déversement d'acide dans le creek. Elle n'a pas été affectée et sa santé globale est bonne. Elle présente des caractéristiques écosystémiques de « fond de baie » particulières et très intéressantes, notamment au niveau des espèces coralliennes adaptées au biotope de fond de baie.
- o La station ST10 dite « de l'îlot Kié » en réserve Merlet montre une couverture de cyanobactéries en augmentation pour les *transects* supérieurs A et B. Elle montre aussi un blanchissement corallien comme la plupart des autres stations en juin 2009.
- o La station ST12 dite « Ugo » est nouvelle et donc seul un état des lieux a pu être effectué. Elle présentait quelques colonies coralliennes blanchies et un grand développement des spongiaires ainsi que des cyanobactéries.

De façon comparative entre les 12 stations : Le pourcentage de substrat abiotique (non vivant), et de substrat biotique (vivant) composé par les coraux durs (Scléractiniaires) + les autres invertébrés et les algues (macrophytes) est intéressant et suivi temporellement.



*Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique*

Au niveau du benthos il est intéressant de comparer et de suivre temporellement le pourcentage de coraux durs (Scléractiniaires) et d'algues + coraux mous.



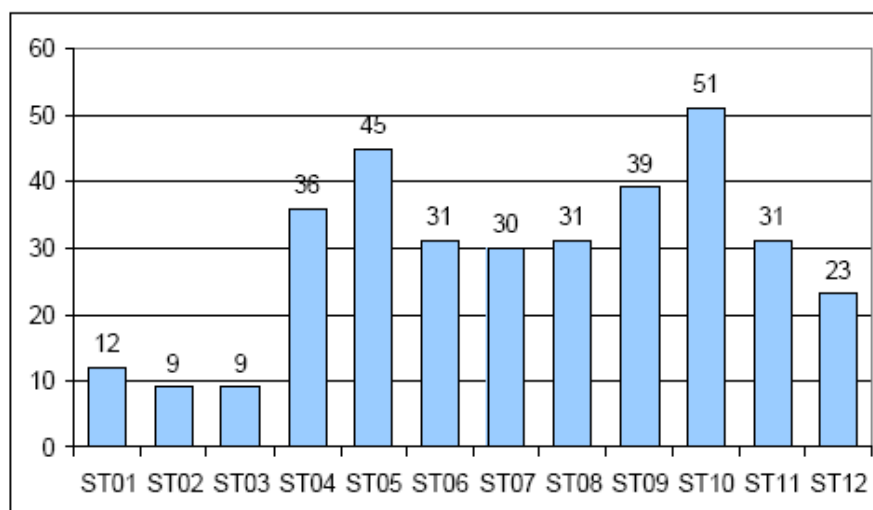
Pour les poissons (Ichtyo faune) :

#### Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune

| STATION<br>PARAMETRES<br>BIOLOGIQUES | ST01<br>Casy | ST02<br>B. nord | ST03<br>Port | ST04<br>Wood. | ST05<br>Ioro | ST06<br>Ionon. | ST07<br>Chamb. | ST08<br>Puka | ST09<br>B. Kié | ST10<br>I. Kié | ST11<br>Toémo | ST12<br>Ugo |
|--------------------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| Nombre individus                     | 53           | 62              | 122          | 386           | 554          | 224            | 150            | 109          | 249            | 359            | 172           | 201         |
| Richesse spécifique                  | 12           | 9               | 9            | 36            | 45           | 31             | 30             | 31           | 39             | 51             | 31            | 23          |
| Densité (nb ind/m²)                  | 1,85         | 1,2             | 2,66         | 2,78          | 2,83         | 0,97           | 0,91           | 2,83         | 3,01           | 3,56           | 2,06          | 2,01        |
| Biomasse (g/m²)                      | 9,01         | 6,47            | 2,97         | 428,3         | 299,9        | 223,3          | 57,37          | 49,5         | 58,2           | 272,7          | 70,01         | 59,5        |
| Indice Shannon                       | 3,24         | 1,72            | 2,19         | 3,43          | 2,62         | 3,31           | 1,06           | 4,31         | 4,52           | 4,95           | 4,47          | 3,42        |
| Indice Equitabilité                  | 0,9          | 0,54            | 0,69         | 0,66          | 0,48         | 0,67           | 0,83           | 0,87         | 0,86           | 0,87           | 0,9           | 0,76        |

Les stations les plus riches sont situées dans le canal de la Havannah (ST05, ST09, ST10 et ST11) et particulièrement celle de l'ilot Kié, qui a la plus forte richesse spécifique et densité. Quant à Ioro (ST05) elle totalise le plus grand nombre d'individus.

Mais, pour cette mission, c'est la station 04, dans le canal Woodin, qui a la plus forte biomasse.



#### Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station

Comparaisons avec les données historiques :

Substrat :

- 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 scléractiniaires (fourchette entre -9 et +9%).
- Les Cynobactéries en augmentation sur la station ST03 du port sont à suivre avec attention. Le développement saisonnier des tapis de diverses espèces de cyanobactéries est suivi de façon volontariste par Vale Inco NC sur toutes ses stations.

Benthos :

- Les résultats entre juin 2009 et octobre 2008, sont majoritairement à la hausse. La campagne de 2009 a permis d'échantillonner beaucoup plus d'espèces, par rapport à 2008, et ce surtout dans le groupe des coraux scléractiniaires (dans toutes les stations), mais aussi dans celui des « macrophytes et invertébrés » pour une majorité de stations.
- Entre les octobre 2008 (période estivale) et juin 2009 (période hivernale), les macrophytes (algues) montrent de nombreuses variations. Les stations situées dans le canal de la Havannah varient particulièrement sur l'abondance des algues rouges et brunes. Ces variations saisonnières de l'abondance d'algues sont à suivre, notamment dans le canal de la Havannah et de façon naturelle.
- Ces variations sont généralisées sur l'ensemble des récifs du canal de la Havannah mais les résultats sont encore plus significatifs sur les récifs exposés au ressac, aux courants de marée et à la houle (conjugaison des facteurs hydrodynamiques, sénescence des algues, reproduction ...). Les récifs de la baie de Prony révèlent bien moins de variations concernant les macrophytes.
- La tendance des variations pour la comparaison des missions d'octobre 2008 et de juin 2009 est que l'abondance des holothuries est en baisse (voire absence) pour une bonne partie des stations du canal de la Havannah. Alors que l'abondance des espèces d'holothuries a tendance à augmenter pour les stations de la baie de Prony.

Ichtyofaune :

Cette nouvelle étude montre que le peuplement de poissons de la zone est stable.

### Conclusion et commentaires

Les stations de la zone d'étude sont globalement en bonne santé, avec comme grandes différences par rapport à 2008 :

- ↳ un recouvrement du substrat (méthode LIT) assez stable,
- ↳ une diminution du recouvrement des algues, liée à la période de la campagne,
- ↳ une augmentation de la diversité corallienne et des macrophytes et invertébrés, mais en partie dû à l'amélioration de l'effort d'échantillonnage,
- ↳ un recrutement corallien assez développé (présence de colonies juvéniles),
- ↳ la présence de cyanobactéries, en quantité limitée malgré tout, à plusieurs stations, mais forte et à surveiller en particulier en ST03 (Port),
- ↳ du blanchissement, léger, sur certaines stations, à surveiller,
- ↳ le développement des éponges perforantes (*Cliona jullieni* et *C. orientalis*) à surveiller,
- ↳ pas de présence d'*Acanthaster planci* ou de trace d'attaque récente.

Cette nouvelle étude montre que le peuplement de poissons de la zone est stable. Les estimations de densité et de biomasse/m<sup>2</sup> calculées à partir de la liste d'espèces du cahier des charges sont stables. Il faut toutefois signaler que le protocole ne permet pas une grande précision.

L'étude de la biodiversité sur l'ensemble des espèces montre également une constance du peuplement tant en structure qu'en répartition.

Le rapport intégral est en annexe de ce document.

### 3.3 Les bio-indicateurs par transplantation

#### Objectif

Les données obtenues avant le début des rejets liquides dans le milieu marin permettent d'évaluer quantitativement les apports naturels en métaux bio-disponibles dans le milieu marin côtier et serviront de données de base auxquelles pourront être comparés les résultats des études ultérieures de suivi éco-toxicologique du milieu une fois l'usine mise en opération.

#### Réalisation

Ce travail a été réalisé en 2009 sous forme de quatre volets :

- o La campagne d'immersion des cages a été réalisée les 17 et 20 juillet 2009 avec le N/O CORIS et avec l'aide du Service Plongée (SEOH) de l'IRD Nouméa.
- o Après deux mois d'immersion le dispositif de transplantation immergé aux stations St 03, St 06, St 07, St 13, St 16 et St 18 a été contrôlé en plongée sous-marine puis brossé afin d'éliminer le *biofouling* déposé sur les cages et les flotteurs. La cage de la station St 07 a été retrouvée à proximité du fond et non en pleine eau, en raison d'un fort courant plaquant le dispositif vers le fond. La cage a donc été équipée d'un nouveau flotteur puis déplacée de quelques dizaines de mètres vers le sud-ouest pour être immergée sous le vent du récif loro.
- o Les 19 et 20 octobre 2009, soit après trois mois d'immersion, les dispositifs de transplantation ont été récupérés.
- o Le traitement et l'analyse des échantillons ont alors pu être réalisés en laboratoire.

Cette campagne a pu être menée à bien dans son intégralité; cependant le fort hydrodynamisme dû aux courants violents et au fait que les cages restent immergées au moins trois mois sur des zones agitées, rendent les conditions difficiles. En réserve Merlet la cage n'a pas été retrouvée.

#### Paramètres suivis

La méthodologie précise est détaillée dans le rapport complet en annexe de ce document. Les paramètres suivis sont les suivants :

Pour les bivalves :

- o La croissance relative et le taux de croissance journalière (TCJ) en longueur et en poids frais total.
- o L'indice de condition physiologique (IC) : Cet indice reflète l'importance du remplissage de l'intérieur de la coquille du bivalve par la chair, donc son l'état physiologique global ; celui-ci dépend principalement de la quantité et de la qualité de la nourriture phyto-planctonique disponible ainsi que des conditions physico-chimiques du milieu ambiant.
- o La concentration en métaux dans les bivalves : Ar, Co, Cu, Cr ; Fe, Mn, Ni, Zn. Et la variabilité de ces concentrations

Pour les algues :

- o La concentration en métaux dans les bivalves : Ar, Co, Cu, Cr ; Fe, Mn, Ni, Zn.
- o Et la variabilité de ces concentrations

#### Résultats

- o L'augmentation des longueurs et des poids frais totaux des bivalves mis en cage est significative, avec des taux de croissance journalière correspondant aux valeurs les plus élevées précédemment obtenues lors des campagnes de 2007 et 2008 conduites dans les baies de Nouméa.

- o L'étude comparative entre les stations des concentrations en As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni et Zn accumulés pendant les trois mois d'immersion dans les tissus des deux espèces révèle l'existence d'apports naturels en métaux (présents sous forme bio-disponible pour les deux espèces utilisées) parfois significatifs dans la zone d'impact potentiel futur du complexe minier.
- o L'importance de la variabilité temporelle n'a cependant pas été évaluée et ne pourra plus l'être avant le début des rejets de l'usine. La possibilité d'une telle variabilité devra donc également être prise en compte lors de l'interprétation des résultats du suivi ultérieur du milieu.

Résultats quantitatifs en annexe de ce document.

### Conclusion et commentaires

- o Les conditions naturelles du milieu environnant à chacune des stations conviennent à la survie des *Isognomon isognomon* transplantés et permettent une bonne croissance en longueur et en poids des spécimens.
- o L'existence et l'importance de ces apports bio-disponibles d'origine géologique devront donc être pris en compte lors de l'interprétation des résultats qui seront obtenus ultérieurement dans le cadre du suivi environnemental de la zone, une fois l'usine mise en opération.
- o Il apparaît souhaitable de modifier légèrement la localisation des stations St 05-Kié, St 07-Ioro et St 14-Baie de Goro afin de soustraire les cages aux trop forts courants observés à ces stations.
- o La station St 16 pour le *cagging*, actuellement située en face du Port commercial du complexe minier, se situe sur la zone d'approche et de manœuvre des navires. Nous proposons donc de déplacer cette station de quelques centaines de mètres vers l'ouest afin de l'éloigner de cette zone à risque.
- o Les conditions météorologiques durant les trois mois d'immersion, notamment les précipitations, sont susceptibles d'influer sur la quantité des apports en métaux à chaque station, indépendamment des effets de l'effluent, cela devra être pris en compte dans l'interprétation des données ultérieures.

## 3.4 Le suivi des sédiments

### Objectif

Caractériser les sédiments en déterminant leur composition minéralogique, leur granulométrie ainsi que les concentrations en métaux (Mn, Ni, Co, ...) dans différentes fractions géochimiques.

Cette étude vise également à déterminer un état de référence des archives sédimentaires (taux d'accumulation) au large de l'Ile Ouen. Elle vient alimenter la base de référence destinée à la surveillance de l'impact industriel dans l'environnement.

### Réalisation

Les opérations de terrain ont été réalisées au cours d'une campagne de prélèvement conduite du 16 au 20 mars 2009 à bord du *N/O CORIS* de l'IRD sur les 13 stations telles que prédéfinies dans le cahier des charges et proposées par la Province Sud de Nouvelle-Calédonie.

Positionnement du point de carottages effectué au large de l'Ile Ouen.

| Lieu     | Référence Carotte | Date       | Longitude Est | Latitude Sud | Longueur (m) | Profondeur d'eau (m) |
|----------|-------------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------------|
| Ile Ouen | St 133c           | 14/05/2009 | 166° 52,398   | 22° 25,147   | 0,22         | 60                   |



L'intégralité de la campagne a été menée à bien.

### Paramètres suivis

- **Granulométrie :**  
Granulométrie laser : Cette technique permet de connaître la distribution granulométrique des particules d'un sédiment, c'est à dire de déterminer la taille des particules qui constituent des ensembles de grains ainsi que la quantité de particules à l'intérieur de plusieurs classes de taille.
- **Métaux dans les sédiments** (liste 3 des arrêtés ICPE). Après mise en solution, les métaux suivants ont été analysés par ICP-OES : As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn.
- **Géochronologie**  
La datation des horizons sédimentaires nécessaire à l'évaluation des taux d'accumulation, a été obtenue par l'analyse de la radioactivité d'un radio-isotope, le  $^{210}\text{Pb}$ , naturellement présent dans les sédiments.

La méthodologie est détaillée dans le rapport qui se trouve en annexe de ce document.

### Résultats

La fraction pélitique (Sédiments « fins » des sédiments, c'est-à-dire la population granulométrique inférieure à 40µm) est la plus réactive d'un point de vue géochimique notamment avec les métaux.

Sur les 4 stations localisées dans la Baie de Prony, les stations St15 et St16 sont presque composées entièrement de pélites, respectivement 98% et 97,8%.

Ces compositions pélitiques sont très élevées car les stations sont localisées dans une zone hydro-dynamiquement calme alimentée par des particules fines provenant des différentes rivières.

Les sédiments les plus grossiers ont été prélevés à la station St09, située dans une zone peu profonde du Canal de la Havannah soumise aux courants.

La plupart des sédiments sont composés de populations de particules dont la distribution est unimodale. Cependant, au niveau des stations côtières une deuxième population granulométrique est présente. Ce nouveau mode granulométrique (non-unimode) traduit les influences des apports terrigènes événementiels.

Teneur en fraction pélitique (< 40µm) des sédiments échantillonnés dans le domaine d'étude ; (-) = Absence de matériel sédimentaire meuble.

| Station                     | St02 | St03 | St05 | St06 | St07 | St09 | St13 | St14 | St15 | St16 | St18 | St19 | St20 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| %Pélites<br>(campagne 2009) | 9,8  | 70,6 | -    | 39   | 65,3 | 13,6 | 58,1 | 27,0 | 98,0 | 97,8 | -    | 79,3 | 41,3 |
| %Pélites<br>(campagne 2006) | 1,2  | 0,6  | 5,7  | 48,6 | 26,5 | 2,7  | 47,9 | 0,6  | 72,3 | 56,2 | 9,0  |      |      |

Pour les métaux :

Ecart des concentrations et des pourcentages de Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des échantillons St02, St03, St06, St07, St09, St13, St15, St16, St18, St19 et St20 ; (< ld) = Valeurs inférieure à la limite de détection de mesure.

| Phase      | Valeur | Co            |              | Cr              |               | Fe               |                | Mn             |              | Ni             |               |
|------------|--------|---------------|--------------|-----------------|---------------|------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------|
|            |        | µg/g          | %            | µg/g            | %             | µg/g             | %              | µg/g           | %            | µg/g           | %             |
| Organique  | Min    | 6<br>(St09)   | 2<br>(St15)  | 23<br>(St07)    | 0,5<br>(St15) | <ld<br>(St09)    | <ld<br>(St09)  | 14<br>(St07)   | 3<br>(St20)  | 7<br>(St09)    | 0,2<br>(St15) |
|            | Max    | 15<br>(St20)  | 19<br>(St09) | 73<br>(St20)    | 21<br>(St02)  | 10<br>(St13)     | 0,05<br>(St13) | 80<br>(St15)   | 19<br>(St02) | 12<br>(St13)   | 10<br>(St02)  |
| Carbonates | Min    | 17<br>(St09)  | 13<br>(St20) | 16<br>(St14)    | 0,3<br>(St15) | 38<br>(St15)     | 0,02<br>(St15) | 43<br>(St09)   | 21<br>(St15) | 3<br>(St09)    | 0,3<br>(St15) |
|            | Max    | 40<br>(St15)  | 52<br>(St09) | 41<br>(St15)    | 13<br>(St09)  | 380<br>(St03)    | 2,15<br>(St09) | 549<br>(St15)  | 55<br>(St02) | 16<br>(St02)   | 16<br>(St02)  |
| Oxydes     | Min    | 8<br>(St14)   | 13<br>(St20) | 10<br>(St09)    | 0,4<br>(St15) | 126<br>(St09)    | 0,4<br>(St15)  | 15<br>(St09)   | 8<br>(St20)  | 9<br>(St09)    | 1<br>(St06)   |
|            | Max    | 74<br>(St15)  | 29<br>(St15) | 60<br>(St15)    | 8<br>(St09)   | 868<br>(St15)    | 5<br>(St02)    | 517<br>(St15)  | 21<br>(St02) | 96<br>(St15)   | 12<br>(St02)  |
| Résidu     | Min    | 1<br>(St09)   | 4<br>(St09)  | 127<br>(St02)   | 59<br>(St02)  | 2529<br>(St09)   | 93<br>(St02)   | 4<br>(St02)    | 5<br>(St02)  | 64<br>(St02)   | 62<br>(St02)  |
|            | Max    | 137<br>(St15) | 63<br>(St20) | 13160<br>(St15) | 99<br>(St15)  | 228732<br>(St15) | 99,6<br>(St15) | 1478<br>(St15) | 60<br>(St06) | 3789<br>(St15) | 98<br>(St06)  |

### Conclusion et commentaires

Les stations St06 (Baie Kwé) et St15 (Creek baie Nord), dont la position est précisée en chapitre 1 : Localisation de tous les points de suivis, sont intéressantes à suivre à plusieurs titres. En effet, les résultats des analyses en métaux ont permis de calculer les ratios de concentrations normalisées avec le fer pour les stations St06 et St15. Cette technique de calcul permet de suivre l'évolution potentielle de la nature des apports dans le temps et l'espace (Fernandez et al. 2006 ; Debenay et Fernandez, 2009). Pour ces 2 stations, les normalisations ont montré que les ratios demeurent remarquablement constants pour Co et Cr, quelle que soit la station.

A l'inverse pour Mn et Ni, les ratios montrent une nette tendance à l'augmentation. Cette variation, en particulier mise en évidence pour la station St06 (Baie Kwé), peut souligner une modification de la nature des apports dont l'origine peut être en liaison avec les travaux d'excavation. En effet, lors de l'ouverture des aires d'extraction du minerai, les couches latéritiques de surface riches en Fe et pauvres en Ni, cèdent progressivement la place aux horizons appauvris en Fe et enrichis en Ni qui sont soumis aux phénomènes naturels de lixiviation sous l'action des pluies ; les particules se retrouvent dès lors entrainées aux embouchures (Debenay et Fernandez, 2009).

Toutefois, il convient de rester prudent sur cette toute première campagne d'observations consécutive à l'état de référence réalisé en 2006. La prochaine campagne triennale permettra seulement de statuer plus clairement sur l'influence de l'ouverture de la mine sur les phénomènes de sédimentation.

En effet, bien que de moindre ampleur, une modification semble également concerner les sédiments de la station St15 (Creek de la Rade Nord) pourtant normalement moins sujets à une variation de leur nature (La collecte des sédiments est antérieure à la fuite d'acide survenue le 1er avril 2009).

### Pour l'île Ouen et la carotte sédimentaire prélevée :

L'étude combinée des résultats d'analyses géochimiques des métaux totaux et des mesures radioactives du <sup>210</sup>Pb montre que la carotte résulte probablement de la succession de deux phénomènes sédimentaires bien distincts. En effet, les 7 premiers centimètres de la carotte peuvent avoir été générés par un dépôt événementiel de forte intensité.

En tout état de cause, cette carotte ne peut être utilisée comme référence pour le suivi des phénomènes de sédimentation à proximité de l'île Ouen. En conséquence, un autre site, moins exposé aux influences naturelles devra être recherché.

## **4. NON-CONFORMITES ET CONCLUSION GLOBALE**

Aucune non-conformité n'a été observée sur les stations et les points de suivi.

L'évaluation de la fuite d'acide du 1<sup>er</sup> Avril 2009 dans le creek de la Baie Nord a fait l'objet de 3 campagnes de suivi au niveau de l'estuaire et entre l'îlot Gabriel et la station ST02, d'un point de vue de la qualité physico chimique de la colonne d'eau après la fuite ; comme d'un point de vue écologique avec 3 missions d'évaluation des écosystèmes en 2009, missions doublées car dupliquées dans une intention « de double aveugle ». Le rapport complet d'évaluation est finalisé pour sa partie milieu marin.

Il n'y a pas eu d'impact au niveau de la station éco- systémique ST02 ni sur aucune autre station ou en réserve Merlet.

## **ANNEXE I**

### **Suivi environnemental 2009 : qualité physico-chimique des eaux et concentrations en métaux dissous (IRD)**

**CONTRAT DE CONSULTANCE IRD/VALE-INCO**  
Convention n° C2284/E13517

**SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2009**

**QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET  
CONCENTRATIONS EN METAUX DISSOUS DES EAUX**



**Rapport final**  
**IRD-Nouméa, 10/02/2010**

Fernandez JM, Le Grand Hélène, Moreton B, Dolbecq M, Damien P  
UR-103 CAMELIA, IRD-Nouméa  
Nouvelle-Calédonie

## SOMMAIRE

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCTION.....                                          | 3  |
| OBJECTIFS .....                                            | 3  |
| METHODOLOGIE .....                                         | 3  |
| Echantillonnage.....                                       | 3  |
| Paramètres physico-chimiques.....                          | 7  |
| <i>Profils verticaux</i> .....                             | 7  |
| <i>Analyse des ions majeurs</i> .....                      | 7  |
| <i>Carbonates (Station St16)</i> .....                     | 8  |
| <i>Sels nutritifs dissous</i> .....                        | 8  |
| <i>Matière organique particulaire</i> .....                | 9  |
| Analyse des hydrocarbures totaux (Station St16) .....      | 10 |
| Analyse des métaux .....                                   | 10 |
| <i>Conditionnement et analyse</i> .....                    | 10 |
| RESULTATS .....                                            | 12 |
| Paramètres physico-chimiques.....                          | 12 |
| <i>Structure des masses d'eau</i> .....                    | 12 |
| <i>Éléments majeurs</i> .....                              | 14 |
| <i>Carbonates (Station St16)</i> .....                     | 14 |
| <i>Sels nutritifs dissous</i> .....                        | 14 |
| <i>Carbone, azote et phosphore organiques</i> .....        | 17 |
| <i>Chlorophylle a et phéopigments</i> .....                | 19 |
| Hydrocarbures totaux.....                                  | 20 |
| Distribution des métaux dissous dans la colonne d'eau..... | 20 |
| CONCLUSION .....                                           | 23 |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                        | 25 |
| LISTE DES FIGURES .....                                    | 26 |
| LISTE DES TABLEAUX .....                                   | 27 |
| LISTE DES ANNEXES .....                                    | 28 |



## INTRODUCTION

Ce document regroupe les études conduites au cours de l'année 2009 en réponse au cahier des charges proposé par la Province-Sud de Nouvelle Calédonie et fait suite à la caractérisation d'un état de référence de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau marine qui a été initié dès 2000 et s'est poursuivi jusqu'en 2007 (Convention IRD-Goro-Nickel n°1312, 2007).

Dans le but de se conformer à l'arrêté d'autorisation d'exploiter les installations portuaires au titre des arrêtés ICPE, Vale Inco a demandé dès 2008, la suite du programme de suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau de mer.

Pour l'année 2009, le suivi a été poursuivi dans la zone concernée et qui correspond au lagon sud de Nouvelle-Calédonie délimité par le canal de la Havannah et la baie de Prony, lieux respectifs des rejets d'effluents industriels et d'activités portuaires.

## OBJECTIFS

Ce programme de surveillance du milieu marin est réalisé sur un réseau initialement de 13 stations réparties comme suit : 7 localisées dans le Canal de la Havannah, 5 stations dans la Baie de Prony et 1 station dans le canal Woodin.

A la demande de Vale-Inco, une quatorzième station a été rajoutée en cours d'année dans le Canal de la Havannah (Ilot Ugo) pour compléter le réseau de surveillance.

Le suivi consiste à déterminer les principaux paramètres physico-chimiques (Salinité, température, turbidité, ...etc), les concentrations en métaux dissous ainsi qu'en sels nutritifs dissous et particuliers dans les eaux de la Baie de Prony et du Canal de la Havannah, selon les techniques spécifiques reconnues qui ont été retenues pour l'analyse du milieu marin.

## METHODOLOGIE

### ***Echantillonnage***

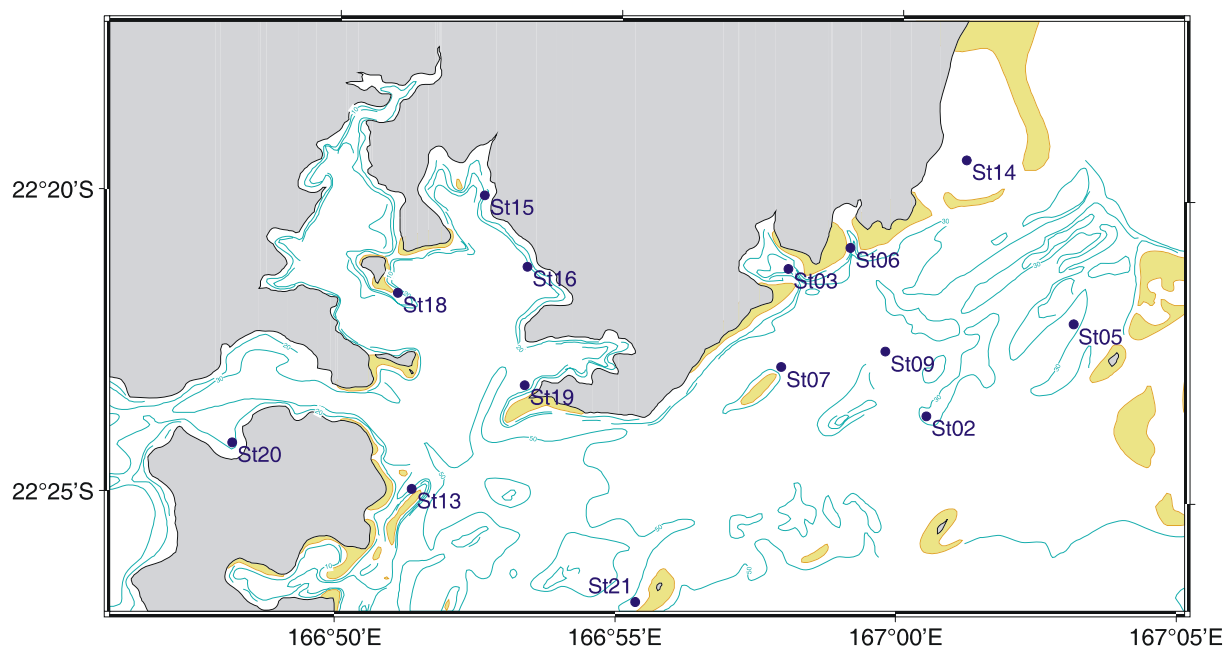
Les opérations de terrain ont été réalisées au cours de 2 campagnes de prélèvements semestrielles sur les stations prédéfinies (Tableau 1 et Figure 1). La première campagne s'est déroulée durant la saison chaude du 16 au 20 mars (13 stations) et la deuxième campagne durant la saison sèche du 10 au 14 août 2009 (14 stations) ; la station (St21) a été rajoutée lors de la deuxième campagne de prélèvement.

La station St16, correspondant à la zone portuaire de la Baie de Prony, a été échantillonnée trimestriellement ; cette station, échantillonnée lors des 2 campagnes de prélèvements semestrielles, a également été prélevée les 14 mai et 5 novembre 2009.

Ces campagnes ont été réalisées à bord du *N/O CORIS* de l'IRD.

**Tableau 1 :** Liste et localisation des stations de prélèvement dans la colonne d'eau.

| Stations                | N° | Stations « Colonne d'eau » |             | Prof.<br>(m) |
|-------------------------|----|----------------------------|-------------|--------------|
|                         |    | Longitude E                | Latitude S  |              |
| Basse Chambeyron        | 2  | 167° 00' 506               | 22° 23' 599 | 34           |
| Baie Port Boisé         | 3  | 166° 58' 010               | 22° 21' 190 | 28.5         |
| Ilot Kié                | 5  | 167° 03' 100               | 22° 22' 050 | 33           |
| Récif de la Baie Kwé    | 6  | 166° 59' 112               | 22° 20' 830 | 27           |
| Récif loro              | 7  | 166° 57' 910               | 22° 22' 820 | 38           |
| Canal de la Havannah    | 9  | 166° 59' 754               | 22° 22' 540 | 44           |
| Pointe Nord du récif Ma | 13 | 166° 51' 354               | 22° 24' 914 | 32           |
| Port de Goro            | 14 | 167° 01' 160               | 22° 19' 350 | 35           |
| Prony Creek Baie Nord   | 15 | 166° 52' 590               | 22° 20' 037 | 23.5         |
| Prony Wharf             | 16 | 166° 53' 365               | 22° 21' 210 | 42.5         |
| Prony Ilot Casy         | 18 | 166° 51' 061               | 22° 21' 668 | 19           |
| Rade de l'est           | 19 | 166° 53,340                | 22°23,170   | 36           |
| Baie Iré                | 20 | 166° 48,150                | 22°24,150   | 24           |
| Ilot Hugo               | 21 | 166° 55'.501               | 22° 26.728  | 33.7         |



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

Pour chaque station, les prélèvements d'eau ont été effectués par bouteille « Niskin » pour le dosage des sels nutritifs et des ions majeurs et par bouteille « Goflo, Metal-Free » pour le

dosage des métaux dissous et des HCT. 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, modèle SBE 19);
- Prélèvements d'eau pour la détermination du pH, la MEST, et les concentrations en sulfates, Ca, Na, K, Mg et Cl. Les carbonates ont été analysés uniquement à la station St16 ;
- Prélèvement d'eau pour l'analyse des hydrocarbures totaux effectuée sur les 3 prélèvements de la station St16 ;
- Prélèvements d'eau pour l'analyse des sels nutritifs dissous (nitrate+nitrite, ammonium, phosphate, silicate, azote organique dissous, phosphore organique dissous) et de la charge organique particulaire (carbone, azote, phosphore, pigments chlorophylliens) ;
- Prélèvements d'eau pour l'analyse des métaux dissous à l'ICP-OES (Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb et Zn).

### Météorologie et hydrodynamique

Campagne du 16 au 20 mars :

- 16/03/09 : Vent <10 nœuds, mer calme, beau temps ;
- 17/03/09 : Vent 10 nœuds, mer calme, beau temps ;
- 18/03/09 : Vent 10-15 nœuds, beau temps

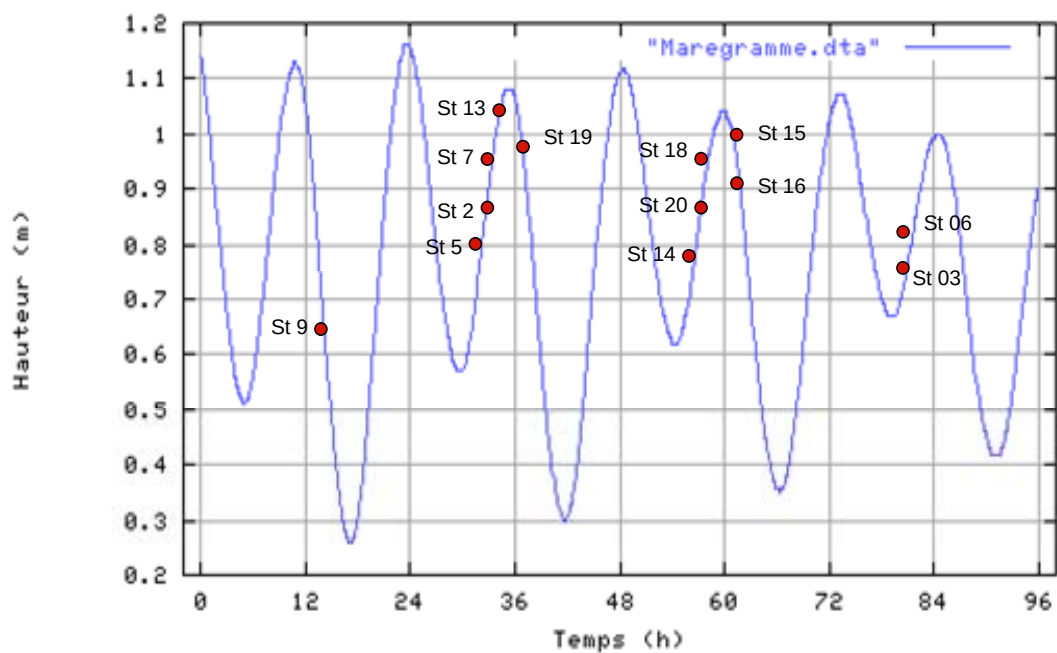
Campagne du 10 au 14 août :

- 10/08/09 : Vent 5 nœuds, mer calme ;
- 11/08/09 : Vent 5 nœuds, mer calme ;
- 12/08/09 : Vent 5 nœuds, mer calme.

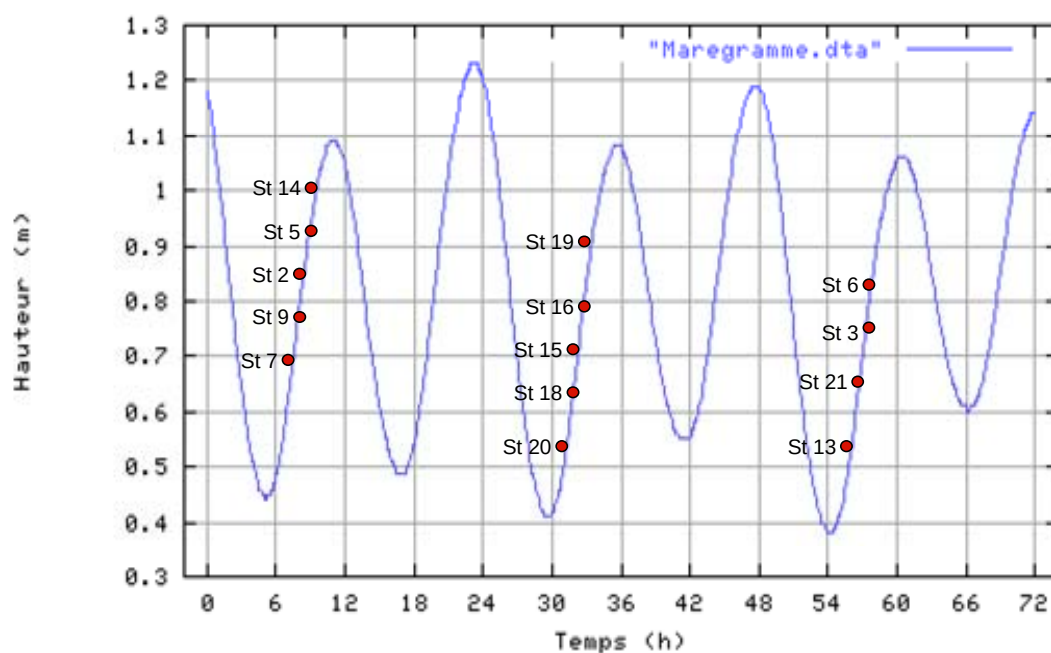
Campagnes trimestrielles :

- 14/05/09 : Vent <5 nœuds, mer calme ;
- 05/11/09 : Vent E-SE 15 nœuds, beau temps.

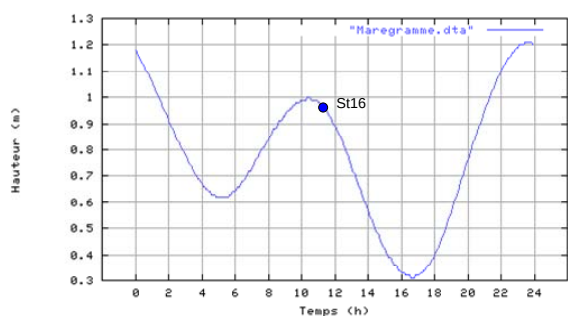
Afin de resituer chaque prélèvement dans le contexte courantologique naturel des cycles de marées, les heures d'arrivée en station pour les suivis ont été reportées sur les marégrammes des figures 2 et 3 pour les campagnes semestrielles et les figures 4 et 5 pour les trimestrielles.



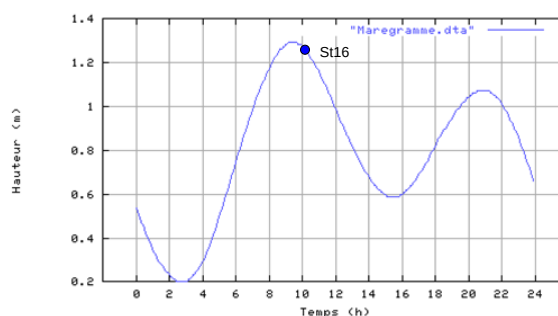
**Figure 2 :** Chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 16 au 20 mars 2009.



**Figure 3 :** Chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 10 au 14 août 2009.



**Figure 4 :** Heure de prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 14 mai 2009.



**Figure 5 :** Heure de prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 05 novembre 2009.

## Paramètres physico-chimiques

### 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 qui permet 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) :  $1\text{FTU} \simeq 1 \text{ mg L}^{-1}$  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).

### Analyse des ions majeurs

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

- L'évaluation de charge en MEST. Celle-ci a été obtenue après filtration d'un volume connu et pesée du filtre (Nuclepore de  $0,45 \mu\text{m}$  de porosité).
- Les dosages de Ca, Na, K, Mg. Après dilution, les concentrations ont été déterminées par analyse directe à l'ICP-OES (Perkin-Elmer, modèle Optima 3200 DV).

- Les dosages des chlorures et des sulfates ont été réalisés par chromatographie ionique capillaire (Waters, CIA).

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

### Carbonates (Station St16)

Un sous-échantillonnage à partir des prélèvements en bouteilles Niskin a été effectué pour le dosage des carbonates.

La méthode utilisée est adaptée de celle d'Anderson et Robertson (1970) qui consiste à effectuer un dosage potentiométrique de l'alcalinité totale à partir d'une titration de l'eau de mer par un acide fort (HCl, 0,1N).

Le flaconnage utilisé est en PEHD et les échantillons ont été conservés au froid (4°C) jusqu'à leur analyse.

### 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 à l'IRD. Ces dosages concernent les nitrates+nitrites ( $\text{NO}_3$ ), les phosphates ( $\text{PO}_4$ ), l'azote organique dissous (NOD) et le phosphore organique dissous (POD). Chaque niveau 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 ( $\text{NH}_4$ ). Compte tenu des faibles valeurs attendues, 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 et al., 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  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  avec des limites de détection d'environ 0,002  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ . Les mesures ont été effectuées avec un auto-analyseur en flux continu Bran & Lueggbe, modèle Autoanalyseur III.

### Ammonium

En solution, l'azote ammoniacal est présent sous forme d'ammoniac  $\text{NH}_3$  et d'ion ammonium  $\text{NH}_4^+$  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  $3 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , la limite de détection de la méthode est de  $1,5 \text{ nmol.L}^{-1}$ .

### Phosphates

Le dosage des orthophosphates a été effectué selon la méthode de Murphy et Riley (1962) basée sur la formation en milieu acide ( $\text{pH} < 1$ ) de phosphomolybdate d'ammonium, complexe de couleur jaune dosable par photométrie. Le domaine de concentrations mesurable s'étend de 0 à  $28 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , la limite de détection étant de  $0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$  avec un intervalle de confiance de 95% sur la gamme de 0 à  $3 \mu\text{mol.L}^{-1}$ .

### Silicates

La méthode qui sert de référence est celle de Mullin et Riley (1955), modifiée par Fanning et 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  $140 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , la limite de détection est de  $0,05 \mu\text{mol.L}^{-1}$  et l'intervalle de confiance de 98,5% sur une gamme de 0 à  $10 \mu\text{mol.L}^{-1}$  de Si.

### 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., 1999) présente l'avantage d'être simple et rapide à mettre en oeuvre et ne nécessite pas d'appareillage lourd ou sophistiqué. Pour l'azote, dans le domaine de concentrations  $> 1 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , la limite de détection est de  $0,020 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , pour le phosphore cette limite est  $10 \mu\text{mol.L}^{-1}$ .

### Matière organique particulaire

La charge organique particulaire a été déterminée sur des échantillons d'eau collectés à bord puis filtrés au laboratoire quotidiennement sur des filtres Whatman GF/F (porosité  $0,7 \mu\text{m}$ ). Leur conservation a été assurée par congélation à  $-20^\circ\text{C}$  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,  $20 \mu\text{g}$  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  $10 \mu\text{g}$  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  $0,010 \mu\text{mol.L}^{-1}$ .

## 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 multiparamétrique 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 donné 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 10ng.L<sup>-1</sup>.

## Analyse des hydrocarbures totaux (Station St16)

Des sous-échantillons ont été collectés à partir des prélèvements en bouteilles General Oceanics, modèle Go-Flo (Coating interne en Teflon®).

Les eaux ont été conditionnées dans des flacons en verre afin d'éviter tout contact prolongé 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 DIN EN 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 CCl<sub>4</sub> aujourd'hui interdite en raison de la très haute toxicité du solvant organique).

Les analyses ont été confiées au laboratoire : SGS Multilab –Environnemental Services, Courcouronnes, Evry, France

## Analyse des métaux

### Conditionnement et analyse

Pour chacune des 13/14 stations, les 3 profondeurs (surface, mi-profondeur et fond) ont été prélevées en double :

- Les échantillons du premier lot de 39/42 (13/14 stations) flacons ont été destinés pour les analyses des éléments As et Cr/CrVI. Ces analyses ont été effectuées par électrochimie (Voltamétrie) au laboratoire : *Marine Biogeochemistry Lab., National Oceanography Centre Southampton, United Kingdom* pour les échantillons de la première campagne (16-20 mars 2009) et à l'IRD pour les prélèvements des 3 autres campagnes.
- Les 39/42 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 à l'IRD-Nouméa par ICP-OES (Marque Perkin Elmer, modèle Optima 3200 DV). Les dosages ont été réalisés aux longueurs d'ondes suivantes : Cd 228.802 ; Co 230.786 ; Cu 327.393 ; 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* (Tableau 2) ont été intercalés dans chaque série d'analyses pour valider les calibrations.

**Tableau 2 :** Résultats d'analyse des échantillons certifiés TM-26.3 et TMDA-61.

| Elément | TM-26.3 ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) |                  | TMDA-61 ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) |                  |
|---------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
|         | Valeur déterminée                | Valeur certifiée | Valeur déterminée                | Valeur certifiée |
| Co      | 9,0 $\pm$ 0,5                    | 8,1 $\pm$ 1      | 66,5 $\pm$ 1,0                   | 62,9 $\pm$ 5,8   |
| Cu      | 12,3 $\pm$ 0,5                   | 13,4 $\pm$ 1,9   | 66,9 $\pm$ 2,1                   | 69,2 $\pm$ 7,4   |
| Fe      | 23,2 $\pm$ 0,7                   | 21 $\pm$ 3,6     | 84,9 $\pm$ 1,2                   | 81,1 $\pm$ 10,1  |
| Mn      | 18,2 $\pm$ 0,3                   | 17 $\pm$ 1,4     | 82,4 $\pm$ 0,8                   | 74,8 $\pm$ 7,3   |
| Ni      | 8,7 $\pm$ 0,4                    | 10,2 $\pm$ 1,3   | 62,1 $\pm$ 0,8                   | 58,7 $\pm$ 6,4   |
| Zn      | 39,6 $\pm$ 1,4                   | 39,0             | 67,3 $\pm$ 1,4                   | 71,3 $\pm$ 8,7   |

La validation des résultats d'analyse a été vérifiée par le dosage de deux échantillons certifiés : CASS-4 Nearshore Seawater et NASS-5 Open Ocean Seawater du National Research Council, du Canada (Tableau 3).

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

| Elément | NASS-5 ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) |                   | CASS-4 ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) |                   |
|---------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
|         | Valeur déterminée               | Valeur certifiée  | Valeur déterminée               | Valeur certifiée  |
| Co      | ND                              | ND                | 0,023 $\pm$ 0,007               | 0,026 $\pm$ 0,003 |
| Cu      | 0,324                           | 0,297 $\pm$ 0,046 | 0,558 $\pm$ 0,034               | 0,592 $\pm$ 0,055 |
| Fe      | 0,281                           | 0,207 $\pm$ 0,035 | 0,635                           | 0,713 $\pm$ 0,058 |
| Mn      | 1,010                           | 0,919 $\pm$ 0,057 | 2,75 $\pm$ 0,06                 | 2,78 $\pm$ 0,19   |
| Ni      | 0,273                           | 0,253 $\pm$ 0,028 | 0,295 $\pm$ 0,025               | 0,314 $\pm$ 0,030 |

(CASS-4 n=5) ND = Non déterminé

## RESULTATS

### *Paramètres physico-chimiques*

#### **Structure des masses d'eau**

Les valeurs des paramètres, température, fluorescence, turbidité et salinité obtenues pour les 4 campagnes de l'année 2009 sont répertoriées dans les tableaux 4, 5, 6 et 7 et annexe 1.

Globalement, ces valeurs montrent des différences entre les stations et le long des profils verticaux. Ainsi, les mesures de température et salinité permettent de distinguer les stations influencées par :

- Les eaux océaniques (St02, St05, St09, St13, St14, St20 et St21). Les colonnes d'eau sont homogènes et ne présentent donc pas de gradients particuliers ;
- Les apports en eaux douces apportées par les creeks de la Baie du Prony (St15, St16, St18 et St19). Ces eaux sont stratifiées, particulièrement durant la saison chaude où apparaissent des structures hydrologiques évidentes ;
- Les apports en eaux douces de la Kwé (St06). A cette station, la stratification est encore plus marquée puisque 3 masses d'eau peuvent s'empiler et être nettement distinguées en saison chaude.

D'une saison à l'autre, les températures moyennes dans la Baie de Prony (saison humide :  $24,49 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$  ; saison sèche :  $21,49 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$ ) sont plus froides de quelques dixièmes de degrés que les eaux du Canal de la Havannah (saison humide :  $24,65 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$  ; saison sèche :  $21,72 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ). La différence de température est plus importante en saison sèche car les eaux du Canal de la Havannah, influencées par les eaux océaniques, se refroidissent moins vite que les eaux lagunaires.

Comme attendu au niveau des stations St15, St16, St18 et St19 de la Baie de Prony durant la saison humide, la température et la salinité des eaux de surfaces sont influencées par l'importance et la fréquence des apports en eaux douces via les creeks. Durant la saison sèche ces variations sont moins sensibles. A l'inverse, dans les stations du Canal de la Havannah, les températures et salinités dépendent étroitement de l'influence océanique.

En saison humide, la turbidité et la fluorescence, les stations St02, St05, St07, St09, St13 St14 et St20 montrent des profils identiques avec des valeurs très faibles, respectivement (1 FTU et  $2,5 \text{ mg/m}^3$ ), probablement comparables aux caractéristiques des eaux océaniques. Pour les autres stations du canal (St03 et St06), les profils se distinguent respectivement des précédents par les valeurs plus élevées de la fluorescence notamment à mi-profondeur (pic à environs  $4 \text{ mg/m}^3$ ) et de la turbidité qui atteint 3,5 FTU dans le néphéloïde benthique.

Ailleurs, les stations St15, St16, St18 et St19 sont fortement sujettes aux influences terrigènes et permettent de noter l'apparition de couches turbides, (i) à mi-profondeur (St15) appuyées sur la thermocline engendrée par les apports en eaux douces ; (ii) adossées sur le fond, comme en St16 où les valeurs dépassent amplement les 4 FTU. Les profils fluorimétriques montrent l'existence de veines d'eau enrichies en chlorophylle notamment à mi-profondeur.

Pour la saison sèche, les stations St02, St05, St07, St09, St13, St14, St20 et St21 montrent des similitudes de comportement entre elles et pratiquement d'une saison à l'autre. En effet, les

profils de fluorimétrie et de turbidité sont homogènes sur toute la colonne d'eau et seules les valeurs de fluorimétrie diffèrent faiblement entre les saisons humide et sèche. Pour les stations St03 et St18, proches des influences terrigènes, les profils restent peu variables. Enfin, près des côtes et en particulier aux stations St06 et St15, les influences terrigènes sont clairement identifiables.

En ce qui concerne le suivi de la station St16 (Port de commerce), les valeurs de température et salinité mettent en évidence une stratification des eaux tout le long de l'année et particulièrement pour les 3 premières campagnes. En effet, bien que beaucoup moins visible, cette structure est également notée pour la campagne de novembre 2009 et se singularise par la présence de masses d'eau de plus faible salinité dans les 10 à 15 premiers mètres de la colonne.

Pour la fluorescence et la turbidité, les profils de St16 montrent des variations similaires d'une campagne à l'autre. En effet, un pic de fluorescence ( $0,1 \text{ mg.m}^{-3}$ ) est observable vers 15 m de profondeur, en mars et mai, puis à 30 m en saison sèche (août). Quant à la turbidité, elle augmente systématiquement à partir de 40 m de profondeur et un néphéloïde benthique se forme.

**Tableau 4 :** Synthèse des valeurs de température, fluorescence, turbidité et salinité dans la zone d'étude en saison humide (16 au 20 mars 2009).

|                             |            | Température | Fluorescence | Turbidité | Salinité |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------|-----------|----------|
| <b>Domaine entier</b>       | Min        | 22,18       | 0,029        | 0,955     | 34,65    |
|                             | Max        | 24,94       | 0,116        | 7,872     | 36,28    |
|                             | Moyenne    | 24,57       | 0,077        | 1,339     | 34,86    |
|                             | Ecart-type | 0,07        | 0,004        | 0,239     | 0,89     |
| <b>Canal de la Havannah</b> | Min        | 22,38       | 0,029        | 0,955     | 34,65    |
|                             | Max        | 24,94       | 0,114        | 4,833     | 35,03    |
|                             | Moyenne    | 24,65       | 0,074        | 1,200     | 34,84    |
|                             | Ecart-type | 0,08        | 0,005        | 0,157     | 0,86     |
| <b>Baie du Prony</b>        | Min        | 22,66       | 0,037        | 1,079     | 34,65    |
|                             | Max        | 24,80       | 0,108        | 7,872     | 36,28    |
|                             | Moyenne    | 24,49       | 0,080        | 1,558     | 34,91    |
|                             | Ecart-type | 0,04        | 0,003        | 0,284     | 0,62     |

**Tableau 5 :** Valeurs de température, fluorescence, turbidité et salinité de la station St16 le 14 mai 2009.

|            | Température | Fluorescence | Turbidité | Salinité |
|------------|-------------|--------------|-----------|----------|
| Min        | 24,197      | 0,044        | 1,066     | 32,13    |
| Max        | 24,621      | 0,108        | 11,86     | 35,06    |
| Moyenne    | 24,403      | 0,072        | 1,522     | 34,88    |
| Ecart-type | 0,104       | 0,013        | 1,379     | 0,19     |

**Tableau 6 :** Synthèse des valeurs de température, fluorescence, turbidité et salinité dans la zone d'étude en saison sèche (10 au 14 août 2009).

|                             |            | Température | Fluorescence | Turbidité | Salinité |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------|-----------|----------|
| <b>Domaine entier</b>       | Min        | 18,78       | 0,038        | 1,036     | 34,69    |
|                             | Max        | 21,97       | 0,124        | 5,086     | 35,24    |
|                             | Moyenne    | 21,62       | 0,074        | 1,368     | 35,05    |
|                             | Ecart-type | 0,06        | 0,006        | 0,214     | 0,73     |
| <b>Canal de la Havannah</b> | Min        | 21,52       | 0,0513       | 1,0355    | 34,65    |
|                             | Max        | 21,97       | 0,102        | 2,426     | 35,24    |
|                             | Moyenne    | 21,72       | 0,076        | 1,249     | 35,14    |
|                             | Ecart-type | 0,02        | 0,004        | 0,080     | 0,05     |
| <b>Baie du Prony</b>        | Min        | 18,78       | 0,038        | 1,203     | 34,69    |
|                             | Max        | 21,88       | 0,124        | 5,086     | 35,18    |
|                             | Moyenne    | 21,49       | 0,071        | 1,526     | 34,92    |
|                             | Ecart-type | 0,09        | 0,006        | 0,263     | 1,21     |

**Tableau 7 :** Valeurs de température et salinité de la station St16 le 05 novembre 2009. (-) = mesure non acquise, défaut des capteurs.

|            | Température | Fluorescence | Turbidité | Salinité |
|------------|-------------|--------------|-----------|----------|
| Min        | 23,07       | -            | -         | 35,29    |
| Max        | 23,39       | -            | -         | 35,39    |
| Moyenne    | 23,17       | -            | -         | 35,38    |
| Ecart-type | 0,07        | -            | -         | 0,02     |

## Eléments majeurs

Les résultats d'analyses pour les ions majeurs sont conformes aux valeurs attendues et similaires avec celles obtenues lors des campagnes de suivi précédentes (Convention IRD-GoroNi N°2172, 2008). Les concentrations de l'ensemble des stations du domaine étudié pour les 4 campagnes sont regroupées dans l'annexe 2.

## Carbonates (Station St16)

Les résultats d'analyses de l'alcalinité carbonatée est conforme aux valeurs attendues, elles sont comprises entre 2,05 et 2,35 eq/l.

Les concentrations au niveau de la station St16 sont regroupées dans l'Annexe 2.

## Sels nutritifs dissous

Les concentrations des sels nutritifs pour les 4 campagnes réalisées en 2009 sont répertoriées dans les tableaux 8 et 9 et l'annexes 3

## Ammonium

Rappel : Dans le milieu marin, la forme prépondérante de l'azote ammoniacal est l'ammonium. Naturellement, il provient des excréments 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 en ammonium pour l'ensemble de la zone étudiée (Canal de la Havannah et Baie du Prony) sont à peu près similaires en saison humide (Moyenne =  $0,056 \pm 0,043 \mu\text{mol/L}$ ) et en saison sèche (Moyenne =  $0,060 \pm 0,034 \mu\text{mol/L}$ ) (Tableaux 8 et 9, annexe 3).

Toutefois, pour la saison sèche, les stations St02, St06 et St09 se distinguent par des valeurs constantes dans la colonne d'eau et bien plus faibles que partout ailleurs (Moyenne =  $0,029 \pm 0,009 \mu\text{mol/L}$ ) : Ces valeurs suggèrent l'entrée de masses d'eau océanique.

En saison chaude, cette différenciation n'est pas évidente. Une explication à cette observation est peut être à trouver dans l'échantillonnage lui-même qui a été réalisé, pour la saison sèche, uniquement à marée montante (Figure 3). Ailleurs, les concentrations sont plus hétérogènes et sont fonction des quantités d'apports terrigènes et/ou marins.

### 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 ( $\text{NO}_3$ ). 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.

Comme pour l'ammonium, cette forme de l'azote trace les différentes masses d'eau et leurs productions primaires. Les valeurs sont groupées dans les tableaux 8 et 9 ainsi que l'annexe 3.

En saison humide, pour l'ensemble de la zone étudiée, les concentrations en *nitrates+nitrites* sont comprises entre  $0,004 \mu\text{mol.L}^{-1}$  et  $0,163 \mu\text{mol.L}^{-1}$  avec une moyenne qui se situe à  $0,056 \pm 0,043 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Les concentrations en Baie de Prony ( $0,50 \pm 0,55$ ) sont un peu plus élevées que celles du Canal de la Havannah ( $0,44 \pm 0,27$ ).

En saison sèche, les concentrations en *nitrates+nitrites* sont comprises entre  $0,003 \mu\text{mol.L}^{-1}$  et  $0,397 \mu\text{mol.L}^{-1}$  avec une moyenne globale qui se situe à  $0,060 \pm 0,034 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Contrairement aux concentrations en saison humide, les concentrations en Baie de Prony ( $0,068 \pm 0,069$ ) sont, en moyenne, 3 fois plus faibles que celles du Canal de la Havannah ( $0,196 \pm 0,124$ ). Par ailleurs, comme pour l'ammonium, les stations St02, St05 et St09 traduisent l'influence océanique. En effet, leurs niveaux de concentration sont relativement constants dans la colonne d'eau et d'autre part, les valeurs de nitrates sont les plus élevées ( $0,284 \pm 0,044 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ).

### Phosphates

Rappel : Dans l'eau de mer le phosphore dissous est essentiellement présent sous forme d'ions orthophosphates. 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.

Les valeurs sont groupées dans les tableaux 8 et 9 ainsi que l'annexe 3.

En saison humide, les concentrations sont relativement homogènes dans toute la zone étudiée avec cependant des augmentations dans les couches de fond. Cette observation est particulièrement nette dans les eaux de fond au niveau des stations les plus influencées par les sources terrigènes, comme en St15 et St19 où les concentrations atteignent les valeurs maximales.



En saison sèche, le phénomène inverse se produit : les eaux des stations côtières, moins sujettes aux apports terrigènes compte tenu de la diminution des précipitations atmosphériques, contiennent peu de phosphates alors que les eaux océaniques (St02, St05 et St09) en sont enrichies.

## 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 qui peut devenir insuffisante par suite 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 valeurs sont groupées dans les tableaux 8 et 9 ainsi que l'annexe 3.

En saison humide comme en saison sèche, les niveaux de concentration des silicates est variable pour toute la zone étudiée. Ainsi, les valeurs diffèrent uniquement en fonction de l'origine des eaux ce qui permet de distinguer clairement les influences océaniques (St02, St05 et St09 mais aussi St07, St13 et St21) des influences terrigènes (St15, St16, ...).

**Tableau 8** : Concentrations en sels nutritifs dissous (nitrates+nitrites, ammonium, phosphates et silicates) dans la zone d'étude en saison humide (du 16 au 20 mars 2009).

|                             |            | NH <sub>4</sub><br>(µmol/L) | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub><br>(µmol/L) | PO <sub>4</sub><br>(µmol/L) | SiO <sub>4</sub><br>(µmol/L) |
|-----------------------------|------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| <b>Domaine entier</b>       | Min        | 0,004                       | 0,020                                        | 0,013                       | 0,67                         |
|                             | Max        | 0,163                       | 1,740                                        | 0,171                       | 6,39                         |
|                             | Moyenne    | 0,056                       | 0,464                                        | 0,048                       | 4,73                         |
|                             | Ecart-type | 0,043                       | 0,386                                        | 0,028                       | 1,02                         |
| <b>Canal de la Havannah</b> | Min        | 0,009                       | 0,103                                        | 0,013                       | 3,69                         |
|                             | Max        | 0,136                       | 1,050                                        | 0,061                       | 6,04                         |
|                             | Moyenne    | 0,053                       | 0,436                                        | 0,040                       | 4,74                         |
|                             | Ecart-type | 0,033                       | 0,268                                        | 0,015                       | 0,57                         |
| <b>Baie du Prony</b>        | Min        | 0,004                       | 0,020                                        | 0,023                       | 3,65                         |
|                             | Max        | 0,163                       | 1,740                                        | 0,171                       | 6,39                         |
|                             | Moyenne    | 0,057                       | 0,497                                        | 0,056                       | 4,76                         |
|                             | Ecart-type | 0,045                       | 0,554                                        | 0,041                       | 0,75                         |

**Tableau 9 :** Concentrations en sels nutritifs dissous (nitrates+nitrites, ammonium, phosphates et silicates) dans la zone d'étude en saison sèche (du 10 au 14 août 2009).

|                             |            | NH4<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NO2+NO3<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | PO4<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | SiO4<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) |
|-----------------------------|------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Domaine entier</b>       | Min        | 0,005                        | 0,003                            | 0,010                        | 0,919                         |
|                             | Max        | 0,148                        | 0,397                            | 0,117                        | 4,313                         |
|                             | Moyenne    | 0,060                        | 0,060                            | 0,047                        | 1,979                         |
|                             | Ecart-type | 0,034                        | 0,034                            | 0,022                        | 0,879                         |
| <b>Canal de la Havannah</b> | Min        | 0,019                        | 0,005                            | 0,023                        | 0,919                         |
|                             | Max        | 0,139                        | 0,397                            | 0,117                        | 3,839                         |
|                             | Moyenne    | 0,058                        | 0,196                            | 0,058                        | 1,566                         |
|                             | Ecart-type | 0,034                        | 0,124                            | 0,018                        | 0,631                         |
| <b>Baie du Prony</b>        | Min        | 0,005                        | 0,003                            | 0,010                        | 1,422                         |
|                             | Max        | 0,148                        | 0,198                            | 0,086                        | 4,313                         |
|                             | Moyenne    | 0,059                        | 0,068                            | 0,035                        | 2,600                         |
|                             | Ecart-type | 0,038                        | 0,069                            | 0,021                        | 0,944                         |

## Carbone, azote et phosphore organiques

La distinction entre la matière dissoute et particulaire est arbitraire, cependant dans les études environnementales, il est admis que la limite de taille pour les séparer est de  $0,45 \mu\text{m}$  (Strickland et Parsons, 1972). Les résultats sont regroupés dans l'annexe 3.

### Azote et phosphore 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.

L'azote organique dissous ne présente pas de distribution spatiale particulière, les concentrations ne montrent aucun gradient horizontal ni vertical bien défini ni en saison sèche et ni en saison humide. On peut cependant remarquer que les concentrations d'azote dissous sont légèrement plus élevées en saison sèche ( $3,304 \pm 0,897 \mu\text{mol/L}$ ) qu'en saison humide ( $2,492 \pm 1,099 \mu\text{mol/L}$ ) sur l'ensemble du domaine (Tableau 10 et 11).

Contrairement à l'azote organique dissous, les concentrations de phosphore organique dissous montrent une distribution spatiale. Ainsi, elles sont plus élevées en Baie de Prony que dans le Canal de la Havannah. D'un point de vue de la saisonnalité, les valeurs moyennes dans le Canal de la Havannah sont de  $0,166 \pm 0,0704 \mu\text{mol/L}$  et  $0,510 \pm 0,146 \mu\text{mol/L}$  et en Baie de Prony de  $0,244 \pm 0,082 \mu\text{mol/L}$  et de  $0,672 \pm 0,101 \mu\text{mol/L}$  en saison humide et saison sèche respectivement (Tableau 10 et 11).

### Azote, phosphore et carbone particulaires

Rappel : La fraction particulaire de ces éléments est constituée des matières en suspension de tailles diverses qui sont transportées au sein des masses d'eau. Leur origine est également océanique, terrestre voir éolienne. Les concentrations présentent d'ordinaire un gradient de

côte-large et peuvent montrer des discontinuités verticales en fonction de l'existence ou non de couches turbides.

Le Canal de La Havannah (saison humide :  $1,911 \pm 0,999 \mu\text{mol/L}$  ; saison sèche :  $1,027 \pm 0,789 \mu\text{mol/L}$ ) présente systématiquement des concentrations d'azote organique particulaire plus élevées que la Baie de Prony (saison humide :  $1,607 \pm 0,699 \mu\text{mol/L}$  ; saison sèche :  $0,616 \pm 0,423 \mu\text{mol/L}$ ). Cette différence est plus marquée en saison sèche où les concentrations sont presque 2 fois moins élevées qu'en saison humide :  $1,755 \pm 0,859 \mu\text{mol/L}$  (saison humide),  $0,934 \pm 0,890 \mu\text{mol/L}$  (saison sèche). Aucun gradient vertical n'est observé (Tableau 10 et 11).

Le phosphore organique particulaire ne montre aucune répartition spatiale particulière en saison humide alors qu'en saison sèche, les concentrations sont légèrement plus élevées dans le Canal de la Havannah ( $0,066 \pm 0,059 \mu\text{mol/L}$ ) qu'en Baie de Prony ( $0,059 \pm 0,013 \mu\text{mol/L}$ ). Le phosphore particulaire organique ne présente pas de gradient vertical. Comme pour l'azote organique particulaire, on observe que les concentrations sont plus élevées en saison humide ( $0,076 \pm 0,019 \mu\text{mol/L}$ ) qu'en saison sèche ( $0,062 \pm 0,046 \mu\text{mol/L}$ ) sur l'ensemble du domaine étudié (Tableau 10 et 11).

Les concentrations de carbone organique sont 2 fois plus élevées en saison humide ( $15,41 \pm 4,78 \mu\text{mol/L}$ ) qu'en saison sèche ( $8,17 \pm 3,67 \mu\text{mol/L}$ ). On peut également remarquer que les concentrations du Canal de la Havannah (saison humide :  $13,16 \pm 3,13 \mu\text{mol/L}$  ; saison sèche :  $6,55 \pm 1,83 \mu\text{mol/L}$ ) sont nettement supérieures à celles observées dans la Baie de Prony (saison humide :  $1,607 \pm 0,699 \mu\text{mol/L}$  ; saison sèche :  $0,616 \pm 0,423 \mu\text{mol/L}$ ) (Tableau 10 et 11).

#### Station St16 :

Les concentrations en phosphore et azote organique dissous sont plus élevées lors des campagnes de mai et août alors que les concentrations en azote et carbone organique particulaire montrent une tendance inverse. Les concentrations en phosphore organique particulaire diminuent de mars à novembre (Tableau 12).

**Tableau 10 :** Concentrations en carbone, azote et phosphore organiques dissous et particulaires dans la zone d'étude en saison humide (16-20 mars 2009).

| 16-20 mars 2009             |            | POD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NOD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | POP<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NOP(tec)<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NOP(CHN)<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | C org<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) |
|-----------------------------|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Domaine entier</b>       | Min        | 0,064                        | 0,676                        | 0,051                        | 0,908                             | 0,961                             | 8,41                           |
|                             | Max        | 0,374                        | 4,455                        | 0,119                        | 2,397                             | 5,013                             | 28,07                          |
|                             | Moyenne    | 0,191                        | 2,492                        | 0,076                        | 1,466                             | 1,755                             | 15,41                          |
|                             | Ecart-type | 0,085                        | 1,099                        | 0,019                        | 0,421                             | 0,859                             | 4,78                           |
| <b>Canal de la Havannah</b> | Min        | 0,064                        | 0,676                        | 0,051                        | 0,908                             | 0,961                             | 8,85                           |
|                             | Max        | 0,322                        | 3,786                        | 0,119                        | 2,397                             | 5,013                             | 28,07                          |
|                             | Moyenne    | 0,166                        | 2,536                        | 0,073                        | 1,397                             | 1,911                             | 17,45                          |
|                             | Ecart-type | 0,074                        | 0,860                        | 0,020                        | 0,445                             | 0,999                             | 5,19                           |
| <b>Baie du Prony</b>        | Min        | 0,124                        | 1,513                        | 0,056                        | 1,026                             | 1,024                             | 8,41                           |
|                             | Max        | 0,374                        | 4,455                        | 0,111                        | 2,235                             | 3,821                             | 18,57                          |
|                             | Moyenne    | 0,244                        | 2,665                        | 0,076                        | 1,466                             | 1,607                             | 13,16                          |
|                             | Ecart-type | 0,082                        | 0,722                        | 0,017                        | 0,371                             | 0,699                             | 3,13                           |

**Tableau 11 :** Concentrations en carbone, azote et phosphore organiques dissous et particulaires dans la zone d'étude en saison sèche (10-14 août 2009).

| 10-14 mars 2009         |            | POD<br>( $\mu\text{M}$ ) | NOD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | POP<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NOP (CHN)<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | C Org<br>(CHN) |
|-------------------------|------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Domaine entier          | Min        | 0,232                    | 1,559                        | 0,032                        | 0,108                              | 5,24           |
|                         | Max        | 0,899                    | 4,593                        | 0,337                        | 3,280                              | 21,69          |
|                         | Moyenne    | 0,585                    | 3,304                        | 0,062                        | 0,934                              | 7,43           |
|                         | Ecart-type | 0,155                    | 0,897                        | 0,046                        | 0,890                              | 3,08           |
| Canal de la<br>Havannah | Min        | 0,232                    | 1,559                        | 0,036                        | 0,216                              | 5,27           |
|                         | Max        | 0,837                    | 4,593                        | 0,337                        | 3,280                              | 21,69          |
|                         | Moyenne    | 0,510                    | 3,277                        | 0,066                        | 1,027                              | 8,17           |
|                         | Ecart-type | 0,146                    | 0,752                        | 0,059                        | 0,789                              | 3,67           |
| Baie du Prony           | Min        | 0,533                    | 2,446                        | 0,042                        | 0,108                              | 5,24           |
|                         | Max        | 0,899                    | 4,253                        | 0,086                        | 1,721                              | 12,29          |
|                         | Moyenne    | 0,672                    | 3,537                        | 0,059                        | 0,616                              | 6,55           |
|                         | Ecart-type | 0,101                    | 0,448                        | 0,013                        | 0,423                              | 1,83           |

**Tableau 12 :** Evolution des concentrations moyennes de carbone, azote et phosphore organique à la station St16 en 2009.

|          | POD ( $\mu\text{mol/L}$ ) |        | NOD ( $\mu\text{mol/L}$ ) |        | POP ( $\mu\text{mol/L}$ ) |        | NOP (CHN) ( $\mu\text{mol/L}$ ) |        | C Org ( $\mu\text{mol/L}$ ) |        |
|----------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
|          | Moyenne                   | E-type | Moyenne                   | E-type | Moyenne                   | E-type | Moyenne                         | E-type | Moyenne                     | E-type |
| Mars     | 0,23                      | 0,07   | 2,57                      | 0,13   | 0,1                       | 0,02   | 1,4                             | 0,20   | 11,5                        | 0,48   |
| Mai      | 0,65                      | 0,07   | 3,17                      | 0,09   | 0,07                      | 0,01   | 0,94                            | 0,20   | 6,83                        | 1,13   |
| Août     | 0,59                      | 0,03   | 3,61                      | 0,24   | 0,06                      | 0,01   | 0,62                            | 0,20   | 5,63                        | 0,43   |
| Novembre | 0,21                      | 0,02   | 2,77                      | 0,09   | 0,04                      | 0,01   | 0,88                            | 0,39   | 7,16                        | 2,09   |

## 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 résultats d'analyse de la chlorophylle **a** et des phéopigments sont regroupés dans l'annexe 3.

Les concentrations en chlorophylle **a** sont légèrement plus élevées en Baie de Prony ( $0,60 \pm 0,31 \mu\text{g/l}$ ) que dans le Canal de la Havannah ( $0,54 \pm 0,13 \mu\text{g/l}$ ) en saison humide alors qu'en saison sèche, on ne remarque pas de différence entre ces deux zones (Havannah :  $0,33 \pm 0,10 \mu\text{g/l}$  ; Prony :  $0,33 \pm 0,18 \mu\text{g/l}$ ). Les concentrations de chlorophylle **a** ne varient pas en fonction de la profondeur.

On observe également des concentrations de phéopigments plus élevées en saison humide ( $0,24 \pm 0,08 \mu\text{g/l}$ ) comparées à celles de la saison sèche ( $0,15 \pm 0,07 \mu\text{g/l}$ ). Comme pour la chlorophylle **a**, aucune variation particulière avec la profondeur n'est observée. Les concentrations de phéopigments sont légèrement plus élevées dans le Canal de la Havannah ( $0,17 \pm 0,06 \mu\text{g/l}$ ) qu'en Baie de Prony ( $0,13 \pm 0,09 \mu\text{g/l}$ ) en saison sèche alors que cette

variation n'est pas observée en saison humide (Havannah :  $0,25 \pm 0,06 \mu\text{g/l}$  ; Prony :  $0,22 \pm 0,12 \mu\text{g/l}$ ).

En ce qui concerne la station St16, les concentrations de chlorophylle **a** sont plus élevées durant le mois de mars que les mois de mai et août 2009. Les concentrations de phéopigments ne montrent aucune tendance particulière.

## **Hydrocarbures totaux**

L'analyse des 4 séries de prélèvements de la station St16 (Annexe 4), n'a pas permis de mettre en évidence des concentrations en hydrocarbures totaux supérieures à la limite de détection de la méthode ( $\text{Id} < 0,05 \text{ mg. L}^{-1}$ ).

## **Distribution des métaux dissous dans la colonne d'eau**

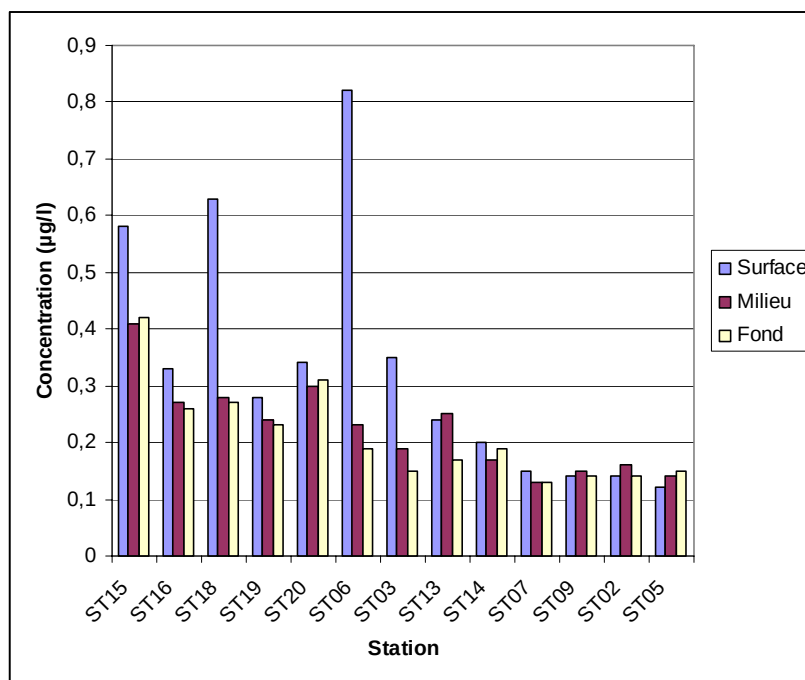
Les résultats d'analyses des métaux dissous sont regroupés dans l'Annexe 5.

En saison humide et pour l'ensemble des zones étudiées (Tableau 13), les concentrations en éléments métalliques tels que Cr(VI), Co, Mn et Ni, se distribuent selon un gradient côte-large bien individualisé (Figure 6). Ainsi, il est possible de distinguer clairement les masses d'eau océaniques (St02, St05, St07, St09, voire St14) dont les concentrations sont parmi les plus basses et particulièrement homogènes le long de la colonne d'eau. Le cobalt est le meilleur exemple de cette distribution type. D'autres métaux comme Cu et Zn, montrent un comportement totalement inverse, ces métaux étant à l'état de traces dans les roches latéritiques, les concentrations dans les eaux des stations côtières (Ex. : St06, St15...) peuvent être plus de 4 fois plus faibles. Les autres éléments, As,  $\text{Cr}_{\text{total}}$ , ne montrent pas un gradient de concentration particulier.

Les concentrations en Cd et Pb sont en dessous des 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).

La Baie du Prony, ainsi que la Baie Kwé ; se singularisent par des concentrations en métaux plus élevées que dans le Canal de la Havannah. Cette zonation avait déjà été mise en évidence plusieurs fois en saisons sèche et humide (Convention IRD-GoroNi, n°1312). Ainsi, par exemple, les concentrations sont respectivement de l'ordre de  $0,53 \pm 0,07$  pour Mn et  $0,62 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$  pour Ni dans la Baie du Prony et de  $0,32 \pm 0,03$  et  $0,38 \pm 0,01 \mu\text{g/L}$  dans le Canal de la Havannah (Tableau 13, Annexe 5) ;

D'autre part, les très faibles concentrations de fer déterminées dans la Passe de la Havannah sont à mettre en parallèle avec les concentrations en phosphates et chlorophylle plus fortes que dans eaux du reste du Canal de la Havannah. En effet, cette relation est en parfait accord avec les mécanismes de consommation d'une fraction du fer dissous qui entre dans les cycles de la production primaire et notamment de développement du phytoplancton.

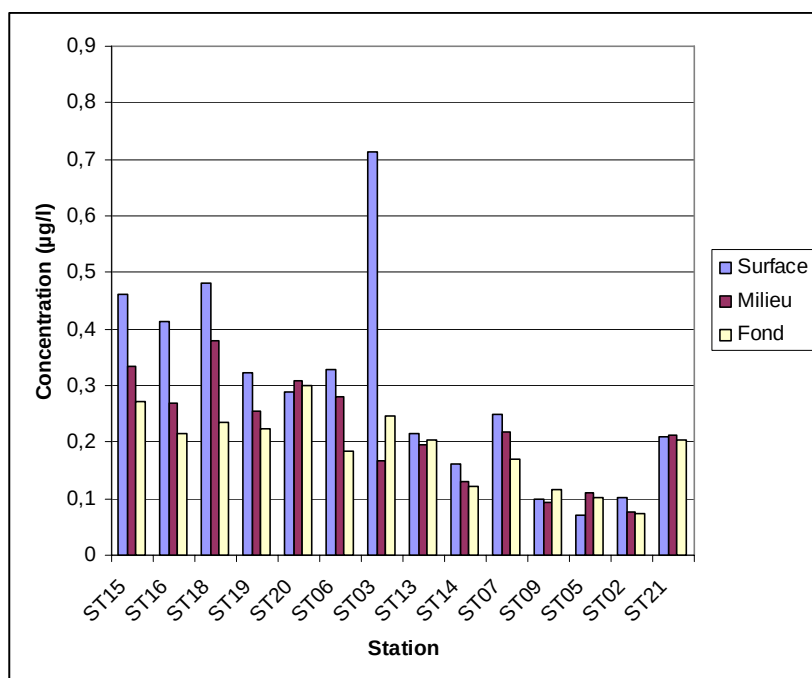


**Figure 6 :** Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte. Mise en évidence de l'influence des apports de la rivière Kwé (St06) et du Creek de Rade Nord (St15) lors de la campagne en saison humide (mars 2009).

**Tableau 13 :** Valeurs moyennes et domaines de variations des concentrations en métaux dissous pour la campagne en saison humide.

|                      |         | As (µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Co (µg/l) | Cu (µg/l) | Fe (µg/l) | Mn (µg/l) | Ni (µg/l) | Zn (µg/l) |
|----------------------|---------|-----------|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Domaine entier       | Min     | 0,15      | 0,09             | 0,17              | 0,01      | 0,03      | 0,04      | 0,09      | 0,12      | 0,10      |
|                      | Max     | 0,62      | 0,41             | 0,73              | 0,10      | 0,16      | 1,02      | 0,66      | 0,82      | 0,96      |
|                      | Moyenne | 0,36      | 0,16             | 0,35              | 0,04      | 0,07      | 0,15      | 0,24      | 0,26      | 0,32      |
|                      | E-type  | 0,10      | 0,06             | 0,15              | 0,02      | 0,03      | 0,16      | 0,14      | 0,15      | 0,14      |
| Canal de la Havannah | Min     | 0,15      | 0,09             | 0,18              | 0,01      | 0,03      | 0,07      | 0,09      | 0,12      | 0,10      |
|                      | Max     | 0,48      | 0,28             | 0,73              | 0,10      | 0,10      | 1,02      | 0,66      | 0,82      | 0,96      |
|                      | Moyenne | 0,33      | 0,14             | 0,38              | 0,03      | 0,07      | 0,19      | 0,18      | 0,20      | 0,36      |
|                      | E-type  | 0,09      | 0,04             | 0,17              | 0,02      | 0,03      | 0,21      | 0,13      | 0,15      | 0,19      |
| Baie de Prony        | Min     | 0,17      | 0,14             | 0,17              | 0,02      | 0,03      | 0,07      | 0,18      | 0,17      | 0,19      |
|                      | Max     | 0,62      | 0,41             | 0,58              | 0,10      | 0,09      | 0,15      | 0,57      | 0,63      | 0,36      |
|                      | Moyenne | 0,39      | 0,21             | 0,31              | 0,05      | 0,05      | 0,10      | 0,32      | 0,32      | 0,28      |
|                      | E-type  | 0,12      | 0,07             | 0,11              | 0,02      | 0,02      | 0,03      | 0,13      | 0,13      | 0,04      |

En ce qui concerne la saison sèche (Tableau 14, annexe 3) et pour l'ensemble des zones étudiées, les concentrations en éléments métalliques tels que Cr(VI), Mn et Ni se distribuent également selon un gradient côte-large bien individualisé (Figure 7) qui permet de mettre en évidence les influences océaniques aux stations St02, St05, St07, St09 et St14. Les éléments Cr<sub>total</sub> et Co suivent des tendances similaires bien que moins marquées. D'autres métaux comme Cu et Zn, montrent un comportement totalement inverse, ces métaux étant, encore une fois, à l'état de traces dans les roches latéritiques, les concentrations dans les eaux des stations côtières (Ex. : St06...) peuvent être plus de 5-6 fois plus faibles. Les autres éléments, As et Fe ne montrent pas un gradient de concentration particulier.



**Figure 7 :** Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte. Mise en évidence de l'influence des apports du Creek de Rade Nord (St15) lors de la campagne en saison sèche (août 2009).

**Tableau 14 :** Valeurs moyennes et domaines de variations des concentrations en métaux dissous pour la campagne en saison sèche. (<ld) = inférieur à la limite de détection.

|                      |         | As (µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Co (µg/l) | Cu (µg/l) | Fe (µg/l) | Mn (µg/l) | Ni (µg/l) | Zn (µg/l) |
|----------------------|---------|-----------|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Domaine entier       | Min     | 0,93      | 0,12             | 0,17              | < ld      | < ld      | 0,03      | 0,05      | 0,07      | <ld       |
|                      | Max     | 1,81      | 0,43             | 0,71              | 0,13      | 0,08      | 0,26      | 0,47      | 0,71      | 0,80      |
|                      | Moyenne | 1,34      | 0,20             | 0,32              | 0,03      | 0,02      | 0,11      | 0,17      | 0,23      | 0,13      |
|                      | E-type  | 0,17      | 0,07             | 0,10              | 0,02      | 0,02      | 0,05      | 0,10      | 0,13      | 0,15      |
| Canal de la Havannah | Min     | 0,93      | 0,12             | 0,18              | < ld      | < ld      | 0,07      | 0,05      | 0,07      | < ld      |
|                      | Max     | 1,81      | 0,31             | 0,46              | 0,07      | 0,08      | 0,24      | 0,47      | 0,71      | 0,80      |
|                      | Moyenne | 1,34      | 0,17             | 0,28              | 0,02      | 0,02      | 0,11      | 0,14      | 0,18      | 0,15      |
|                      | E-type  | 0,19      | 0,04             | 0,07              | 0,02      | 0,02      | 0,04      | 0,10      | 0,13      | 0,20      |
| Baie de Prony        | Min     | 1,15      | 0,17             | 0,24              | < ld      | < ld      | 0,03      | 0,14      | 0,20      | 0,02      |
|                      | Max     | 1,55      | 0,43             | 0,71              | 0,13      | 0,05      | 0,12      | 0,36      | 0,48      | 0,22      |
|                      | Moyenne | 1,37      | 0,25             | 0,38              | 0,04      | 0,02      | 0,08      | 0,22      | 0,30      | 0,11      |
|                      | E-type  | 0,13      | 0,08             | 0,12              | 0,03      | 0,01      | 0,03      | 0,08      | 0,10      | 0,05      |

### Station St16

Les dosages trimestriels des métaux mettent en évidence une très faible variation des niveaux de concentration le long de l'année (Figures 8 et 9). On peut cependant remarquer que les eaux de surface sont systématiquement plus riches en métaux dissous.



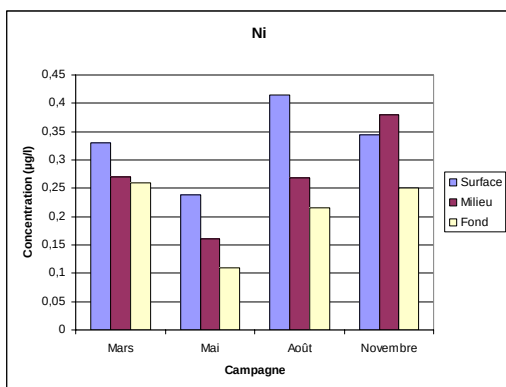


Figure 8 : Evolution des concentrations de Ni à la station St16

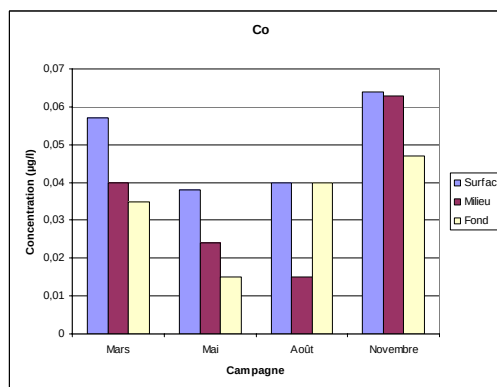


Figure 9 : Evolution des concentrations de Co à la station St16

## CONCLUSION

Pour toute l'aire d'études et hormis l'azote organique particulaire (NOP) et la silice ( $\text{SiO}_4$ ) qui sont en fortes augmentations en termes de concentrations, les valeurs pour les autres paramètres sont, d'une manière générale, proches de ceux observés pour les années précédentes (Tableau 15). Cette observation est notamment avérée pour la chlorophylle et les phosphates ( $\text{PO}_4$ ). Seul l'azote organique dissous (NOD) est en légère diminution.

**Tableau 15 :** Comparatif des concentrations en POP, NOP, Chlophyllle, Phéopigments,  $\text{NH}_4$ , POD, NOD,  $\text{NO}_2+\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  et  $\text{SiO}_4$  pour les campagnes de 2007, 2008 et 2009. (<ld) = Valeur inférieure à la limite de détection.

|                      |      | POP (µmol/L) |       |       | NOP (µmol/L) |       |       | Chlorophylle a (µg/L) |      |      | Phéopigments (µg/L) |      |      | $\text{NH}_4$ (µmol/L) |       |       | POD (µmol/L) |      |      |
|----------------------|------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-----------------------|------|------|---------------------|------|------|------------------------|-------|-------|--------------|------|------|
| Année                |      | 2007         | 2008  | 2009  | 2007         | 2008  | 2009  | 2007                  | 2008 | 2009 | 2007                | 2008 | 2009 | 2007                   | 2008  | 2009  | 2007         | 2008 | 2009 |
| Domaine entier       | Min  | 0,007        | 0,033 | 0,042 | 0,001        | 0,341 | 0,535 | 0,2                   | 0,09 | 0,21 | 0,04                | 0,05 | 0,06 | 0,010                  | 0,001 | 0,005 | 0,16         | 0,11 | 0,15 |
|                      | Max  | 0,107        | 0,115 | 0,228 | 1,750        | 1,321 | 4,147 | 0,97                  | 0,98 | 1,05 | 0,30                | 0,47 | 0,44 | 0,410                  | 0,100 | 0,156 | 0,28         | 0,32 | 0,64 |
|                      | Mean | 0,051        | 0,078 | 0,069 | 0,513        | 0,733 | 1,345 | 0,43                  | 0,43 | 0,47 | 0,15                | 0,17 | 0,20 | 0,090                  | 0,020 | 0,058 | 0,21         | 0,19 | 0,39 |
| Canal de la Havannah | Min  | 0,013        | 0,033 | 0,044 | 0,001        | 0,341 | 0,589 | 0,2                   | 0,09 | 0,26 | 0,04                | 0,11 | 0,11 | 0,010                  | 0,001 | 0,014 | 0,16         | 0,11 | 0,15 |
|                      | Max  | 0,099        | 0,102 | 0,228 | 1,700        | 1,321 | 4,147 | 0,59                  | 0,98 | 0,65 | 0,28                | 0,47 | 0,36 | 0,410                  | 0,070 | 0,138 | 0,28         | 0,32 | 0,58 |
|                      | Mean | 0,053        | 0,07  | 0,070 | 0,657        | 0,701 | 1,469 | 0,4                   | 0,43 | 0,44 | 0,15                | 0,19 | 0,21 | 0,400                  | 0,190 | 0,056 | 0,35         | 0,18 | 0,34 |
| Baie du Prony        | Min  | 0,007        | 0,075 | 0,049 | 0,002        | 0,697 | 0,566 | 0,27                  | 0,16 | 0,22 | 0,07                | 0,05 | 0,06 | 0,010                  | 0,010 | 0,005 | 0,17         | 0,16 | 0,33 |
|                      | Max  | 0,058        | 0,115 | 0,099 | 0,014        | 1,115 | 2,771 | 0,59                  | 0,57 | 1,05 | 0,23                | 0,23 | 0,44 | 0,170                  | 0,100 | 0,156 | 0,23         | 0,28 | 0,64 |
|                      | Mean | 0,037        | 0,093 | 0,068 | 0,008        | 0,851 | 1,112 | 0,43                  | 0,39 | 0,47 | 0,13                | 0,13 | 0,18 | 0,040                  | 0,020 | 0,058 | 0,20         | 0,20 | 0,46 |

|                      |      | NOD (µmol/L) |      |      | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> (µmol/L) |      |      | PO <sub>4</sub> (µmol/L) |      |      | SiO <sub>4</sub> (µmol/L) |      |      |
|----------------------|------|--------------|------|------|-------------------------------------------|------|------|--------------------------|------|------|---------------------------|------|------|
| Année                |      | 2007         | 2008 | 2009 | 2007                                      | 2008 | 2009 | 2007                     | 2008 | 2009 | 2007                      | 2008 | 2009 |
| Domaine entier       | Min  | 3,97         | 2,55 | 1,12 | <ld                                       | 0,01 | 0,01 | <ld                      | 0,01 | 0,01 | 0,43                      | 0,80 | 0,80 |
|                      | Max  | 9,89         | 4,85 | 4,52 | 4,92                                      | 0,11 | 1,07 | 0,13                     | 0,08 | 0,15 | 4,07                      | 3,02 | 5,35 |
|                      | Mean | 5,23         | 3,97 | 2,90 | 0,27                                      | 0,06 | 0,26 | 0,04                     | 0,04 | 0,05 | 1,36                      | 1,36 | 3,36 |
| Canal de la Havannah | Min  | 4,5          | 2,55 | 1,12 | <ld                                       | 0,01 | 0,05 | <ld                      | 0,01 | 0,02 | 0,43                      | 0,80 | 2,31 |
|                      | Max  | 9,89         | 4,85 | 4,19 | 4,92                                      | 0,11 | 0,72 | 0,13                     | 0,08 | 0,09 | 1,80                      | 2,40 | 4,94 |
|                      | Mean | 5,19         | 3,83 | 2,91 | 0,42                                      | 0,14 | 0,32 | 0,04                     | 0,04 | 0,05 | 0,96                      | 1,18 | 3,16 |
| Baie du Prony        | Min  | 4,48         | 3,59 | 1,98 | 0,02                                      | 0,06 | 0,01 | 0,01                     | 0,01 | 0,02 | 1,25                      | 1,23 | 2,54 |
|                      | Max  | 6,32         | 4,08 | 4,35 | 1,21                                      | 0,10 | 0,97 | 0,06                     | 0,04 | 0,13 | 4,07                      | 3,02 | 5,35 |
|                      | Mean | 5,11         | 3,86 | 3,10 | 0,26                                      | 0,08 | 0,28 | 0,04                     | 0,02 | 0,05 | 2,38                      | 1,87 | 3,68 |

En ce qui concerne les métaux dissous, toute zone confondue, leurs niveaux de concentrations sont aussi très proches de ceux observés en 2008 et 2007 (Tableau 16). Toutefois, deux éléments montrent des comportements singuliers, Cr et Zn. D'une part, le chrome semble être en légère hausse par rapport aux données des années précédentes (2 à 3 fois plus concentré), d'autre part le zinc montre de grands écarts dans les concentrations.

**Tableau 16 :** Comparatif des concentrations en As, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni et Zn pour les campagnes de 2007, 2008 et 2009. (<ld) = Valeur inférieure à la limite de détection.

|                      |      | As (µg/L) |      |      | Co (µg/L) |       |       | Cu (µg/L) |      |      | Cr (tot) (µg/L) |      |      |
|----------------------|------|-----------|------|------|-----------|-------|-------|-----------|------|------|-----------------|------|------|
| Année                |      | 2007      | 2008 | 2009 | 2007      | 2008  | 2009  | 2007      | 2008 | 2009 | 2007            | 2008 | 2009 |
| Domaine entier       | Min  | 1,1       | 0,2  | 0,5  | 0,003     | 0,012 | 0,009 | 0,03      | 0,03 | 0,03 | 0,02            | 0,10 | 0,18 |
|                      | Max  | 1,5       | 1,9  | 1,2  | 0,082     | 0,073 | 0,117 | 0,15      | 0,18 | 0,12 | 0,18            | 0,24 | 0,72 |
|                      | Mean | 1,3       | 0,8  | 0,9  | 0,026     | 0,027 | 0,033 | 0,08      | 0,06 | 0,05 | 0,11            | 0,14 | 0,33 |
| Canal de la Havannah | Min  | 1,2       | 0,3  | 0,5  | 0,003     | 0,012 | 0,009 | 0,03      | 0,03 | 0,03 | 0,02            | 0,10 | 0,18 |
|                      | Max  | 1,5       | 1,9  | 1,1  | 0,046     | 0,029 | 0,088 | 0,15      | 0,13 | 0,09 | 0,18            | 0,24 | 0,60 |
|                      | Mean | 1,3       | 0,8  | 0,8  | 0,019     | 0,018 | 0,024 | 0,08      | 0,05 | 0,05 | 0,11            | 0,13 | 0,33 |
| Baie du Prony        | Min  | 1,1       | 0,2  | 0,7  | 0,024     | 0,032 | 0,014 | 0,07      | 0,03 | 0,03 | 0,05            | 0,12 | 0,21 |
|                      | Max  | 1,3       | 0,8  | 1,1  | 0,082     | 0,073 | 0,116 | 0,09      | 0,18 | 0,07 | 0,14            | 0,19 | 0,65 |
|                      | Mean | 1,2       | 0,5  | 0,9  | 0,044     | 0,046 | 0,042 | 0,08      | 0,09 | 0,04 | 0,11            | 0,15 | 0,35 |

|                      |      | Fe (µg/L) |      |      | Mn (µg/L) |      |      | Ni (µg/L) |      |      | Zn (µg/L) |      |      |
|----------------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| Année                |      | 2007      | 2008 | 2009 | 2007      | 2008 | 2009 | 2007      | 2008 | 2009 | 2007      | 2008 | 2009 |
| Domaine entier       | Min  | 0,03      | 0,01 | 0,03 | 0,03      | 0,08 | 0,07 | 0,04      | 0,11 | 0,10 | 0,16      | <ld  | 0,10 |
|                      | Max  | 0,41      | 0,39 | 0,64 | 0,43      | 0,51 | 0,56 | 0,54      | 0,50 | 0,77 | 1,29      | 1,45 | 0,63 |
|                      | Mean | 0,11      | 0,10 | 0,13 | 0,18      | 0,17 | 0,21 | 0,20      | 0,20 | 0,24 | 0,54      | 0,28 | 0,21 |
| Canal de la Havannah | Min  | 0,05      | 0,01 | 0,07 | 0,03      | 0,08 | 0,07 | 0,04      | 0,11 | 0,10 | 0,16      | <ld  | 0,10 |
|                      | Max  | 0,41      | 0,15 | 0,63 | 0,25      | 0,18 | 0,56 | 0,26      | 0,20 | 0,77 | 1,07      | 1,45 | 0,63 |
|                      | Mean | 0,12      | 0,06 | 0,15 | 0,14      | 0,12 | 0,16 | 0,14      | 0,14 | 0,19 | 0,35      | 0,18 | 0,22 |
| Baie du Prony        | Min  | 0,03      | 0,10 | 0,05 | 0,17      | 0,20 | 0,16 | 0,21      | 0,26 | 0,18 | 0,60      | 0,23 | 0,10 |
|                      | Max  | 0,10      | 0,17 | 0,14 | 0,43      | 0,45 | 0,46 | 0,54      | 0,50 | 0,56 | 1,29      | 1,06 | 0,29 |
|                      | Mean | 0,06      | 0,13 | 0,09 | 0,24      | 0,26 | 0,27 | 0,35      | 0,33 | 0,31 | 0,88      | 0,59 | 0,20 |

## BIBLIOGRAPHIE

- Atlas de Nouvelle-Calédonie et dépendances, 1981, Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer, Paris, pp53,
- Fanning G,O., Pilson M,E,Q., 1973, On the spectrophotometric determination of dissolved silica in natural waters, *Anal, Chem.*, 45 : 136-140,
- Fichez R., Adjeroud M., Bozec Y,M., Breau L., Chancerelle Y., Chevillon C., Douillet P., Fernandez J,M., 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,
- Holms-Hansen O., Lorenzen C,J., Holmes R,W., Strickland J,D,H., 1965, Fluorimetric determination of chlorophyll, *J, Cons, Perm, Int, Explor, Mer.*, 30 : 3-15,
- Lorenzen C,J., 1966, A method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentration, *Deep Sea Res.*, 13 : 223-227,
- Mullin, J,B, and Riley, J,P, 1955, The colorimetric determination of silicate with special reference to sea and natural waters, *Anal, Chim, Acta* 12: 162-176,
- Murphy J., Riley J,P., 1962, A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters, *Anal, Chim, 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, *Mar, Chem.*, 24 : 239-252,
- Raimbault P., Slawyk G., Coste B., Fry J., 1990, Feasibility of measuring an automated colorimetric procedure for the determination of seawater nitrate in the 0 to 100nM range : examples from field and culture, *Mar, Biol.*, 104 : 347-351,
- Strickland J,D,H., Parsons T,R., 1972, A practical handbook of sea water analysis, *Bull, Fish, Res, Board Can.*, 167 : 311p,

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Localisation géographique des stations de prélèvements dans la colonne d'eau.....                                                                                                                                                               | 4  |
| Figure 2 : Chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 16 au 20 mars 2009. ....                                                                                                                                      | 6  |
| Figure 3 : Chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 10 au 14 août 2009. ....                                                                                                                                      | 6  |
| Figure 4 : Heure de prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 14 mai 2009.....                                                                                                                                                     | 7  |
| Figure 5 : Heure de prélèvements dans la colonne d'eau et marégramme de la mission du 05 novembre 2009.....                                                                                                                                                | 7  |
| Figure 6 : Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte. Mise en évidence de l'influence des apports de la rivière Kwé (St06) et du Creek de Rade Nord (St15) lors de la campagne en saison humide (mars 2009). .... | 21 |
| Figure 7 : Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte. Mise en évidence de l'influence des apports du Creek de Rade Nord (St15) lors de la campagne en saison sèche (août 2009). ....                              | 22 |
| Figure 8 : Evolution des concentrations de Ni à la station St16.....                                                                                                                                                                                       | 23 |
| Figure 9 : Evolution des concentrations de Co à la station St16 .....                                                                                                                                                                                      | 23 |

## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Liste et localisation des stations de prélèvement dans la colonne d'eau. ....                                                                                                                                                                                               | 4  |
| Tableau 2 : Résultats d'analyse des échantillons certifiés TM-26.3 et TMDA-61. ....                                                                                                                                                                                                     | 11 |
| Tableau 3 : Résultats d'analyses des échantillons de référence NASS-5 et CASS-4.....                                                                                                                                                                                                    | 11 |
| Tableau 4 : Synthèse des valeurs de température, fluorescence, turbidité et salinité dans la zone d'étude en saison humide (16 au 20 mars 2009).....                                                                                                                                    | 13 |
| Tableau 5 : Valeurs de température, fluorescence, turbidité et salinité de la station St16 le 14 mai 2009. ....                                                                                                                                                                         | 13 |
| Tableau 6 : Synthèse des valeurs de température, fluorescence, turbidité et salinité dans la zone d'étude en saison sèche (10 au 14 août 2009).....                                                                                                                                     | 14 |
| Tableau 7 : Valeurs de température et salinité de la station St16 le 05 novembre 2009. (-) = mesure non acquise, défaut des capteurs. ....                                                                                                                                              | 14 |
| Tableau 8 : Concentrations en sels nutritifs dissous (nitrates+nitrites, ammonium, phosphates et silicates) dans la zone d'étude en saison humide (du 16 au 20 mars 2009).....                                                                                                          | 16 |
| Tableau 9 : Concentrations en sels nutritifs dissous (nitrates+nitrites, ammonium, phosphates et silicates) dans la zone d'étude en saison sèche (du 10 au 14 août 2009).....                                                                                                           | 17 |
| Tableau 10 : Concentrations en carbone, azote et phosphore organiques dissous et particulaires dans la zone d'étude en saison humide (16-20 mars 2009). ....                                                                                                                            | 18 |
| Tableau 11 : Concentrations en carbone, azote et phosphore organiques dissous et particulaires dans la zone d'étude en saison sèche (10-14 août 2009). ....                                                                                                                             | 19 |
| Tableau 12 : Evolution des concentrations moyennes de carbone, azote et phosphore organique à la station St16 en 2009.....                                                                                                                                                              | 19 |
| Tableau 13 : Valeurs moyennes et domaines de variations des concentrations en métaux dissous pour la campagne en saison humide. ....                                                                                                                                                    | 21 |
| Tableau 14 : Valeurs moyennes et domaines de variations des concentrations en métaux dissous pour la campagne en saison sèche. (<ld) = inférieur à la limite de détection. ....                                                                                                         | 22 |
| Tableau 15 : Comparatif des concentrations en POP, NOP, Chlophyllle, Phéopigments, NH <sub>4</sub> , POD, NOD, NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> et SiO <sub>4</sub> pour les campagnes de 2007, 2008 et 2009. (<ld) = Valeur inférieur à la limite de détection. .... | 23 |
| Tableau 16 : Comparatif des concentrations en As, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni et Zn pour les campagnes de 2007, 2008 et 2009. (<ld) = Valeur inférieur à la limite de détection. ....                                                                                                        | 24 |

## LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 :** Principales caractéristiques physico-chimiques : Profils CTD obtenus avec une sonde multiparamétrique SBE 19. Campagnes de mars, mai, août et novembre 2009.
- ANNEXE 2 :** Concentrations en éléments majeurs, pH et charge en matières en suspension. Campagnes de mars, mai, août et novembre 2009.
- ANNEXE 3 :** Concentration en nitrates+nitrites, ammonium, phosphates, silicates, azote et phosphore organique dissous (NOD, POD), azote, phosphore et carbone organique particulaire (NOP, POP, COP), azote et phosphore totaux, chlorophylle a et phéopigments. Campagnes de mars, mai, août et novembre 2009.
- ANNEXE 4 :** Concentrations en hydrocarbures totaux. Campagnes de mars, mai, août et novembre 2009.
- ANNEXE 5 :** Concentrations en métaux dissous dans la colonne d'eau. Campagnes de mars, mai, août et novembre 2009.

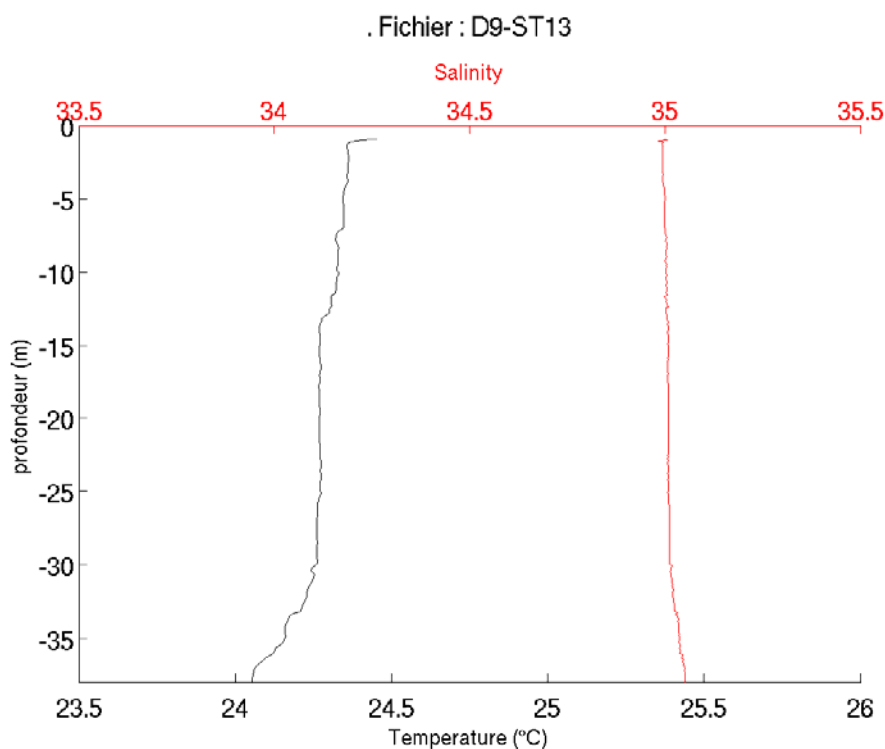
## ANNEXE 1

### Campagne 1 – Mars 2009

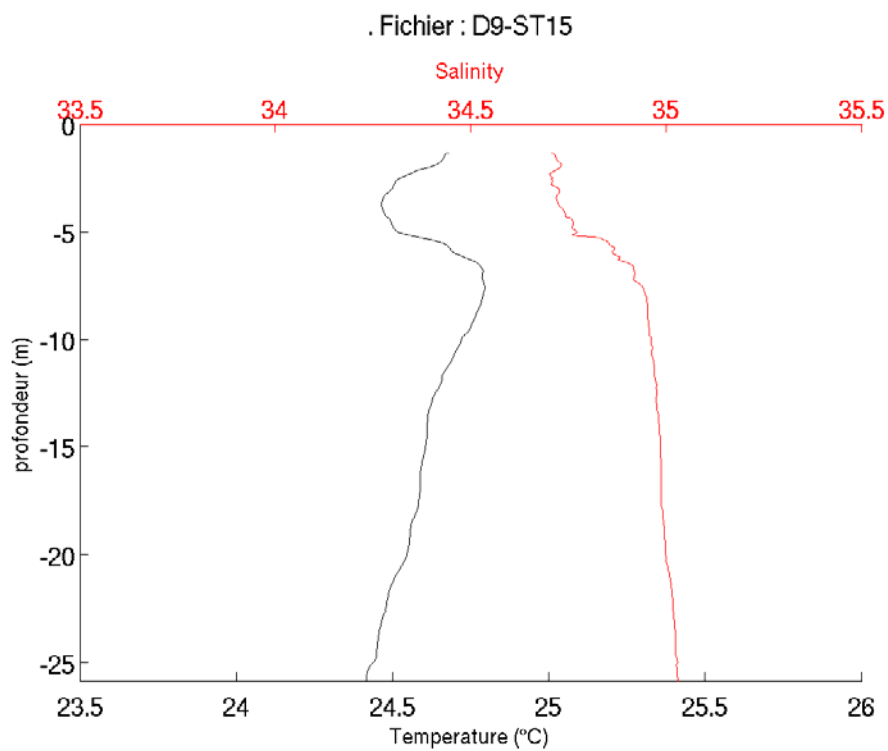
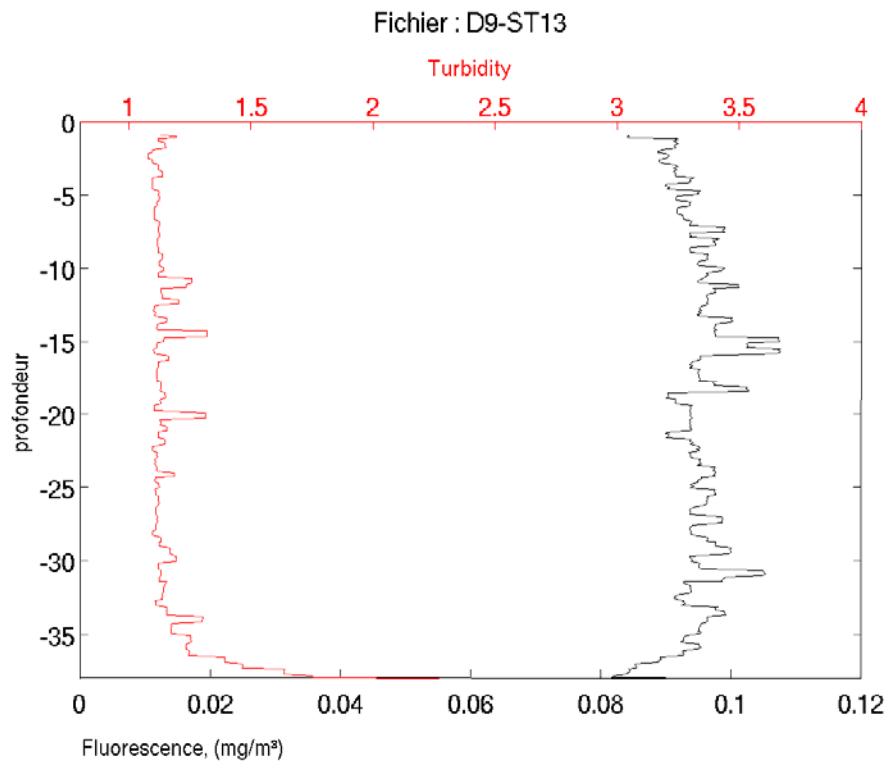
**Principales caractéristiques physico-chimiques :** 13 profils CTD obtenus avec une sonde multiparamétrique SBE 19.

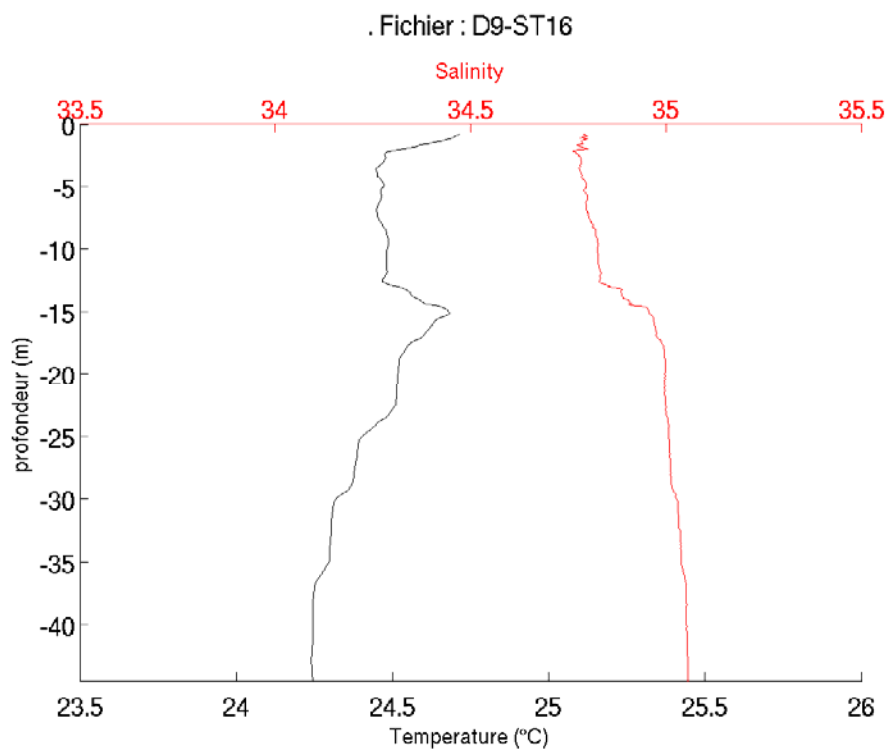
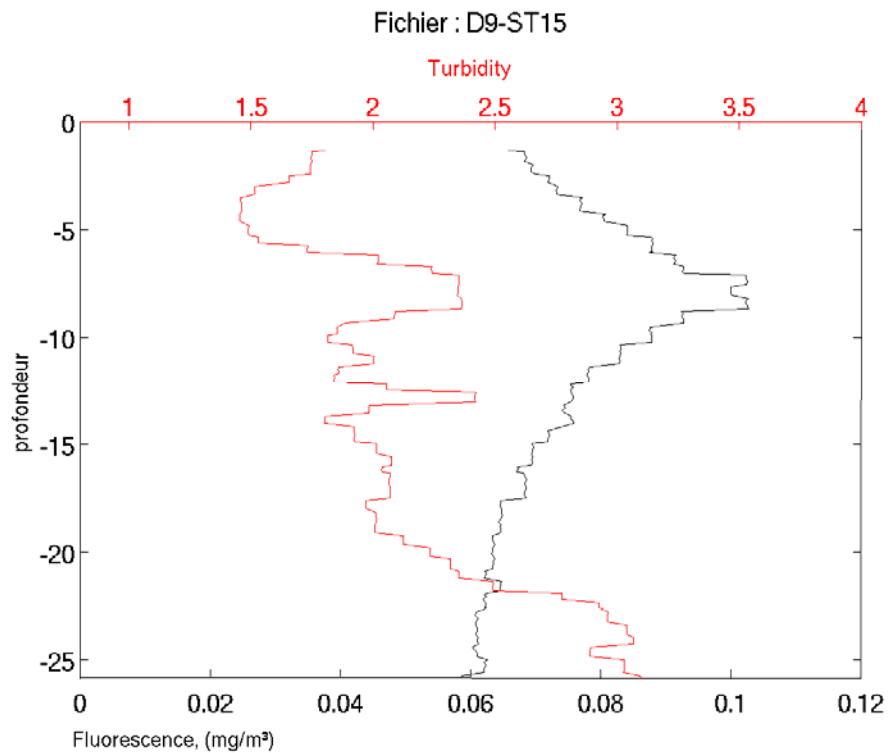
Les valeurs des paramètres température, salinité, turbidité et fluorimétrie sont regroupées par unité physiographique, les profils

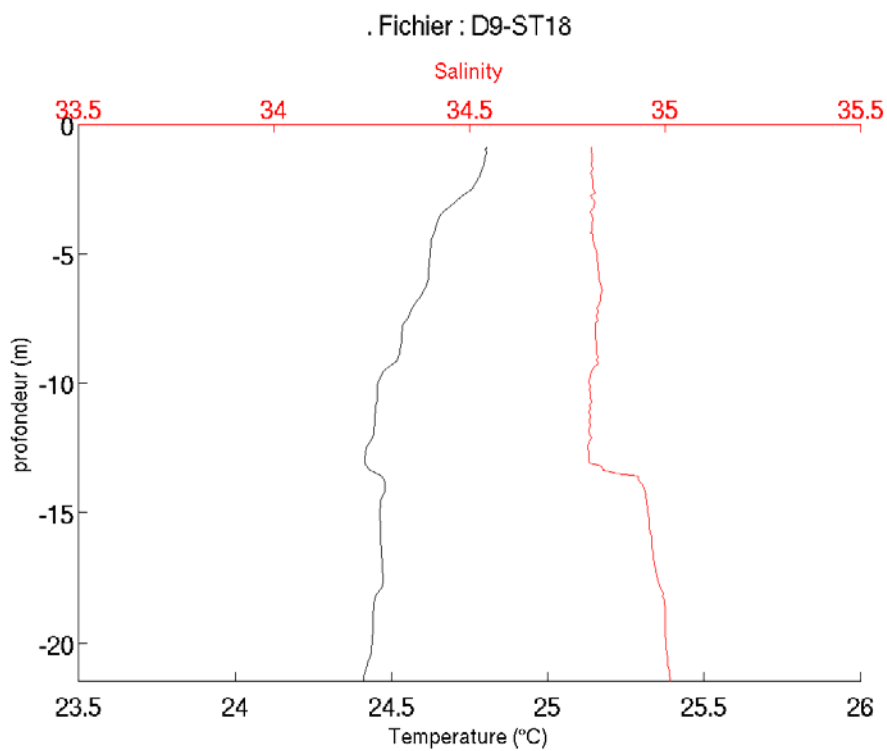
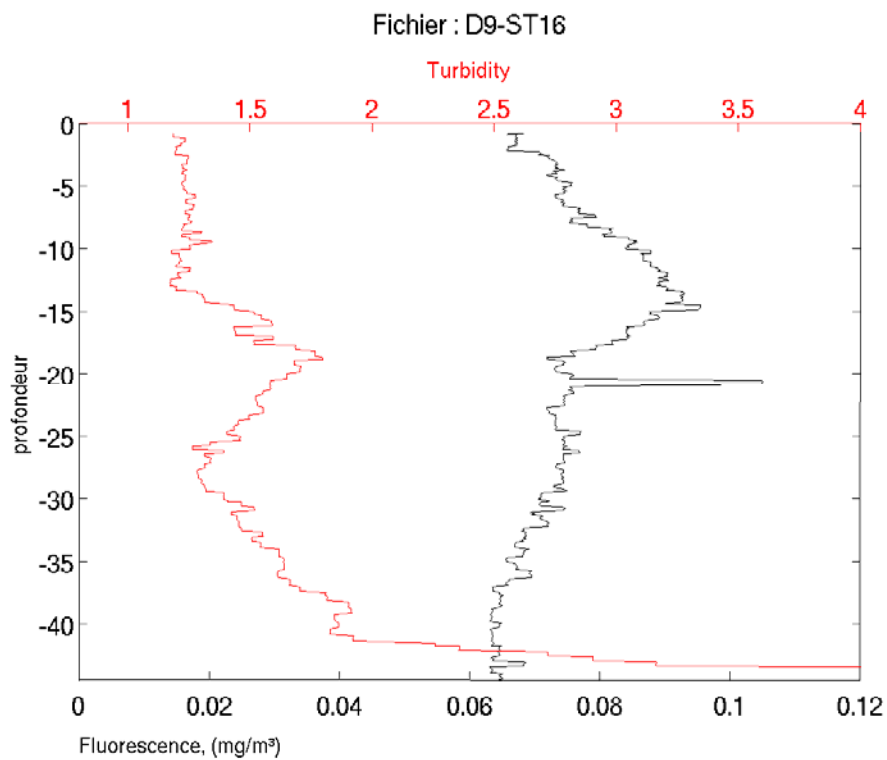
- St13, St15, St16, St18, St19 et St20 correspondent aux eaux influencées par les apports terrigènes de la Baie du Prony et de l'Ile Ouen;
- St03, St07 et St06 décrivent les eaux de la frange littorale du Canal de la Havannah;
- St02, St05, St09 et St14 sont proches de la signature des eaux océaniques.

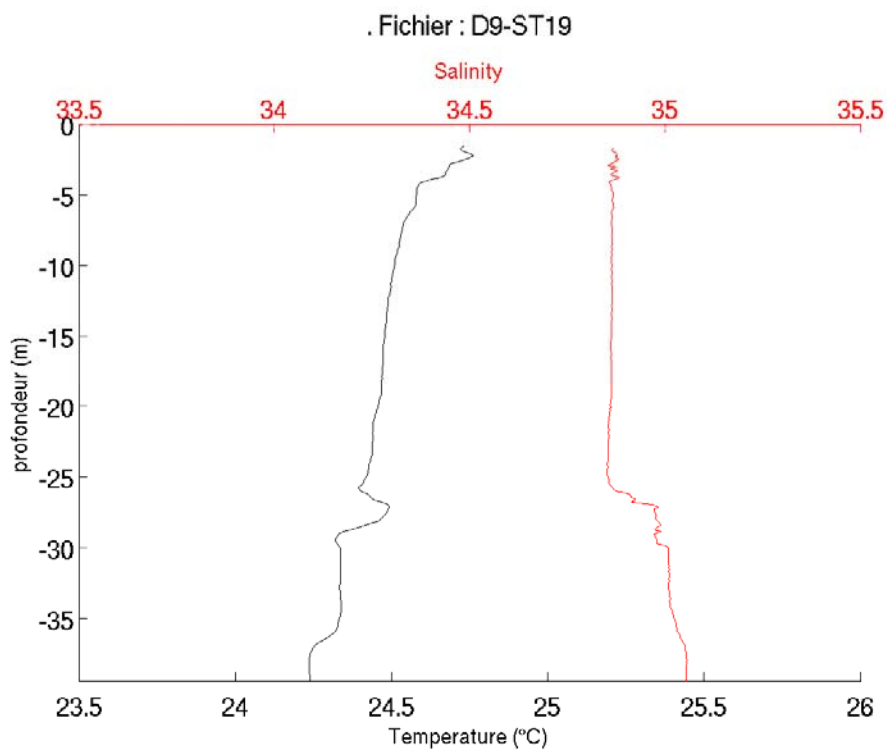
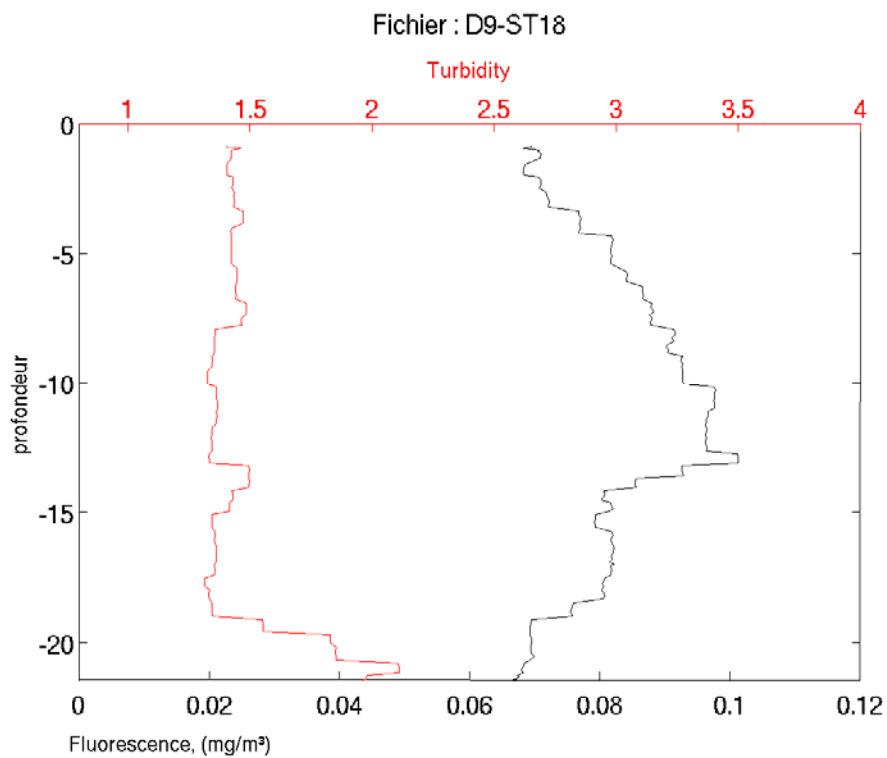




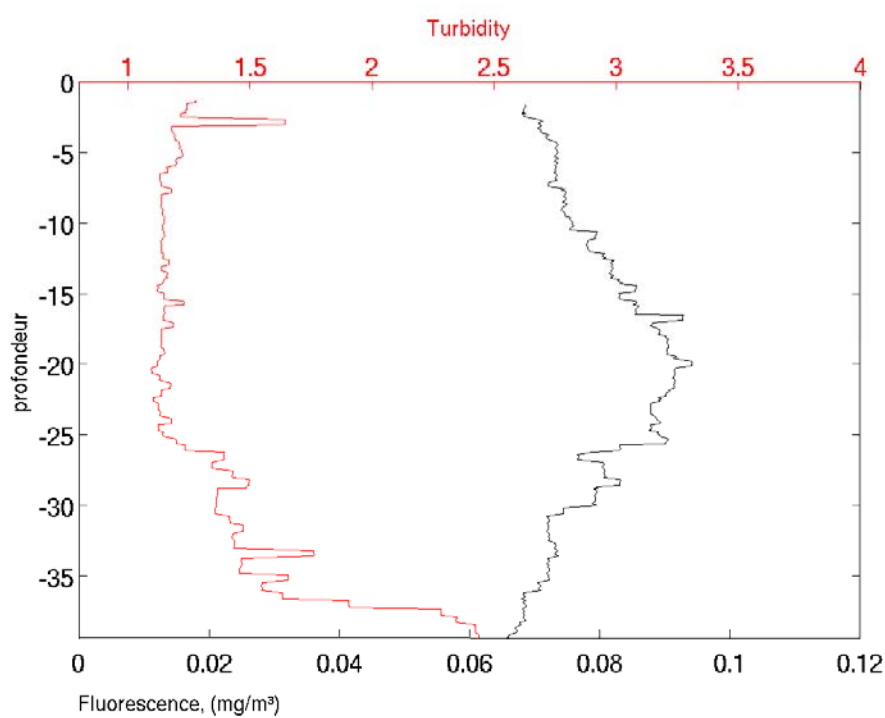




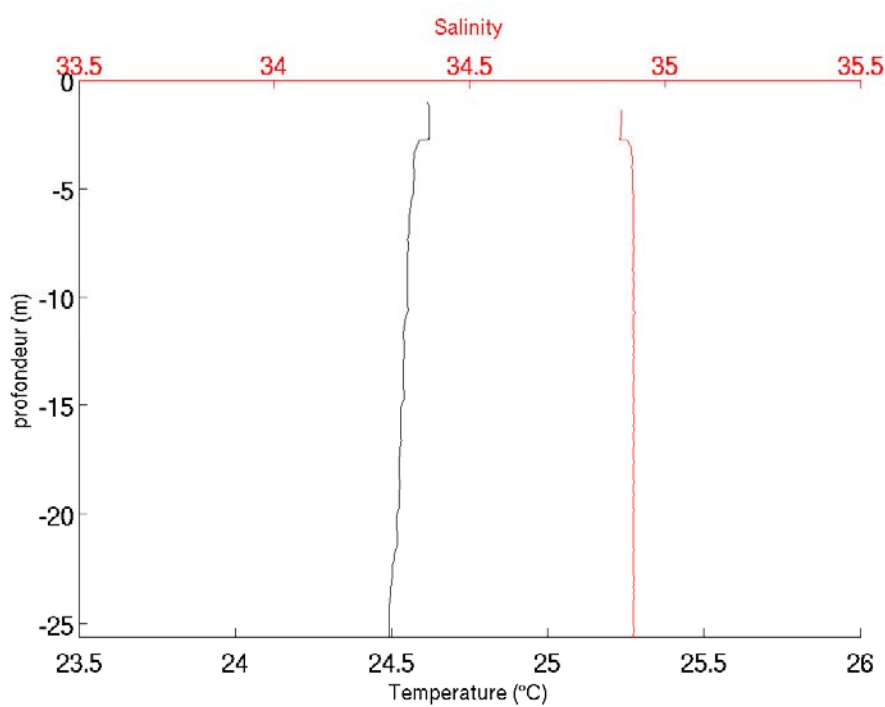


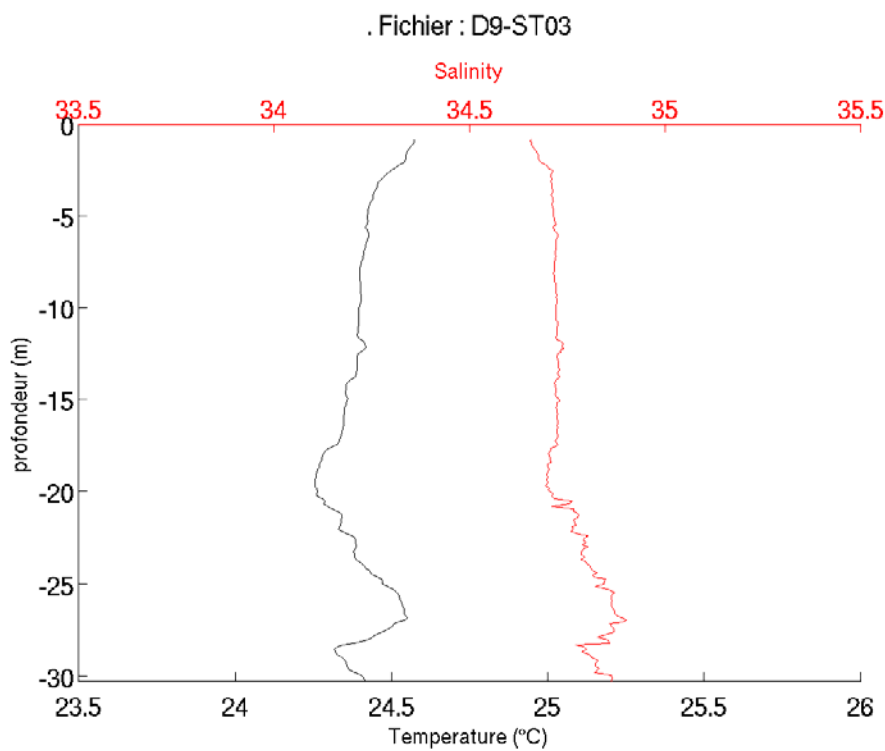
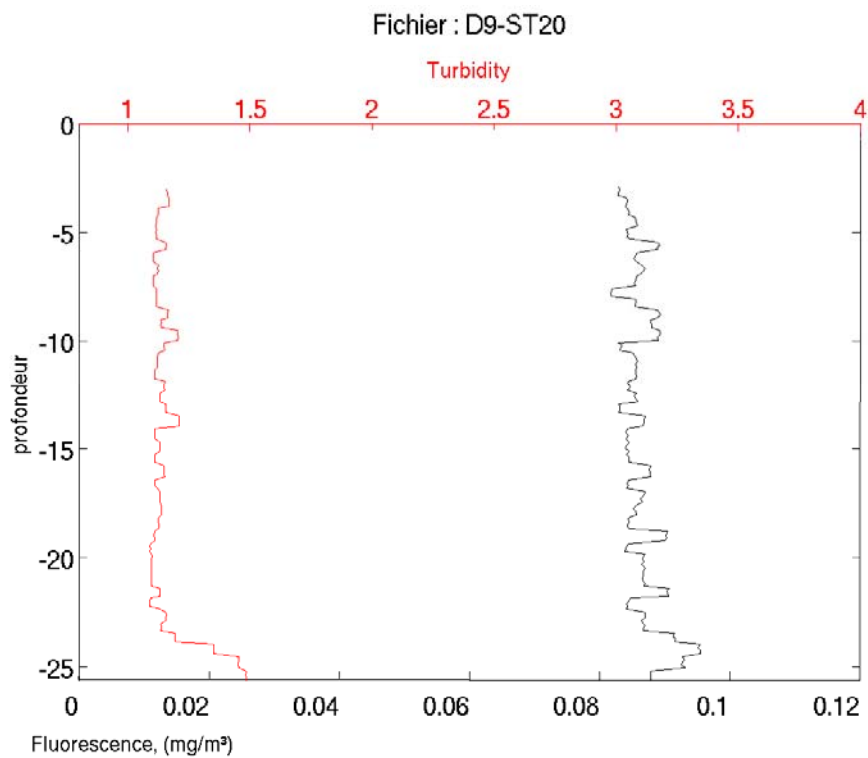


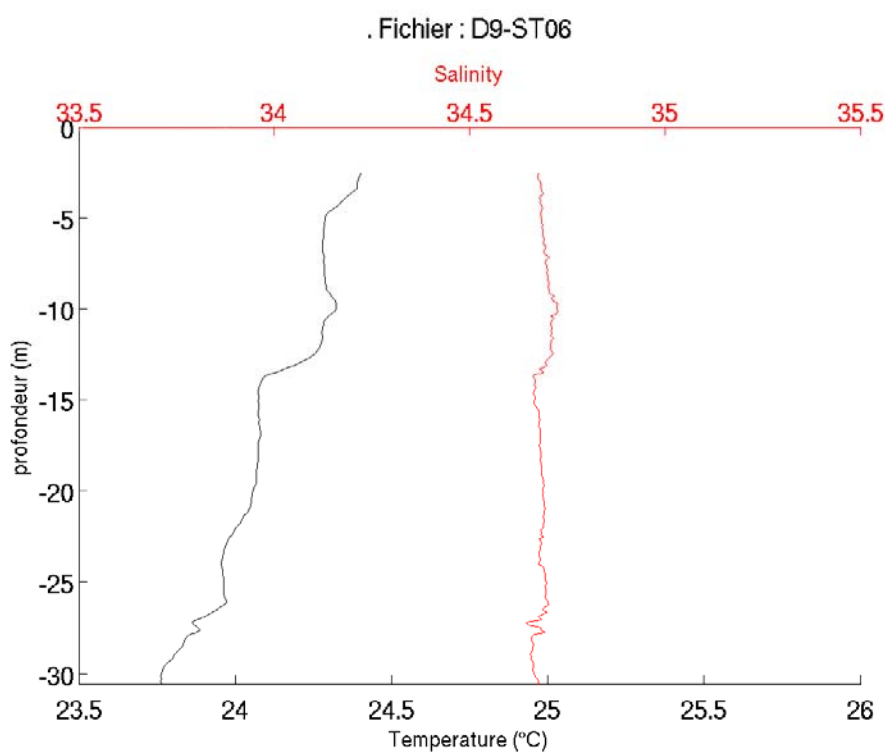
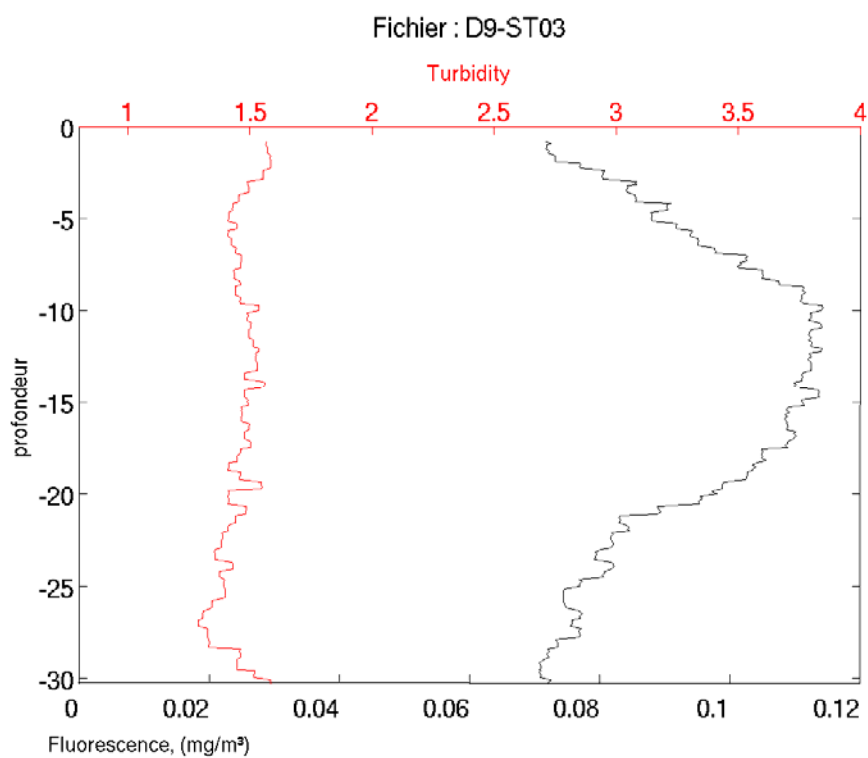
Fichier : D9-ST19



Fichier : D9-ST20

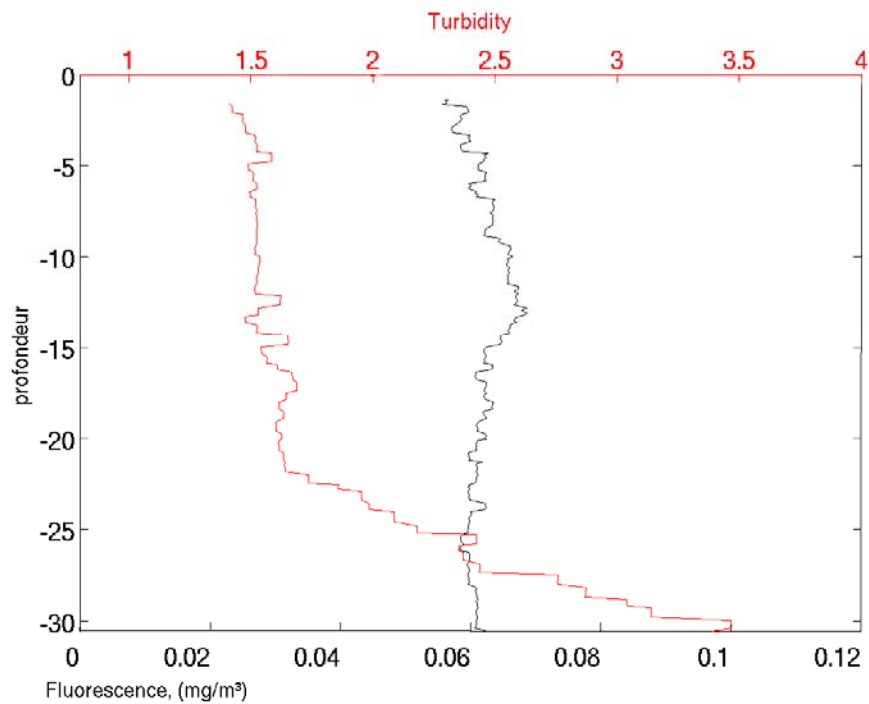




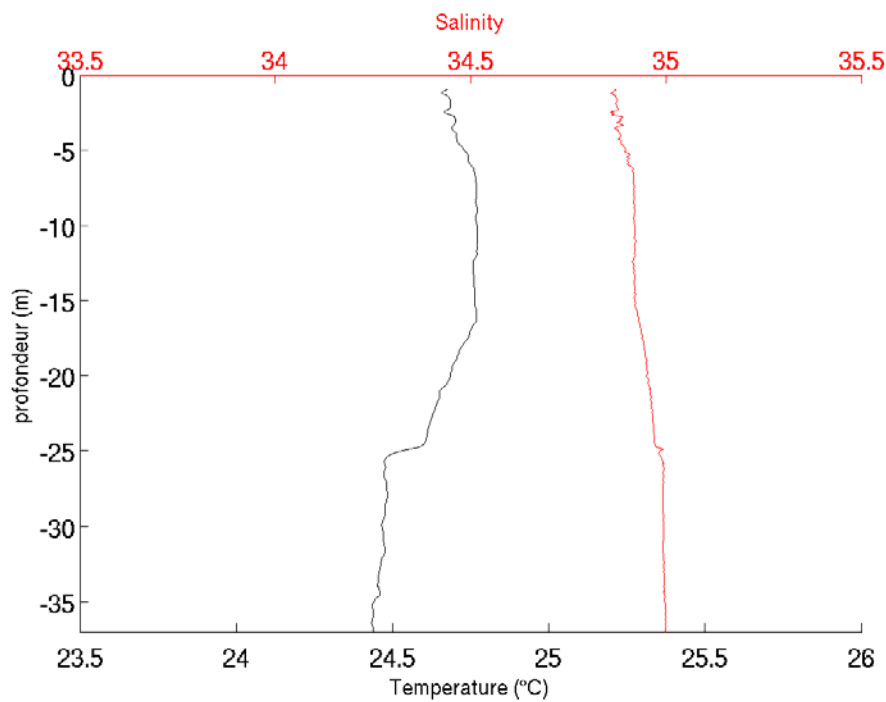


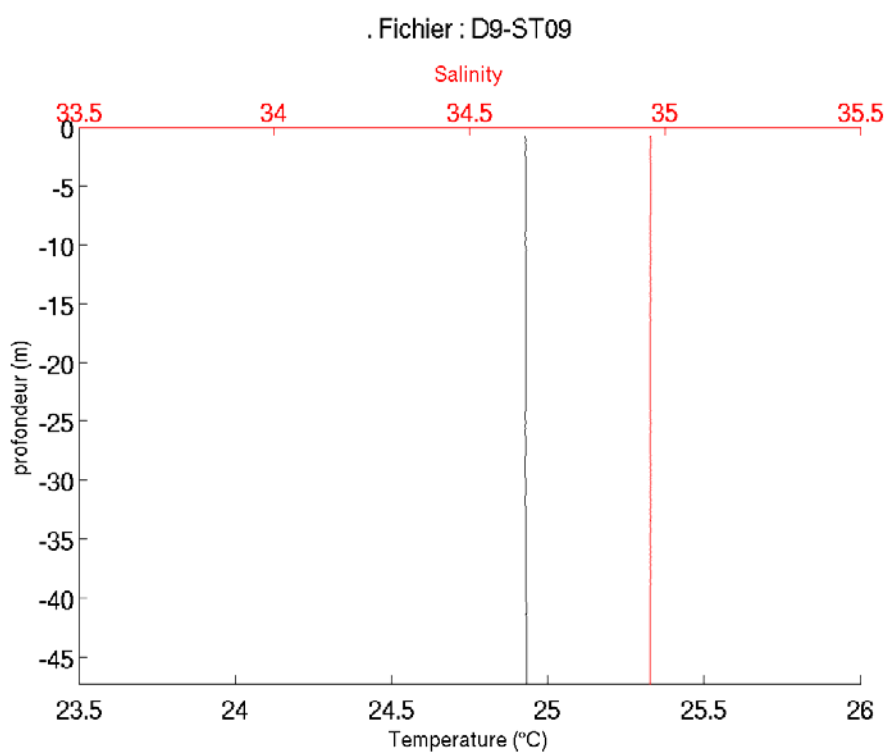
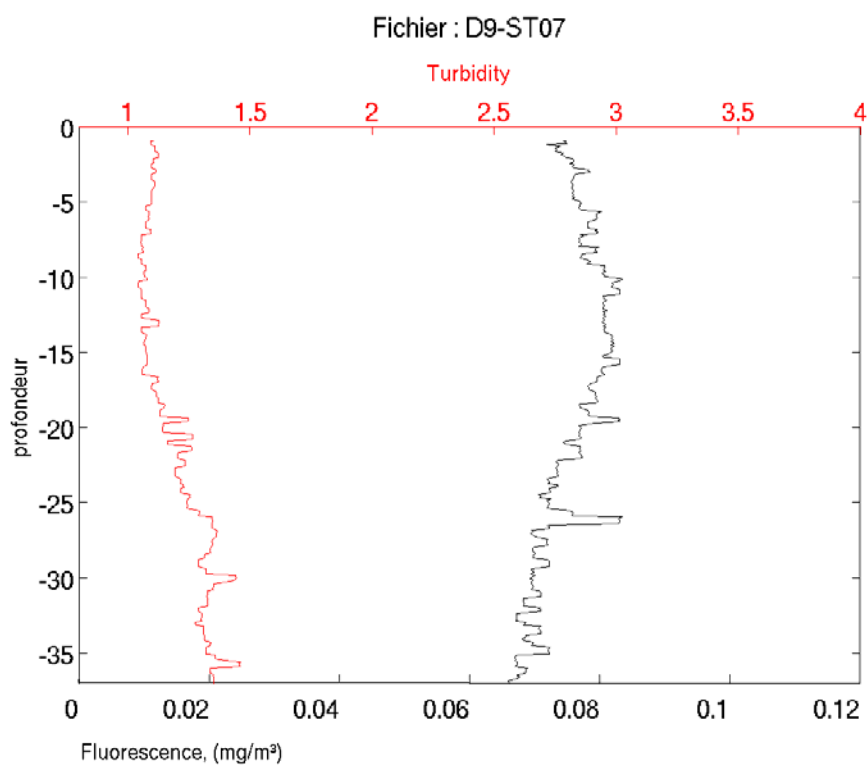


Fichier : D9-ST06

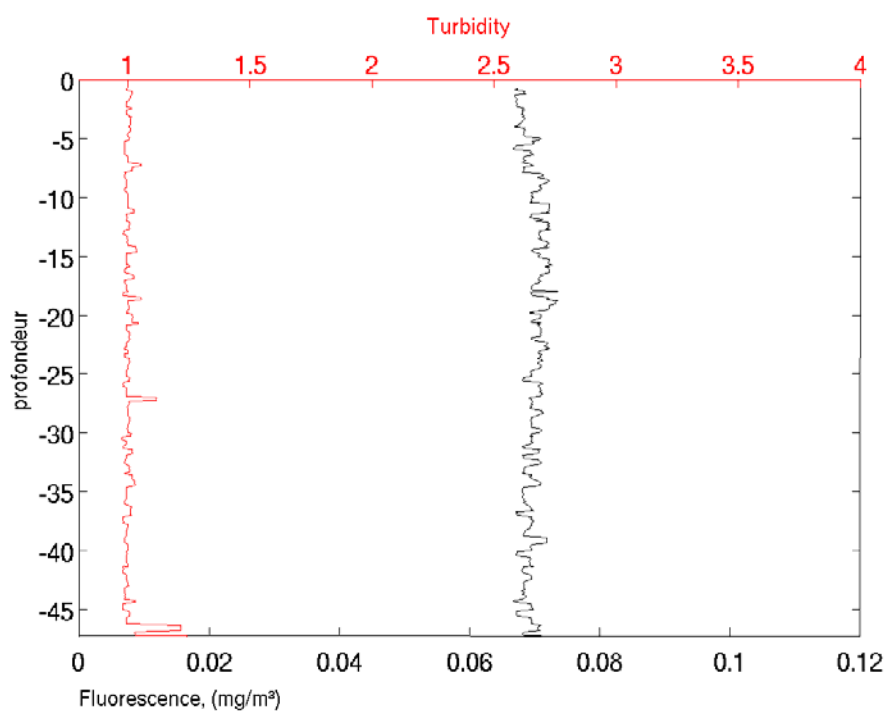


Fichier : D9-ST07

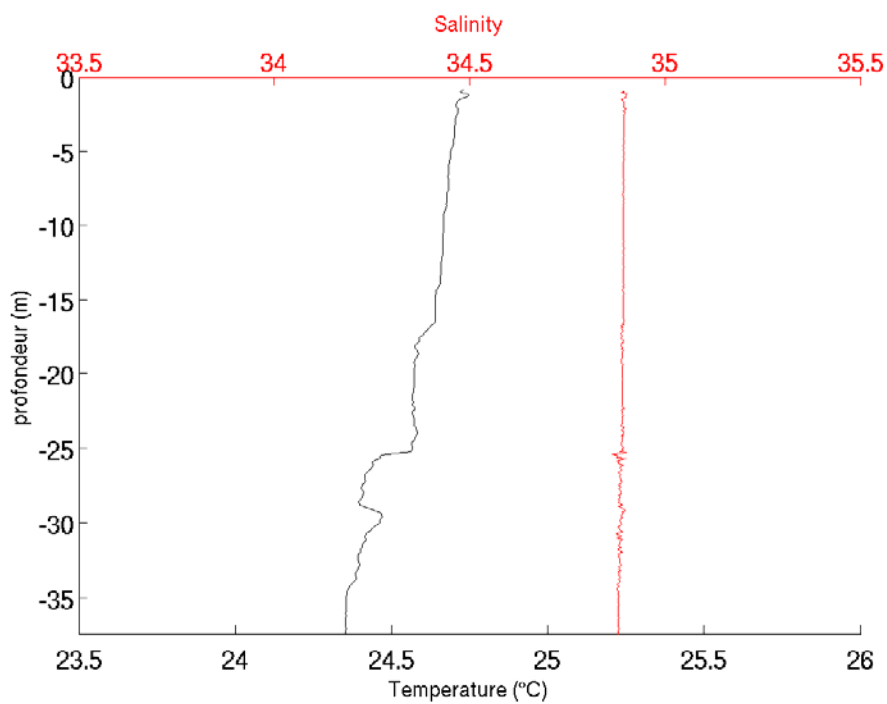


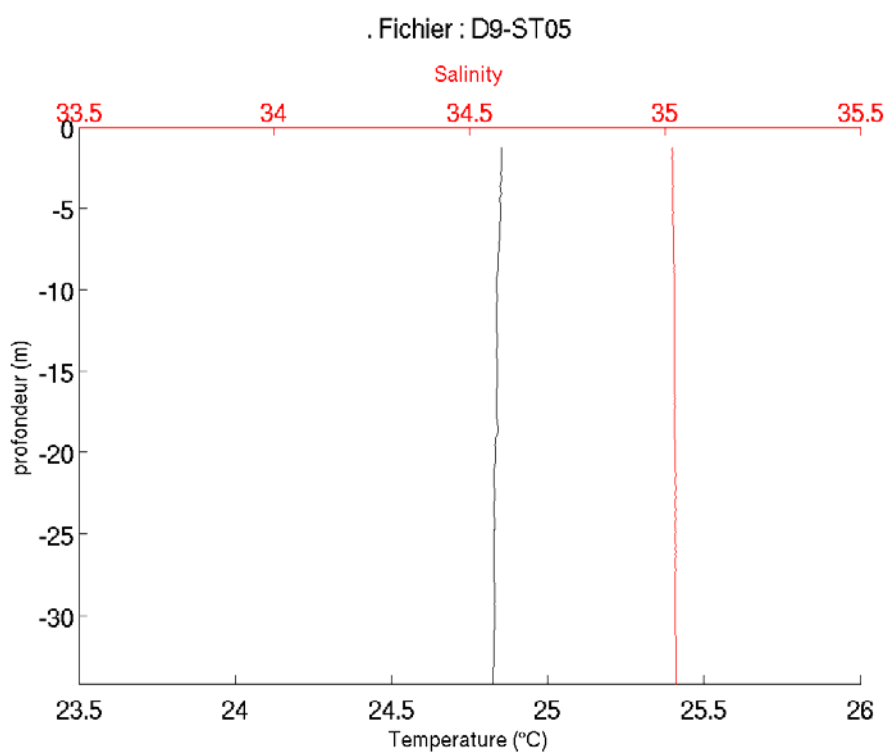
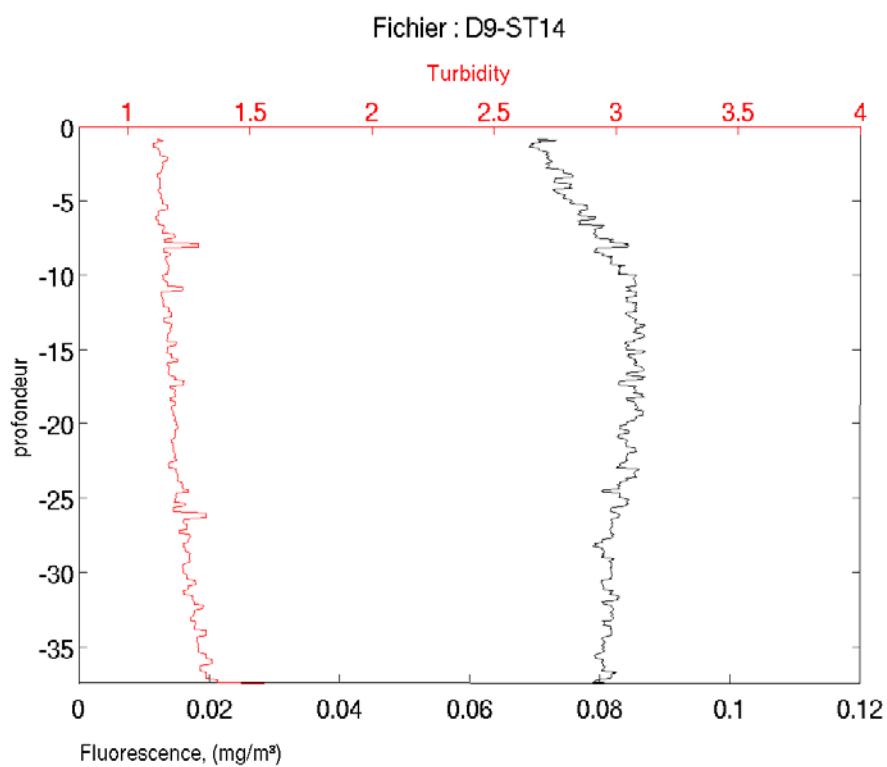


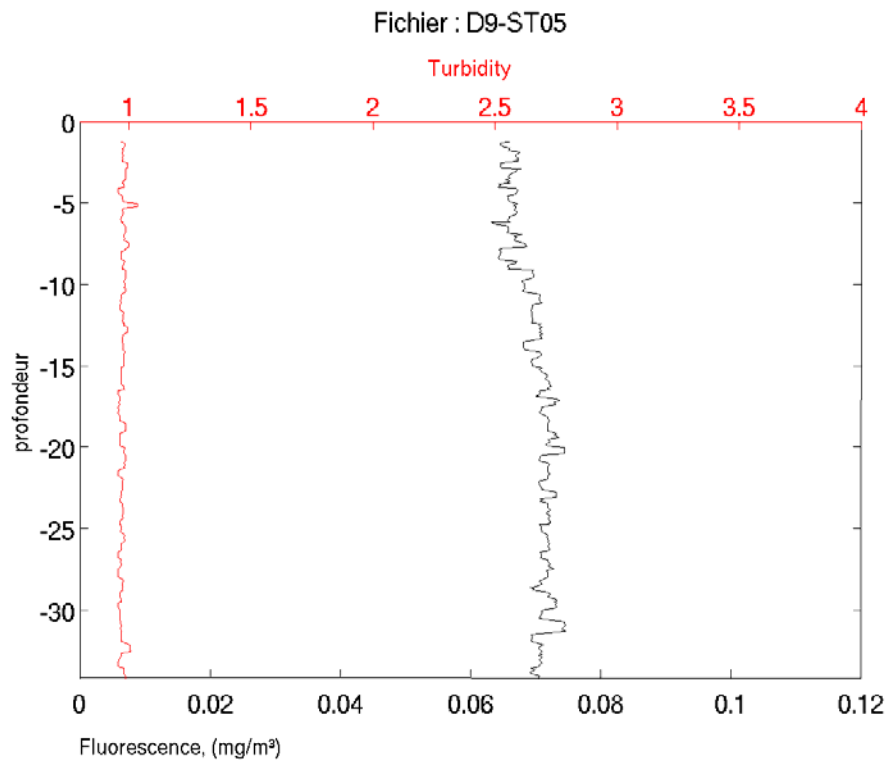
Fichier : D9-ST09



. Fichier : D9-ST14

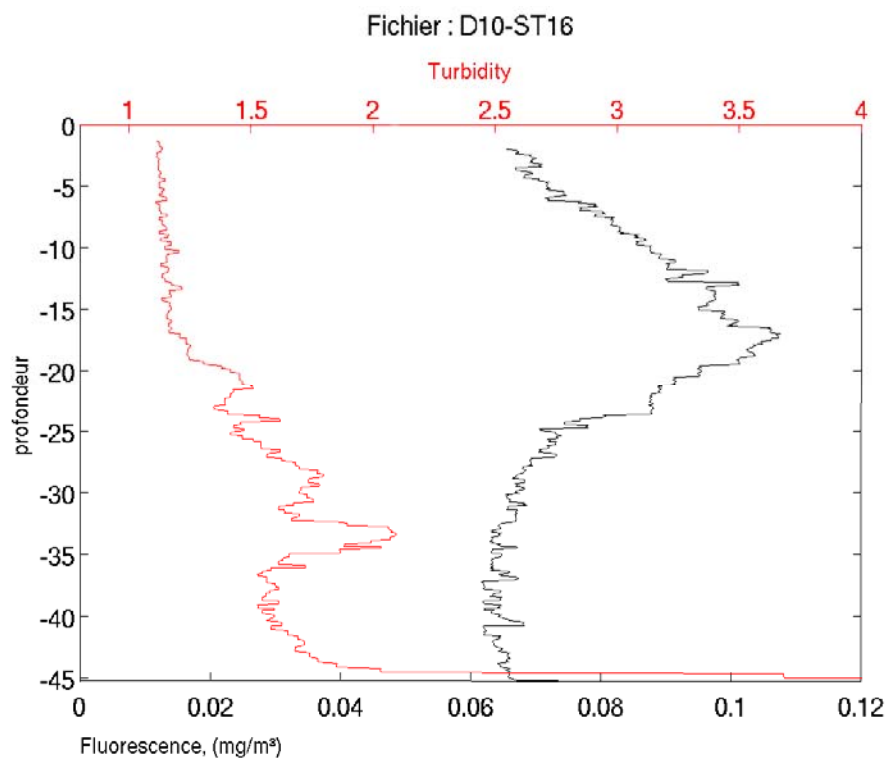
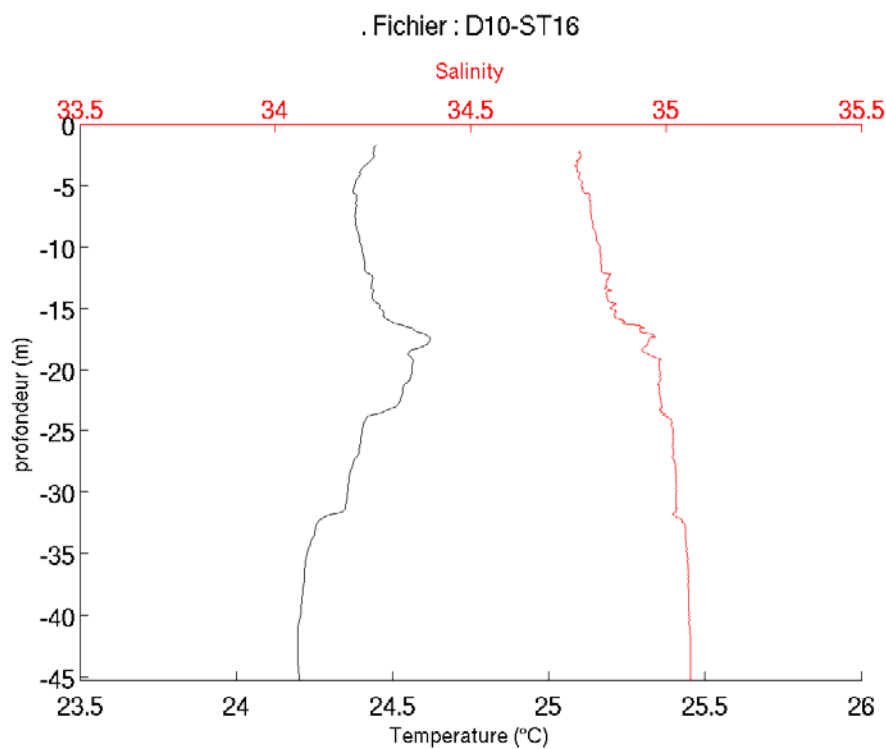






## Campagne 2 – Mai 2009

Principales caractéristiques physico-chimiques : Profils CTD obtenus avec une sonde multiparamétrique SBE 19 lors de la campagne trimestrielle du 14 mai 2009.

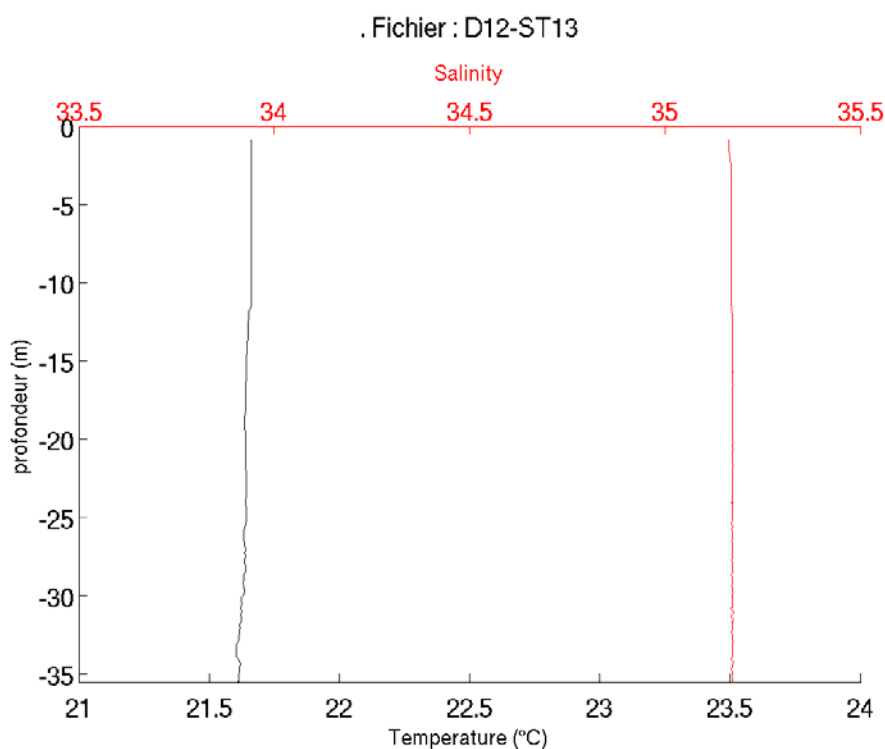


## Campagne 3 – Août 2009

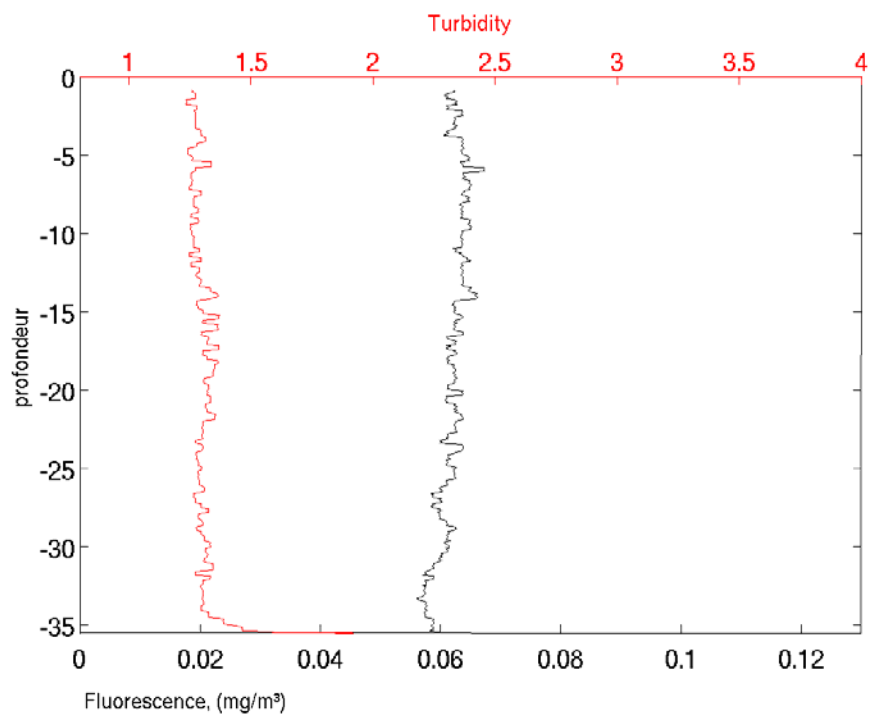
**Principales caractéristiques physico-chimiques : 14, profils CTD obtenus avec une sonde multiparamétrique SBE 19 lors de la campagne semestrielle « saison sèche » (10-14 août 2009).**

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

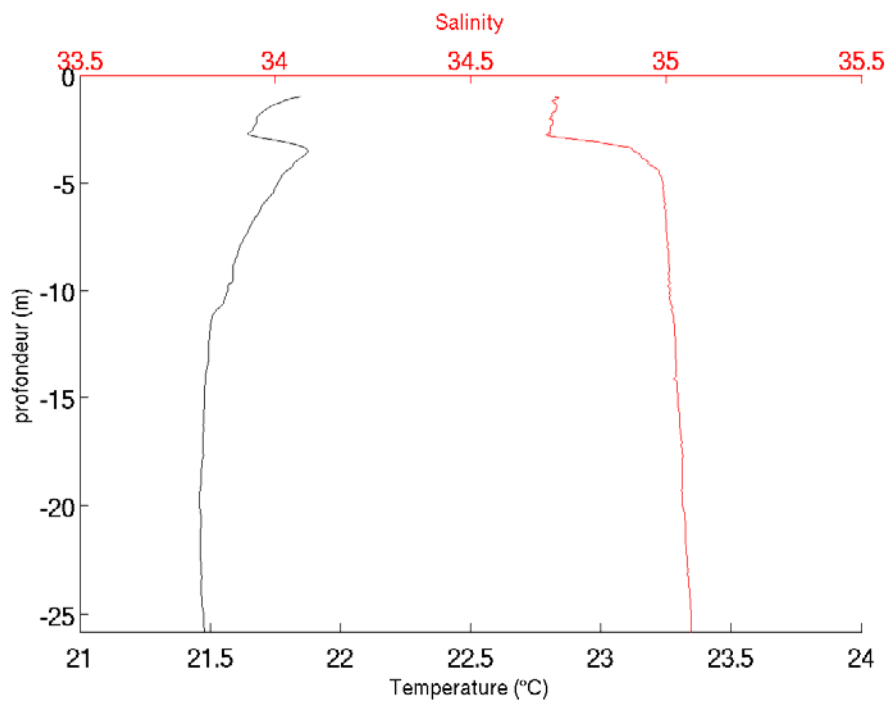
- St13, St15, St16, St18, St19 et St20 correspondent aux eaux influencées par les apports terrigènes de la Baie du Prony et de l'Ile Ouen;
- St03, St07 et St06 décrivent les eaux de la frange littorale du Canal de la Havannah;
- St02, St05, St09, St14 et St21 sont proches de la signature des eaux océaniques.



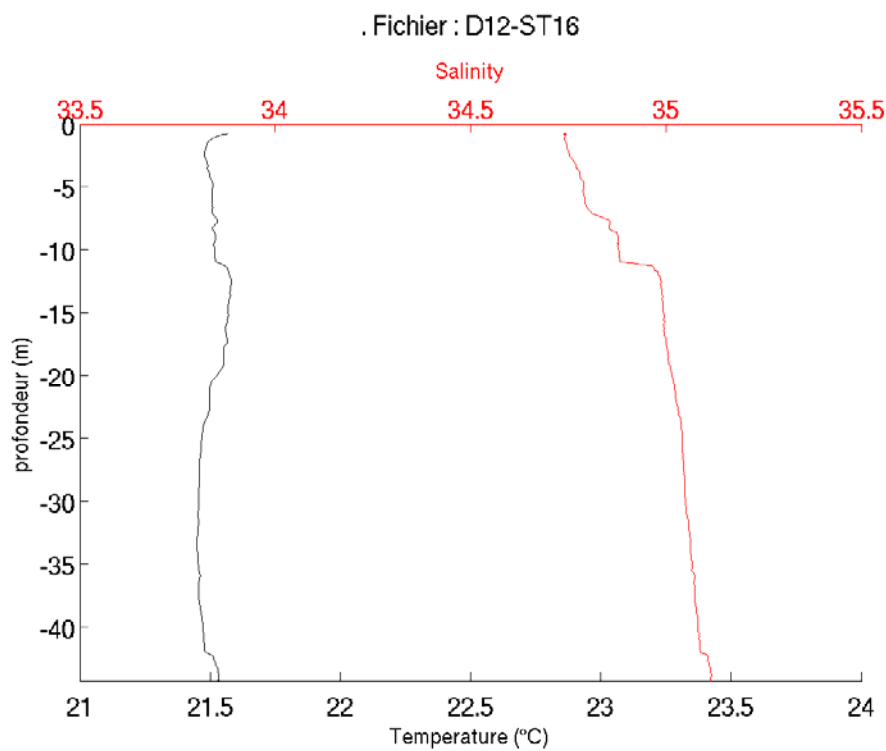
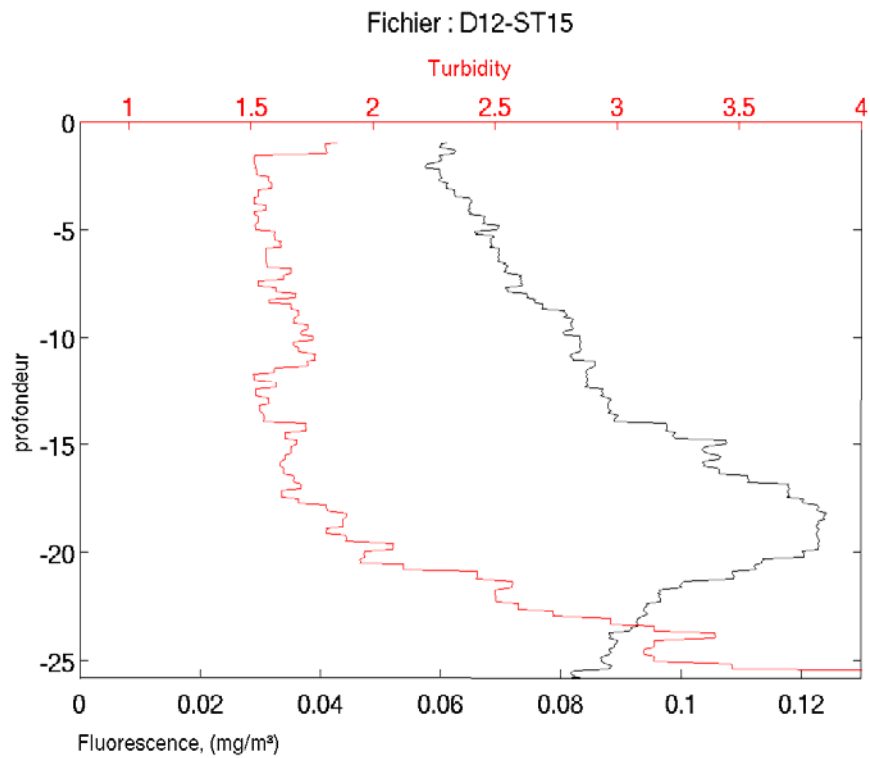
Fichier : D12-ST13



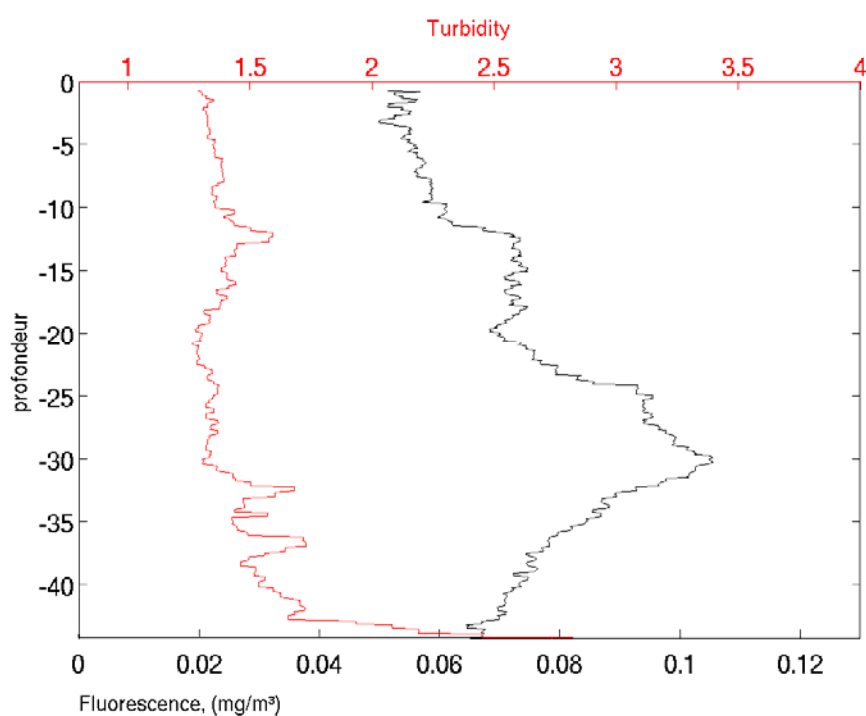
. Fichier : D12-ST15



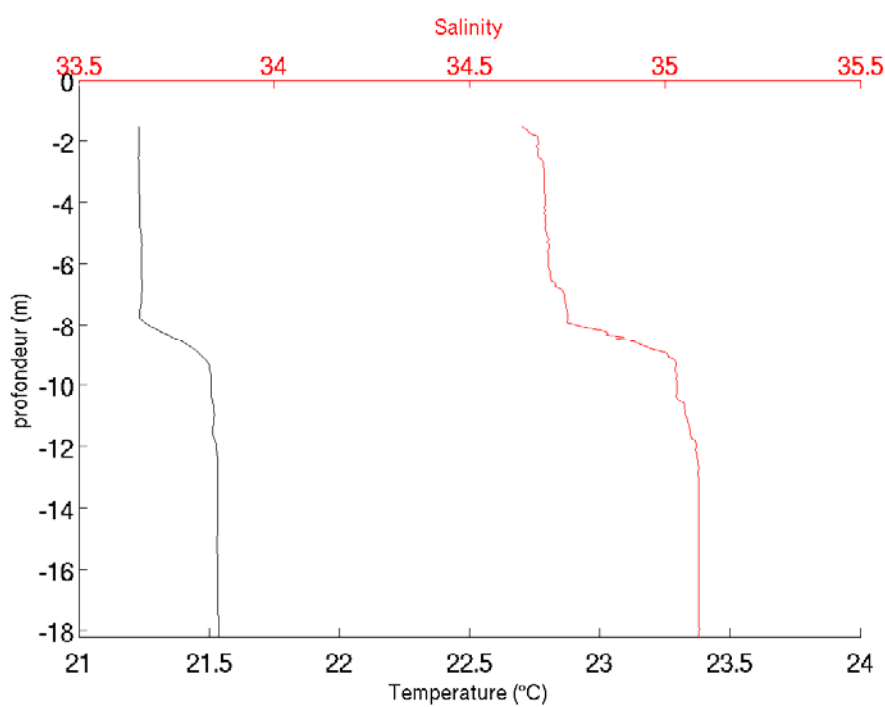




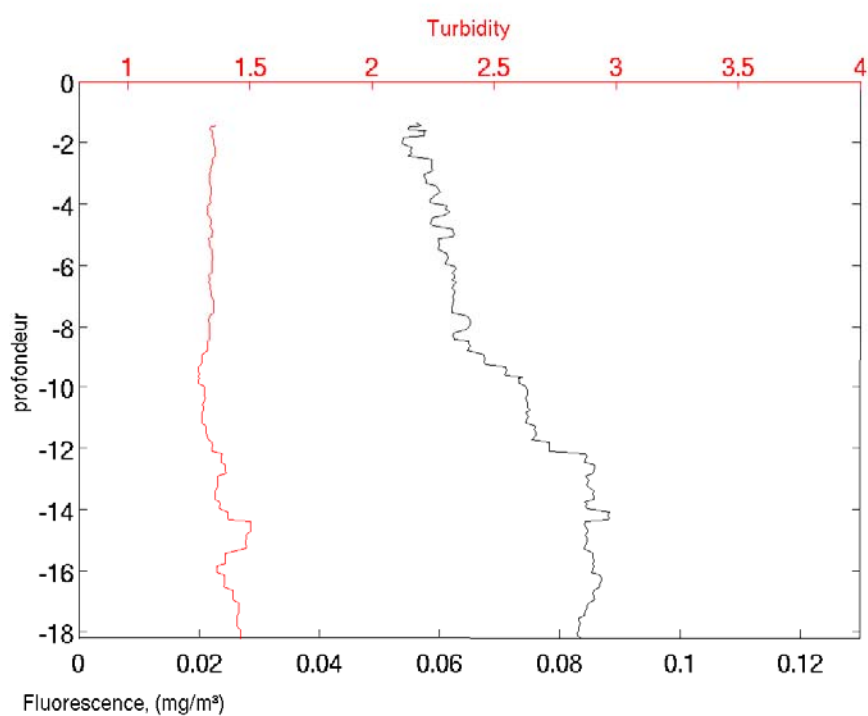
Fichier : D12-ST16



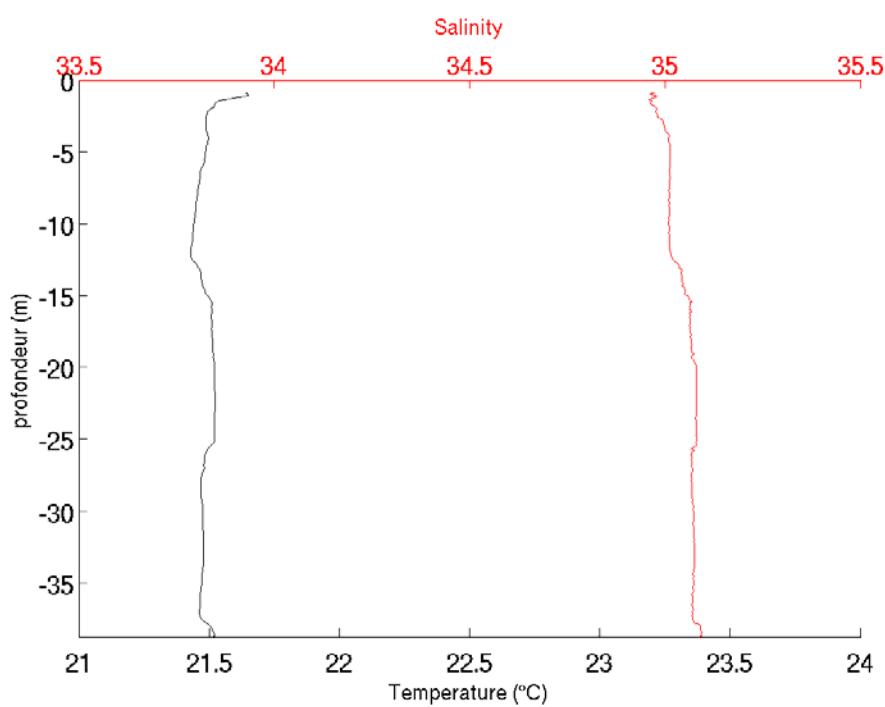
. Fichier : D12-ST18

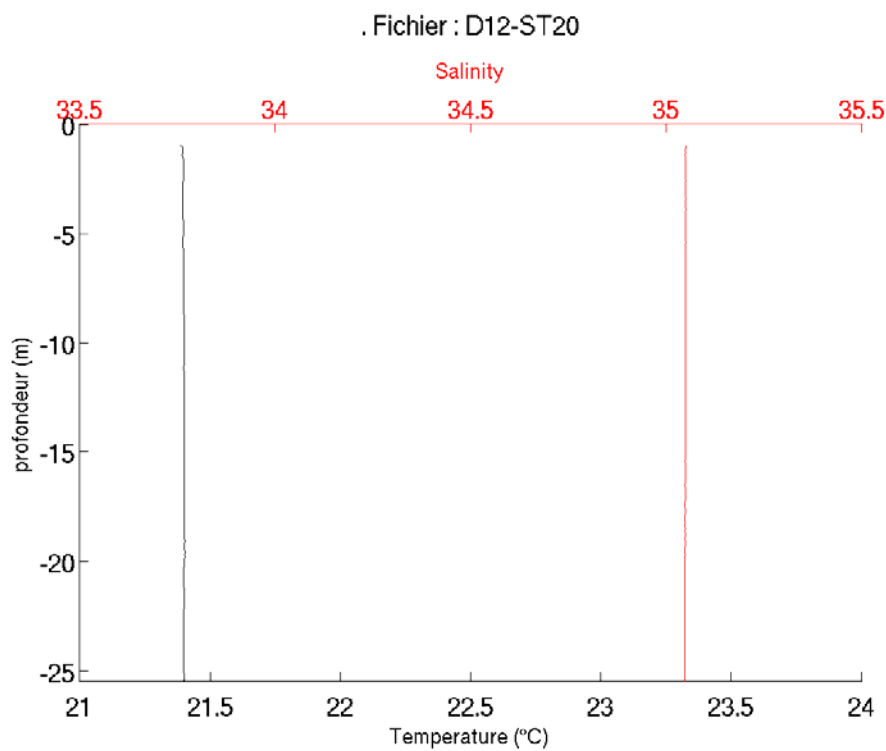
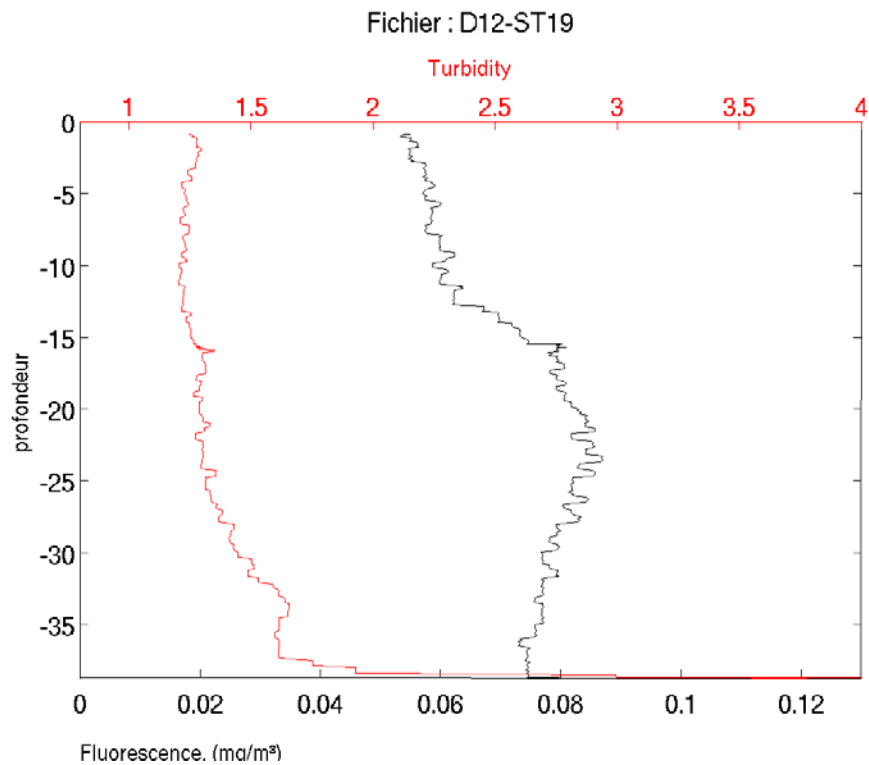


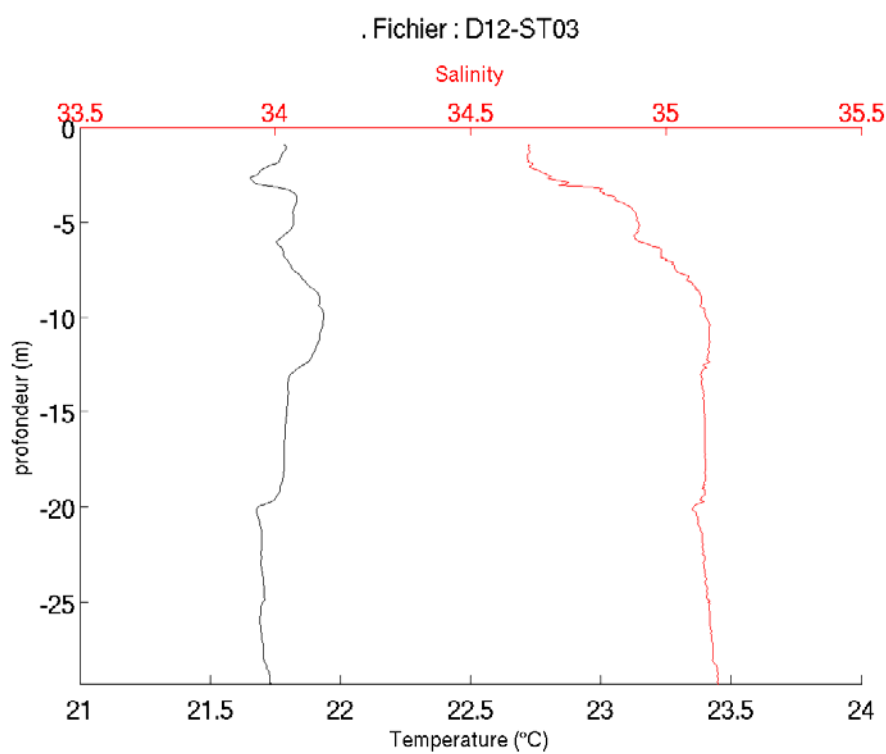
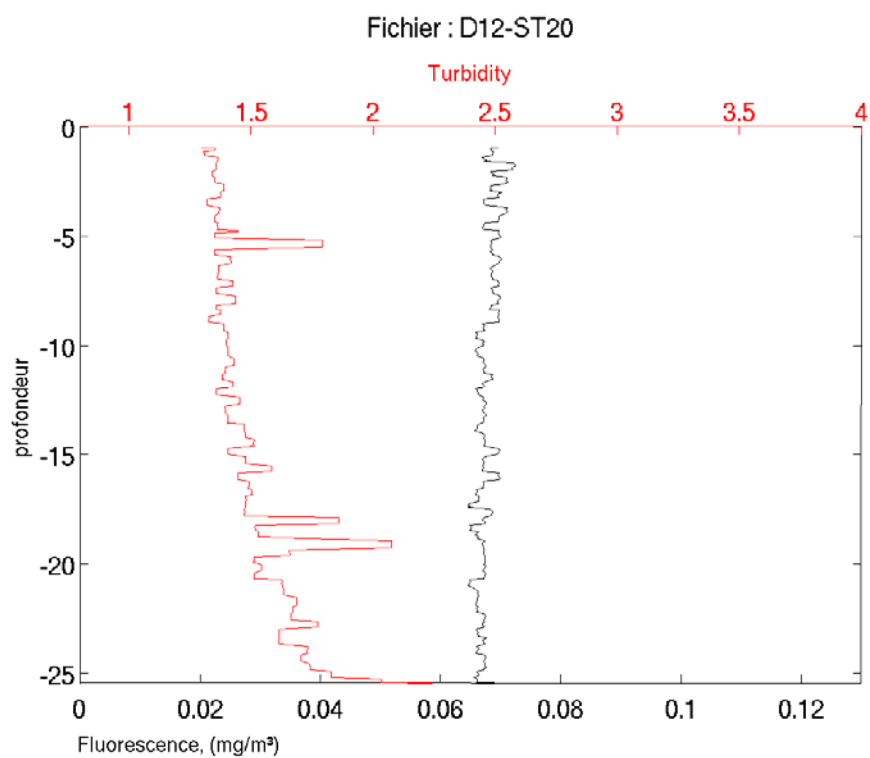
Fichier : D12-ST18

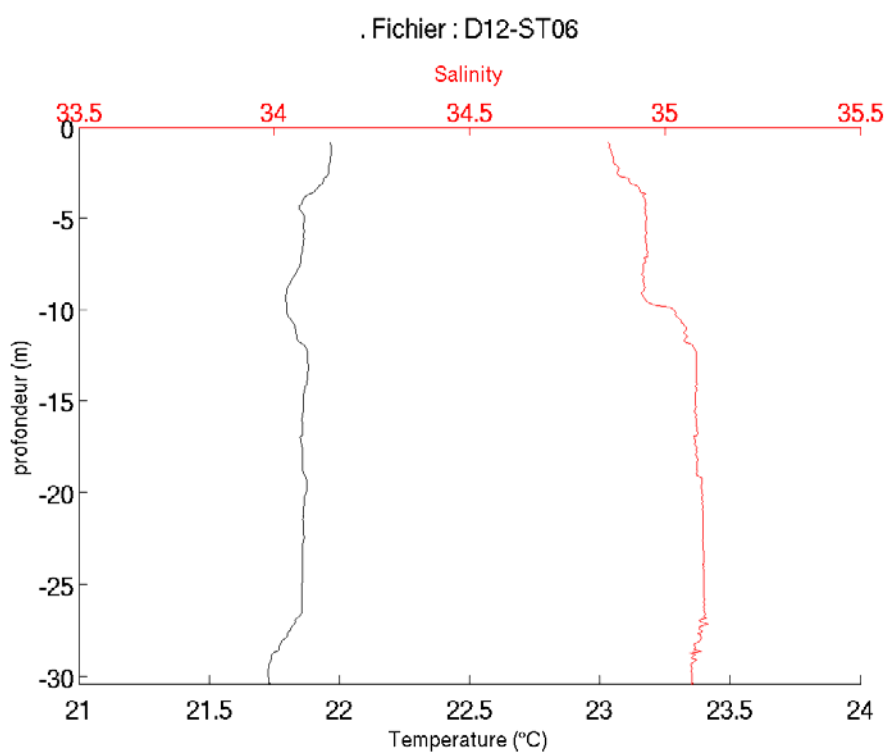
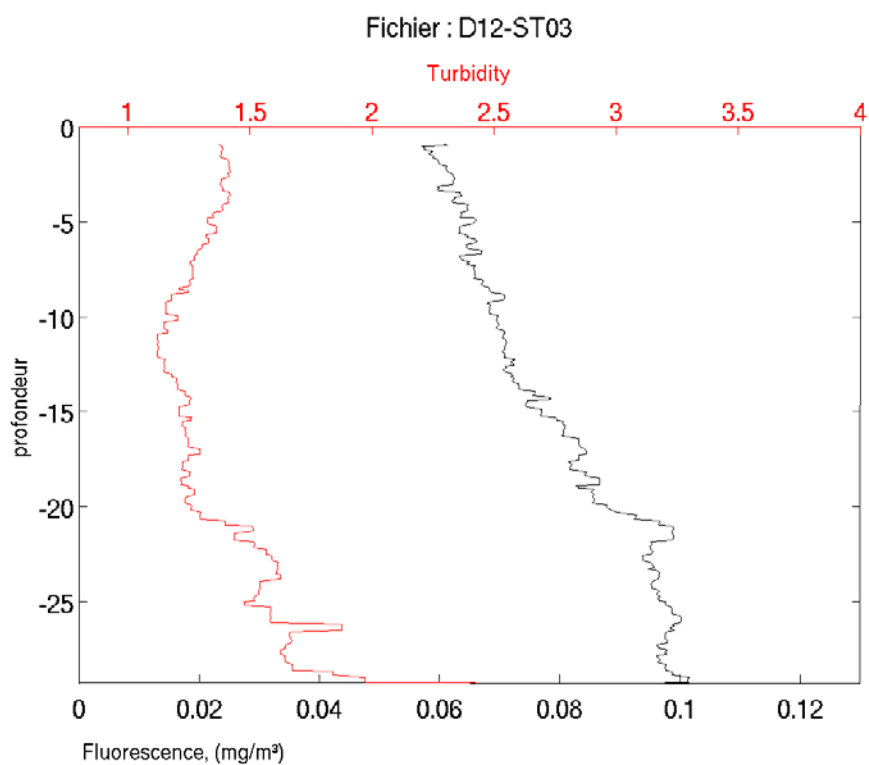


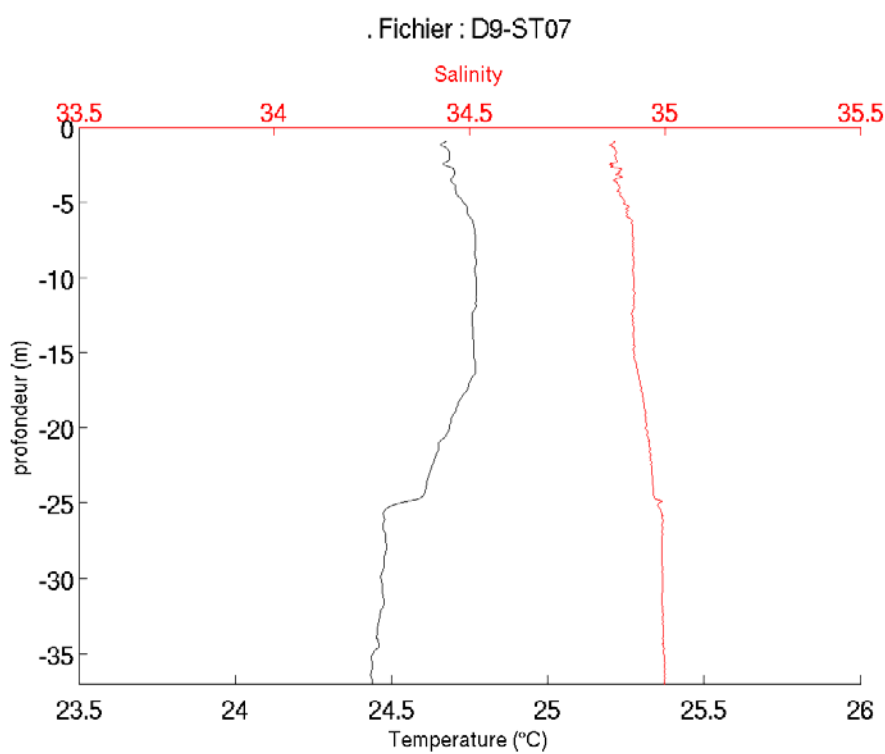
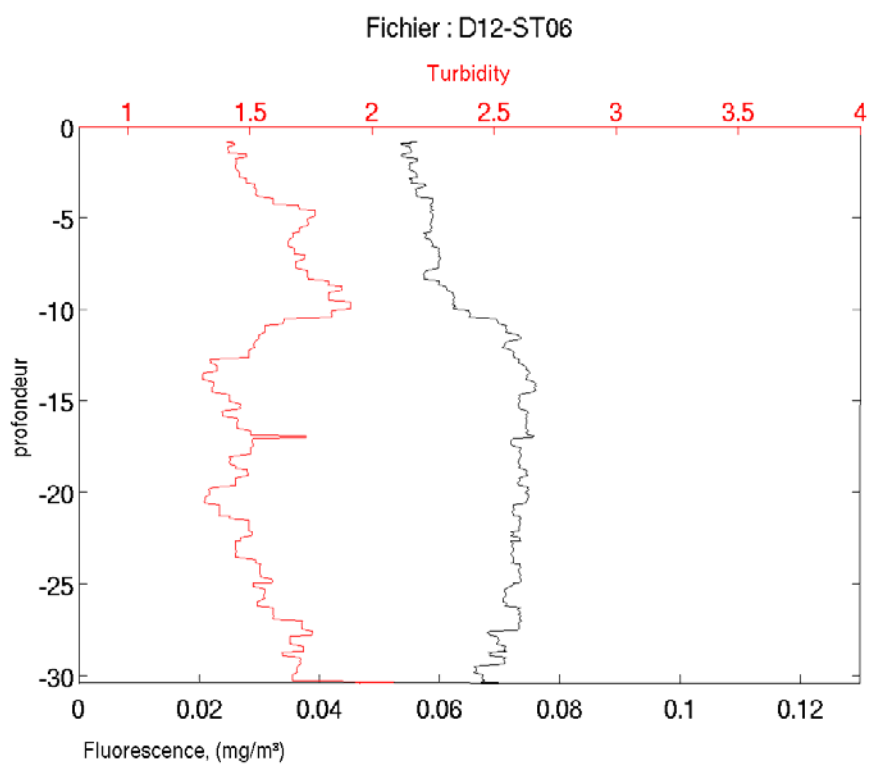
. Fichier : D12-ST19



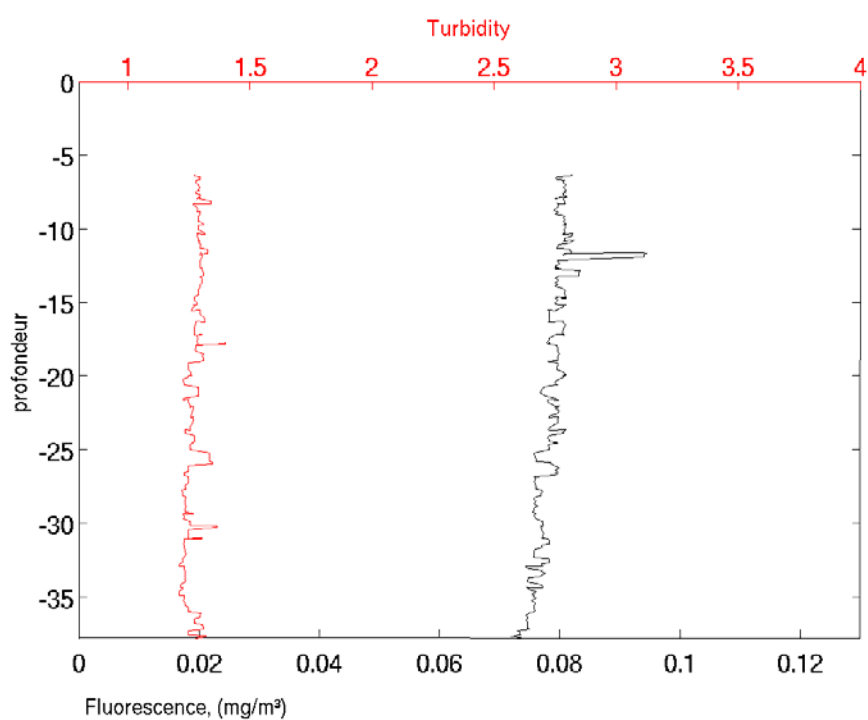




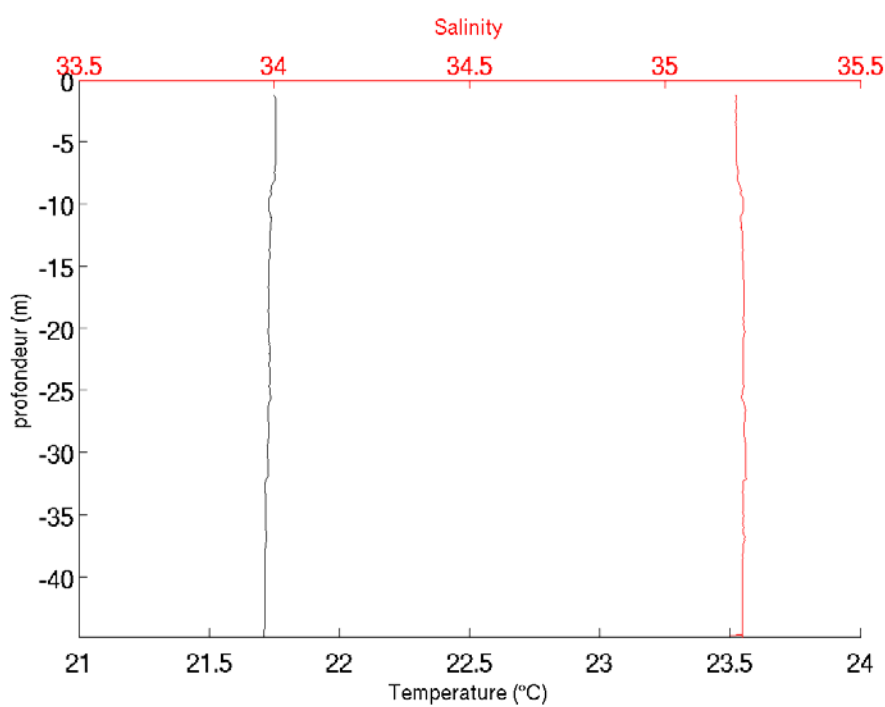




Fichier : D12-ST07

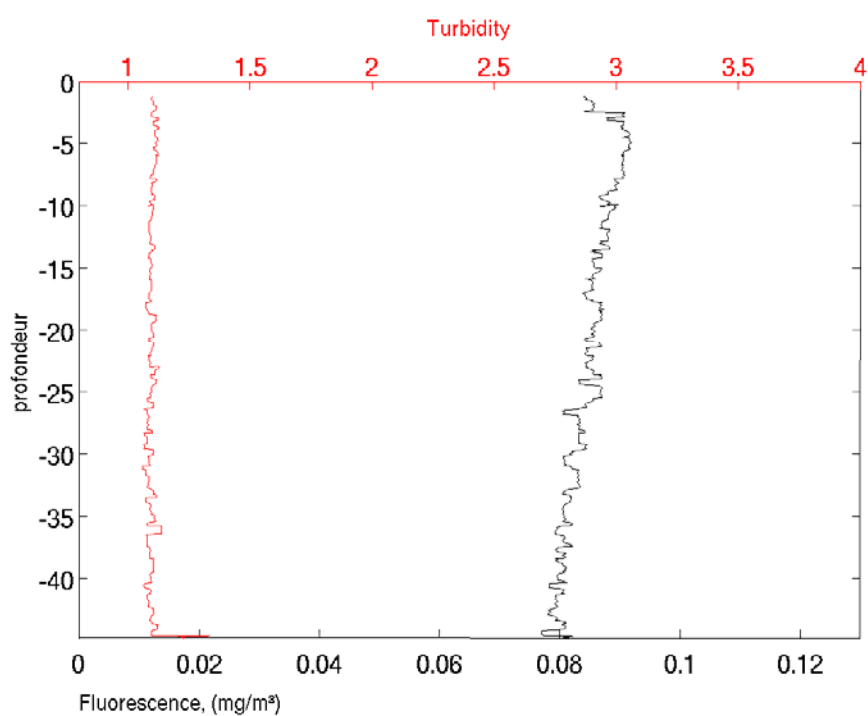


. Fichier : D12-ST09

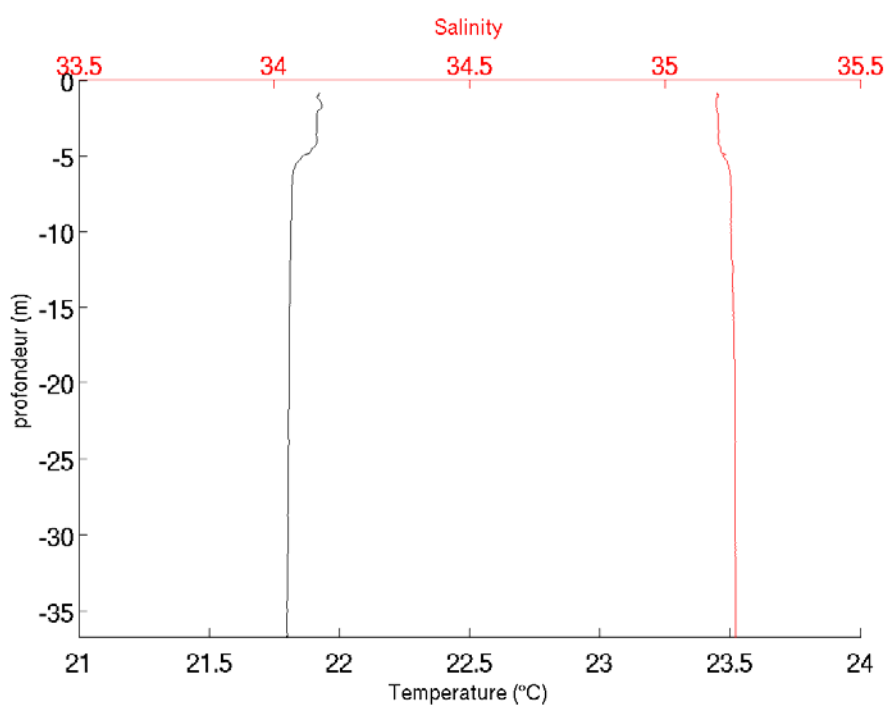


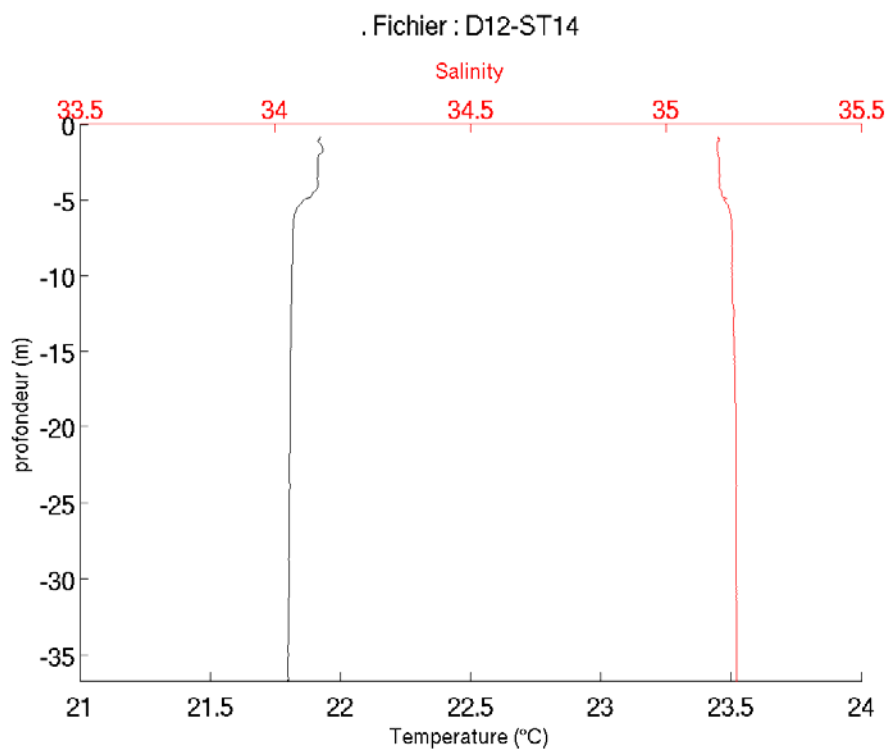
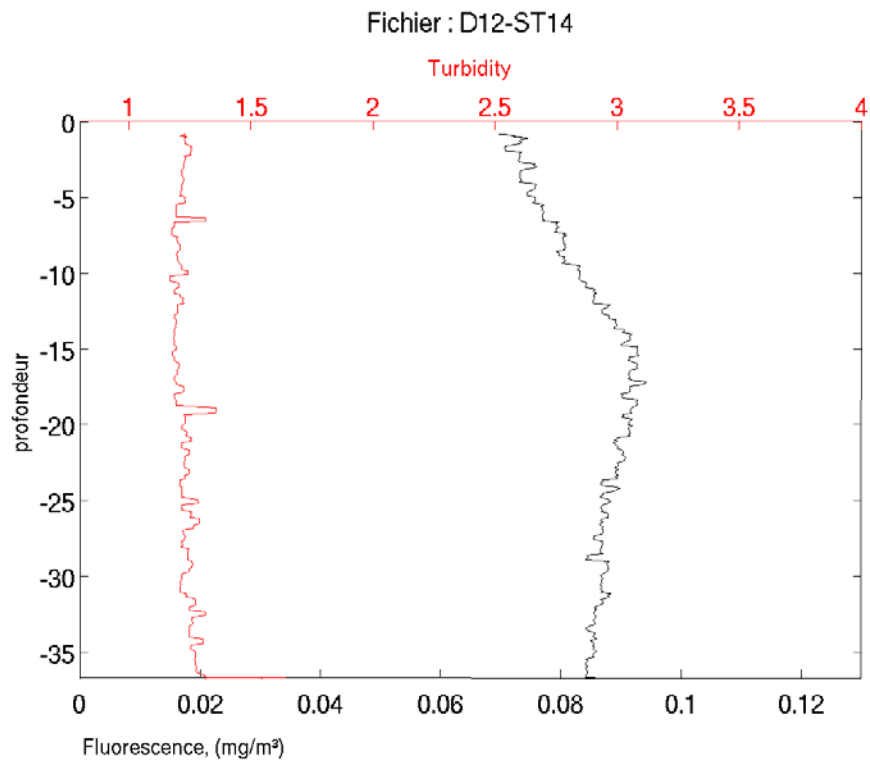


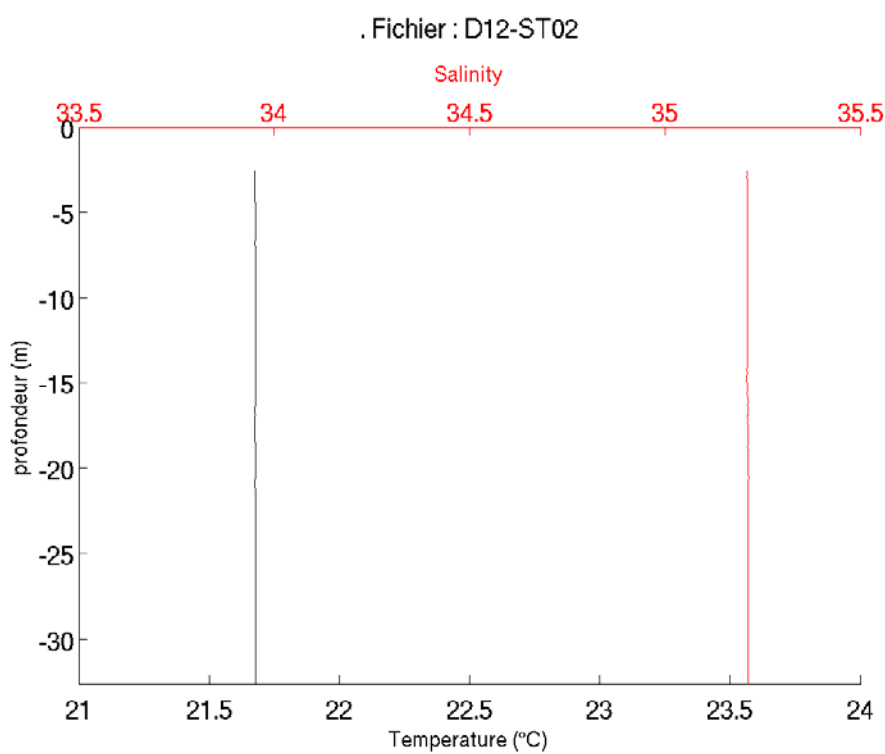
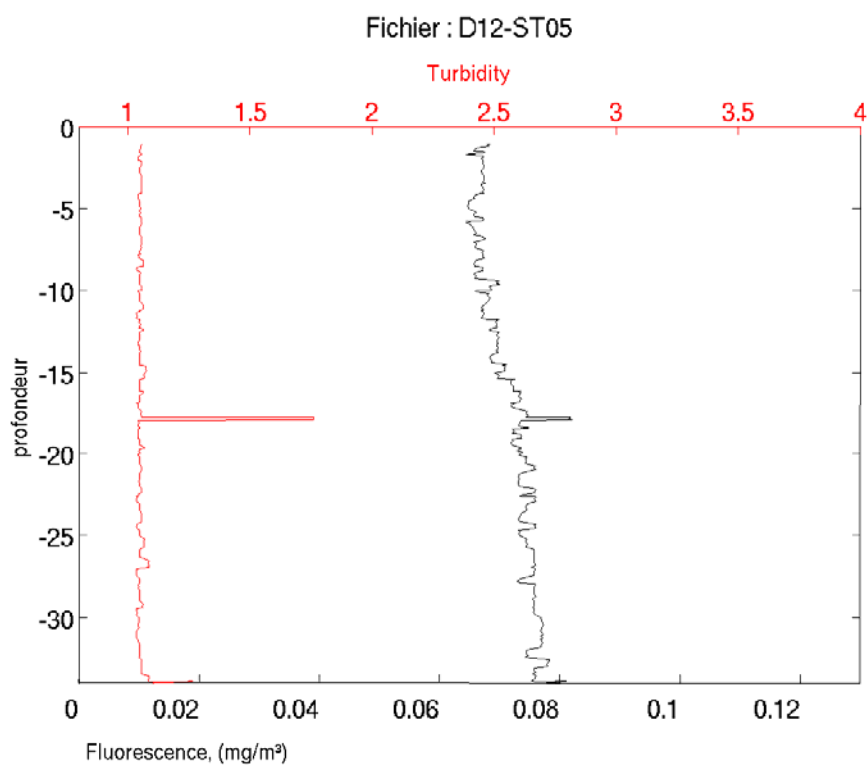
Fichier : D12-ST09

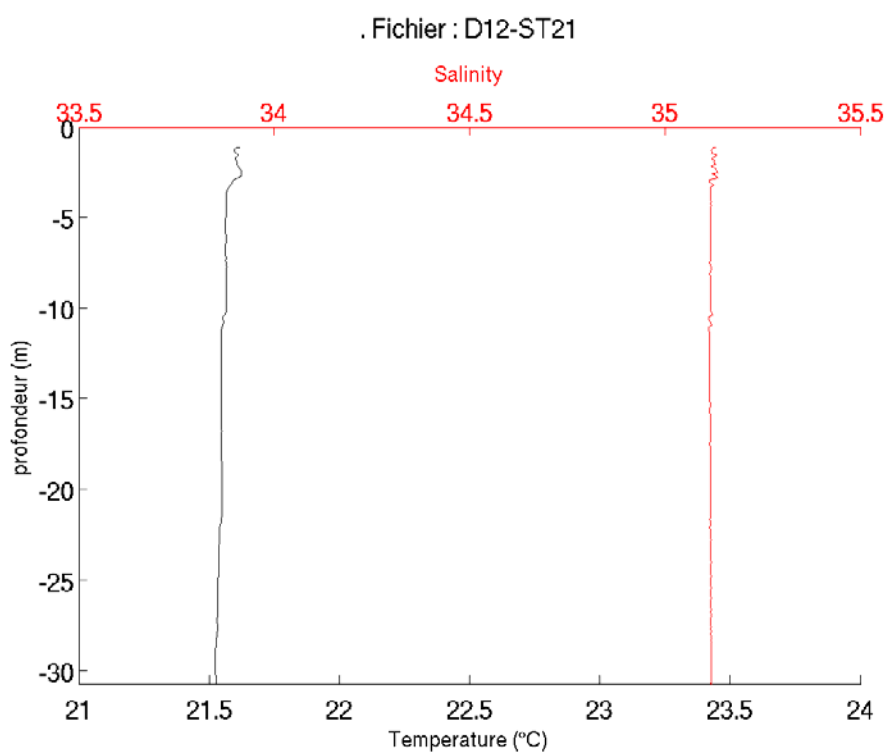
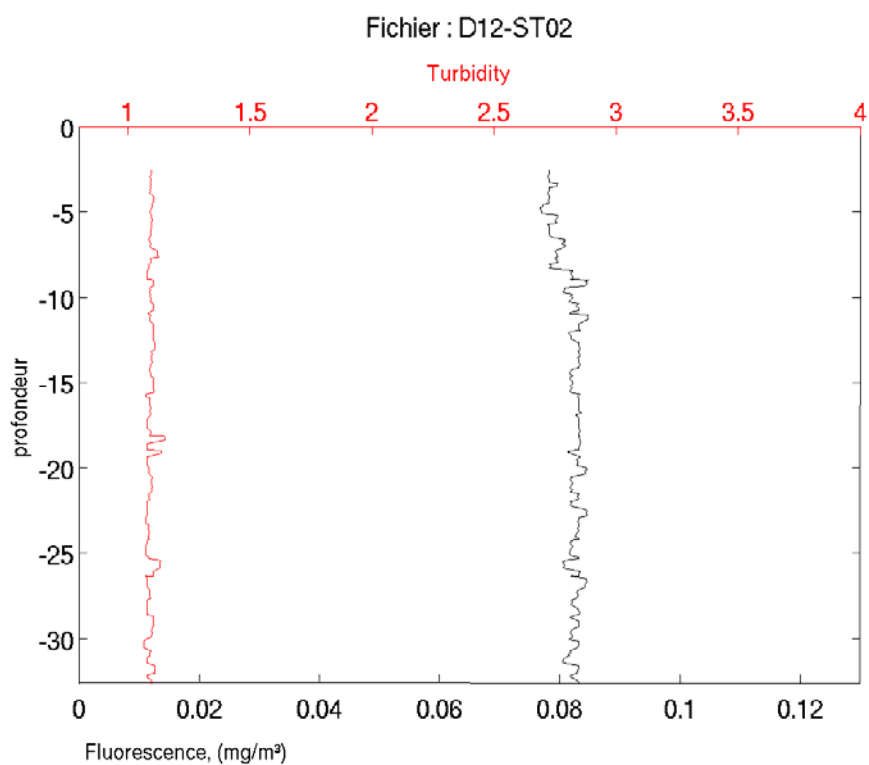


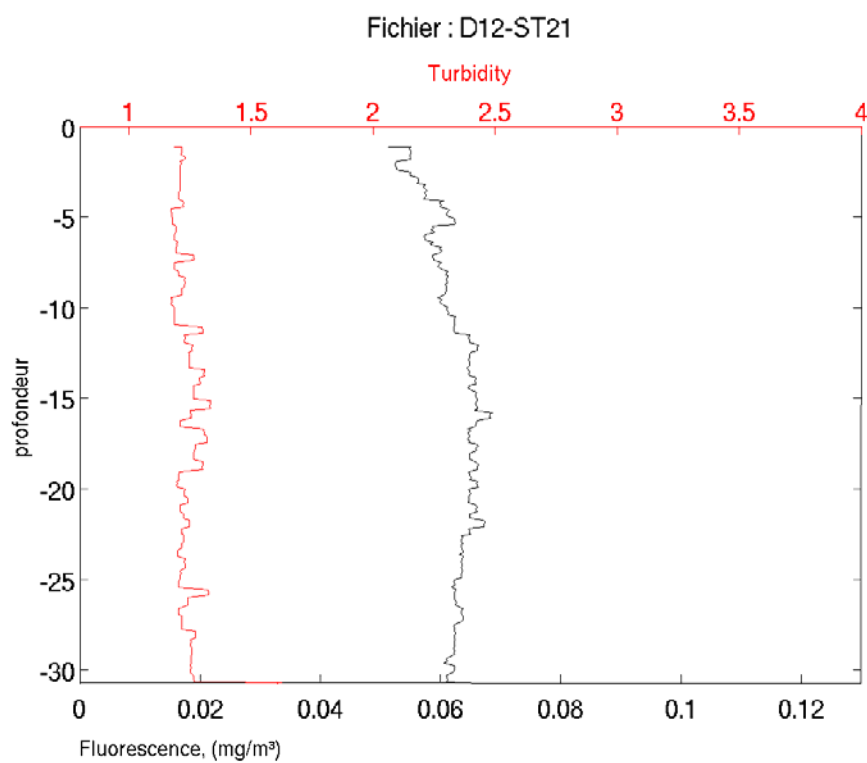
. Fichier : D12-ST14





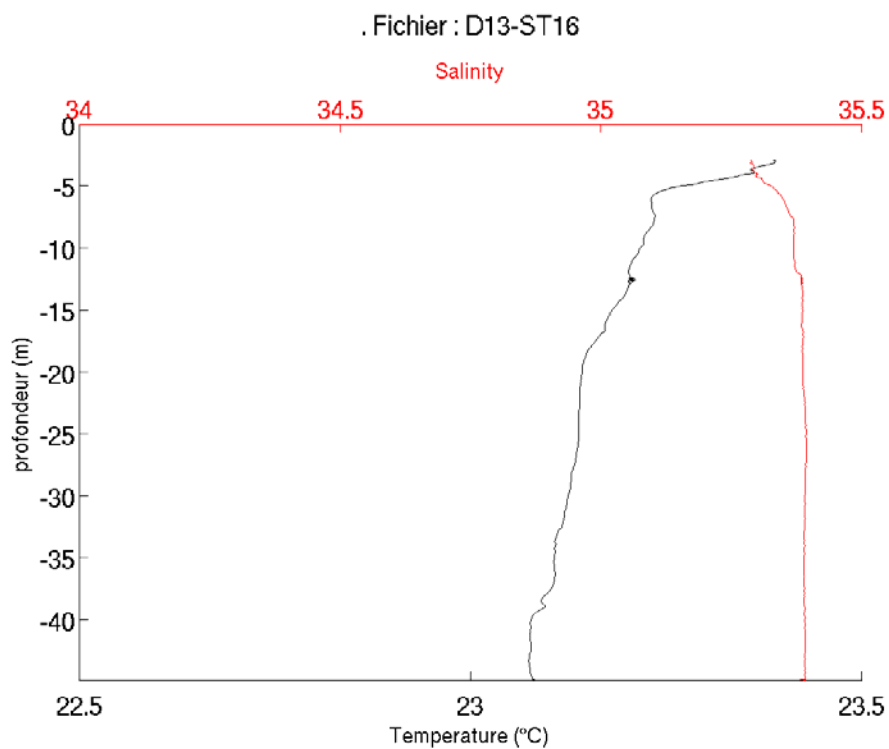






## Campagne 4 – Novembre 2009

Principales caractéristiques physico-chimiques : Profils CTD obtenus avec une sonde multiparamétrique SBE 19 lors de la campagne trimestrielle du 5 novembre 2009.



## ANNEXE 2

### Campagne 1 – Mars 2009

#### Eléments majeurs, pH et matières en suspension

Concentration en matières en suspension (MES), en éléments majeurs (Ca, K, Mg, Na, Cl), sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), en carbonates et mesure du pH pour les 3 niveaux de prélèvements des 13 stations de prélèvements dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultat ; (Nd) = Non déterminée.

| Station | Profondeur (m) | pH   | MES (mg/L) | Ca (mg/L) (n=1) | K (mg/L) (n=1) | Mg (mg/L) (n=1) | Na (mg/L) (n=1) | Cl (mg/L) (n=1) | $\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L) (n=1) | Alcalinité totale (eq/L) |
|---------|----------------|------|------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| ST02    | S              | 8    | 0,88       | 390             | 461            | 1321            | 12087           | 19174           | 2850                            | Nd                       |
| ST02    | M              | 8    | 0,92       | 385             | 443            | 1303            | 11874           | 19922           | 2747                            | Nd                       |
| ST02    | F              | 7,96 | 0,93       | 390             | 449            | 1326            | 12010           | 18836           | 2587                            | Nd                       |
| ST03    | S              | 8,04 | 0,93       | 384             | 436            | 1293            | 11855           | 19964           | 2927                            | Nd                       |
| ST03    | M              | 8,06 | 0,73       | 385             | 433            | 1304            | 11870           | 19365           | 2800                            | Nd                       |
| ST03    | F              | 8,06 | 1,15       | 388             | 445            | 1318            | 11977           | 19922           | 2697                            | Nd                       |
| ST05    | S              | 7,97 | 0,33       | 387             | 442            | 1326            | 11966           | 19764           | 2658                            | Nd                       |
| ST05    | M              | 7,97 | 0,73       | 386             | 437            | 1313            | 11916           | 19788           | 2748                            | Nd                       |
| ST05    | F              | 8,01 | 0,89       | 396             | 450            | 1363            | 12211           | 19675           | 2712                            | Nd                       |
| ST06    | S              | 8,06 | 0,83       | 384             | 442            | 1300            | 11883           | 18888           | 2513                            | Nd                       |
| ST06    | M              | 8,04 | 0,31       | 379             | 431            | 1286            | 11662           | 19141           | 2486                            | Nd                       |
| ST06    | F              | 8,05 | 0,77       | 388             | 444            | 1328            | 11973           | 19904           | 2504                            | Nd                       |
| ST07    | S              | 8,01 | 0,26       | 382             | 433            | 1291            | 11780           | 18841           | 2464                            | Nd                       |
| ST07    | M              | 7,98 | 0,65       | 383             | 442            | 1305            | 11848           | 18705           | 2435                            | Nd                       |
| ST07    | F              | 7,98 | 0,38       | 382             | 439            | 1304            | 11810           | 19371           | 2389                            | Nd                       |
| ST09    | S              | 8,1  | 1,22       | 382             | 436            | 1309            | 11792           | 18898           | 2465                            | Nd                       |
| ST09    | M              | 8,12 | 0,54       | 382             | 433            | 1306            | 11754           | 18568           | 2714                            | Nd                       |
| ST09    | F              | 8,12 | 1,63       | 383             | 432            | 1315            | 11825           | 18205           | 2405                            | Nd                       |
| ST13    | S              | 7,88 | 0,64       | 392             | 462            | 1339            | 12214           | 19893           | 2840                            | Nd                       |
| ST13    | M              | 7,95 | 1,05       | 393             | 456            | 1324            | 12234           | 19469           | 2750                            | Nd                       |
| ST13    | F              | 7,97 | 1,52       | 392             | 456            | 1327            | 12135           | 18993           | 2755                            | Nd                       |
| ST14    | S              | 8,02 | 0,47       | 390             | 451            | 1327            | 12084           | 18709           | 2660                            | Nd                       |
| ST14    | M              | 7,97 | 0,85       | 389             | 454            | 1316            | 12047           | 18068           | 2699                            | Nd                       |
| ST14    | F              | 7,94 | 0,63       | 391             | 457            | 1329            | 12080           | 19002           | 2831                            | Nd                       |

| Station | Profondeur<br>(m) | pH   | MES<br>(mg/L) | Ca<br>(mg/L)<br>(n=1) | K<br>(mg/L)<br>(n=1) | Mg<br>(mg/L)<br>(n=1) | Na<br>(mg/L)<br>(n=1) | Cl<br>(mg/L)<br>(n=1) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>(mg/L)<br>(n=1) | Alcalinité<br>totale<br>(eq/L) |
|---------|-------------------|------|---------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| ST15    | S                 | 8,08 | 0,66          | 386                   | 448                  | 1319                  | 11947                 | 19703                 | 2664                                             | Nd                             |
| ST15    | M                 | 8,07 | 0,59          | 386                   | 444                  | 1322                  | 11948                 | 19288                 | 2572                                             | Nd                             |
| ST15    | F                 | 7,99 | 0,84          | 390                   | 453                  | 1313                  | 12151                 | 19190                 | 2717                                             | Nd                             |
| ST16    | S                 | 8,06 | 0,45          | 393                   | 456                  | 1342                  | 12198                 | 19563                 | 2643                                             | 2,278                          |
| ST16    | M                 | 8,07 | 1,03          | 384                   | 445                  | 1310                  | 11875                 | 19997                 | 2695                                             | 2,334                          |
| ST16    | F                 | 8,02 | 0,65          | 385                   | 446                  | 1304                  | 11949                 | 19488                 | 2843                                             | 2,306                          |
| ST18    | S                 | 8,07 | 0,55          | 377                   | 440                  | 1283                  | 11697                 | 19463                 | 2775                                             | Nd                             |
| ST18    | M                 | 8,08 | 0,31          | 387                   | 448                  | 1309                  | 12003                 | 19865                 | 2822                                             | Nd                             |
| ST18    | F                 | 8,07 | 0,53          | 384                   | 441                  | 1293                  | 11884                 | 18964                 | 2670                                             | Nd                             |
| ST19    | S                 | 8,07 | 1,32          | 390                   | 455                  | 1325                  | 12048                 | 19676                 | 2635                                             | Nd                             |
| ST19    | M                 | 8,07 | 0,92          | 392                   | 453                  | 1332                  | 12100                 | 19904                 | 2744                                             | Nd                             |
| ST19    | F                 | 8,06 | 0,69          | 392                   | 455                  | 1329                  | 12169                 | 19458                 | 2707                                             | Nd                             |
| ST20    | S                 | 8,08 | 0,76          | 386                   | 447                  | 1312                  | 11935                 | 19077                 | 2777                                             | Nd                             |
| ST20    | M                 | 8,05 | 0,83          | 389                   | 451                  | 1315                  | 12044                 | 18509                 | 2403                                             | Nd                             |
| ST20    | F                 | 8,06 | 0,94          | 399                   | 463                  | 1341                  | 12345                 | 19559                 | 2619                                             | Nd                             |

## Campagne 2 – Mai 2009

| Station | Profondeur<br>(m) | pH   | MES<br>(mg/L) | Ca<br>(mg/L)<br>(n=1) | K<br>(mg/L)<br>(n=1) | Mg<br>(mg/L)<br>(n=1) | Na<br>(mg/L)<br>(n=1) | Cl<br>(mg/L)<br>(n=1) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>(mg/L)<br>(n=1) | Alcalinité<br>totale<br>(eq/L) |
|---------|-------------------|------|---------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| ST16    | S                 | 8,19 | 0,29          | 402                   | 435                  | 1315                  | 11413                 | 18868                 | 2538                                             | 2,35                           |
| ST16    | M                 | 8,19 | 0,29          | 396                   | 423                  | 1294                  | 11257                 | 19282                 | 2705                                             | 2,30                           |
| ST16    | F                 | 8,19 | 0,32          | 393                   | 418                  | 1284                  | 11219                 | 19341                 | 2682                                             | 2,27                           |



## Campagne 3 – Août 2009

### Eléments majeurs, pH et Matières en suspension

Concentration en matières en suspension (MES), en éléments majeurs (Ca, K, Mg, Na, Cl), sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), en carbonates et mesure du pH pour les 3 niveaux de prélèvements des 13 stations de prélèvements dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultat ; (Nd) = Non déterminée.

| Station | Profondeur (m) | pH   | MES (mg/L) | Ca (mg/L) (n=1) | K (mg/L) (n=1) | Mg (mg/L) (n=1) | Na (mg/L) (n=1) | Cl (mg/L) (n=1) | $\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L) (n=1) | Alcalinité totale (eq/L) |
|---------|----------------|------|------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| ST02    | S              | 8,07 | 0,08       | 420             | 469            | 1387            | 11589           | 19791           | 2713                            | Nd                       |
| ST02    | M              | 8,15 | 0,21       | 420             | 467            | 1380            | 11543           | 19802           | 2564                            | Nd                       |
| ST02    | F              | 8,16 | 0,22       | 456             | 511            | 1485            | 12228           | 18115           | 2160                            | Nd                       |
| ST03    | S              | 8,18 | 0,25       | 414             | 474            | 1381            | 11490           | 19544           | 2525                            | Nd                       |
| ST03    | M              | 8,19 | 0,58       | 441             | 482            | 1438            | 11872           | 19677           | 2514                            | Nd                       |
| ST03    | F              | 8,18 | 0,36       | 466             | 498            | 1510            | 12361           | 18991           | 2240                            | Nd                       |
| ST05    | S              | 8,19 | 0,18       | 434             | 477            | 1419            | 11771           | 19305           | 2455                            | Nd                       |
| ST05    | M              | 8,11 | 0,43       | 420             | 467            | 1376            | 11508           | 18791           | 2659                            | Nd                       |
| ST05    | F              | 8,15 | 0,32       | 505             | 528            | 1652            | 13285           | 18385           | 2508                            | Nd                       |
| ST06    | S              | 8,17 | 0,29       | 444             | 474            | 1435            | 11819           | 18369           | 2267                            | Nd                       |
| ST06    | M              | 8,18 | 0,48       | 414             | 463            | 1367            | 11451           | 19456           | 2272                            | Nd                       |
| ST06    | F              | 8,19 | 0,28       | 415             | 460            | 1362            | 11366           | 19455           | 2566                            | Nd                       |
| ST07    | S              | 8,12 | 0,38       | 414             | 458            | 1356            | 11365           | 19019           | 2523                            | Nd                       |
| ST07    | M              | 8,11 | 0,27       | 417             | 460            | 1356            | 11359           | 19395           | 2529                            | Nd                       |
| ST07    | F              | 8,07 | 0,29       | 416             | 467            | 1371            | 11516           | 19814           | 2537                            | Nd                       |
| ST09    | S              | 8,14 | 0,35       | 427             | 470            | 1401            | 11679           | 19750           | 2594                            | Nd                       |
| ST09    | M              | 8,15 | 0,62       | 417             | 460            | 1356            | 11353           | 19953           | 2626                            | Nd                       |
| ST09    | F              | 8,16 | 0,46       | 415             | 463            | 1361            | 11421           | 19952           | 2540                            | Nd                       |
| ST13    | S              | 8,17 | 0,27       | 412             | 458            | 1347            | 11347           | 19756           | 2567                            | Nd                       |
| ST13    | M              | 8,16 | 0,16       | 415             | 463            | 1357            | 11406           | 19679           | 2629                            | Nd                       |
| ST13    | F              | 8,10 | 0,11       | 407             | 458            | 1342            | 11302           | 19831           | 2337                            | Nd                       |
| ST14    | S              | 8,16 | 0,20       | 410             | 458            | 1337            | 11291           | 19790           | 2682                            | Nd                       |
| ST14    | M              | 8,17 | 0,28       | 424             | 487            | 1392            | 11578           | 19962           | 2606                            | Nd                       |
| ST14    | F              | 8,19 | 0,31       | 419             | 477            | 1386            | 11554           | 19350           | 2531                            | Nd                       |
| ST15    | S              | 8,16 | 0,42       | 412             | 462            | 1356            | 11310           | 19285           | 2390                            | Nd                       |
| ST15    | M              | 8,18 | 0,52       | 420             | 472            | 1385            | 11587           | 19223           | 2520                            | Nd                       |
| ST15    | F              | 8,18 | 0,43       | 418             | 467            | 1370            | 11467           | 19683           | 2502                            | Nd                       |

| Station | Profondeur<br>(m) | pH   | MES<br>(mg/L) | Ca<br>(mg/L)<br>(n=1) | K<br>(mg/L)<br>(n=1) | Mg<br>(mg/L)<br>(n=1) | Na<br>(mg/L)<br>(n=1) | Cl<br>(mg/L)<br>(n=1) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>(mg/L)<br>(n=1) | Alcalinité<br>totale<br>(eq/L) |
|---------|-------------------|------|---------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| ST16    | S                 | 8,18 | 0,42          | 417                   | 459                  | 1353                  | 11307                 | 19442                 | 2518                                             | 2,290                          |
| ST16    | M                 | 8,18 | 0,18          | 416                   | 461                  | 1366                  | 11386                 | 19868                 | 2958                                             | 2,362                          |
| ST16    | F                 | 8,18 | 0,19          | 417                   | 466                  | 1373                  | 11485                 | 19876                 | 2704                                             | 2,015                          |
| ST18    | S                 | 8,18 | 0,34          | 410                   | 460                  | 1359                  | 11372                 | 19783                 | 2744                                             | Nd                             |
| ST18    | M                 | 8,18 | 1,47          | 411                   | 457                  | 1345                  | 11298                 | 19669                 | 2728                                             | Nd                             |
| ST18    | F                 | 8,17 | 0,16          | 417                   | 458                  | 1357                  | 11333                 | 19877                 | 2774                                             | Nd                             |
| ST19    | S                 | 8,17 | 0,20          | 409                   | 453                  | 1338                  | 11192                 | 19847                 | 2770                                             | Nd                             |
| ST19    | M                 | 8,17 | 0,28          | 418                   | 460                  | 1361                  | 11388                 | 19789                 | 2842                                             | Nd                             |
| ST19    | F                 | 8,17 | 0,62          | 481                   | 502                  | 1558                  | 12633                 | 18058                 | 2310                                             | Nd                             |
| ST20    | S                 | 8,17 | 0,51          | 411                   | 464                  | 1373                  | 11491                 | 19510                 | 2957                                             | Nd                             |
| ST20    | M                 | 8,16 | 0,69          | 414                   | 461                  | 1366                  | 11415                 | 19932                 | 2754                                             | Nd                             |
| ST20    | F                 | 8,12 | 0,46          | 411                   | 463                  | 1370                  | 11417                 | 19489                 | 2726                                             | Nd                             |
| ST21    | S                 | 8,21 | 0,20          | 417                   | 460                  | 1365                  | 11402                 | 19664                 | 2778                                             | Nd                             |
| ST21    | M                 | 8,19 | 0,30          | 413                   | 453                  | 1343                  | 11239                 | 19665                 | 2775                                             | Nd                             |
| ST21    | F                 | 8,19 | 0,25          | 414                   | 454                  | 1347                  | 11255                 | 19763                 | 2888                                             | Nd                             |

## Campagne 4 – Novembre 2009

| Station | Profondeur<br>(m) | pH   | MES<br>(mg/L) | Ca<br>(mg/L)<br>(n=1) | K<br>(mg/L)<br>(n=1) | Mg<br>(mg/L)<br>(n=1) | Na<br>(mg/L)<br>(n=1) | Cl<br>(mg/L)<br>(n=1) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>(mg/L)<br>(n=1) | Alcalinité<br>totale<br>(eq/L) |
|---------|-------------------|------|---------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| ST16    | S                 | 8,17 | 0,234         | 402                   | 480                  | 1311                  | 11328                 | 17685                 | 2467                                             | 2,218                          |
| ST16    | M                 | 8,18 | 0,6           | 401                   | 510                  | 1311                  | 11352                 | 18544                 | 2490                                             | 2,266                          |
| ST16    | F                 | 8,17 | 1,062         | 399                   | 500                  | 1299                  | 11358                 | 20263                 | 2852                                             | 2,266                          |

## ANNEXE 3

### Campagne 1 – Mars 2009

#### Nitrates + Nitrites

Concentration en  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ;  
Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond - 3m ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,190                                            | 0,008               |
| ST02    | M          | 0,472                                            | 0,216               |
| ST02    | F          | 0,294                                            | 0,150               |
| ST03    | S          | 0,289                                            | 0,054               |
| ST03    | M          | 0,381                                            | 0,197               |
| ST03    | F          | 0,446                                            | 0,365               |
| ST05    | S          | 0,178                                            | 0,062               |
| ST05    | M          | 0,299                                            | 0,076               |
| ST05    | F          | 0,778                                            | 0,256               |
| ST06    | S          | 0,725                                            | 0,059               |
| ST06    | M          | 0,388                                            | 0,010               |
| ST06    | F          | 0,735                                            | 0,055               |
| ST07    | S          | 0,103                                            | -                   |
| ST07    | M          | 0,119                                            | 0,017               |
| ST07    | F          | 0,817                                            | 0,151               |
| ST09    | S          | 0,122                                            | 0,043               |
| ST09    | M          | 0,321                                            | 0,117               |
| ST09    | F          | 1,050                                            | 0,669               |
| ST13    | S          | 0,664                                            | 0,298               |
| ST13    | M          | 0,673                                            | 0,247               |
| ST13    | F          | 1,470                                            | 0,200               |
| ST14    | S          | 0,562                                            | 0,188               |
| ST14    | M          | 0,233                                            | 0,078               |
| ST14    | F          | 0,661                                            | 0,162               |
| ST15    | S          | 0,243                                            | 0,083               |
| ST15    | M          | 0,020                                            | 0,012               |
| ST15    | F          | 0,925                                            | -                   |

| Station | Profondeur | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub><br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,219                                      | 0,019               |
| ST16    | M          | 0,153                                      | n=1                 |
| ST16    | F          | 0,157                                      | 0,082               |
| ST18    | S          | -                                          | -                   |
| ST18    | M          | 0,031                                      | 0,005               |
| ST18    | F          | 0,033                                      | 0,011               |
| ST19    | S          | 0,038                                      | 0,010               |
| ST19    | M          | 0,597                                      | 0,020               |
| ST19    | F          | 1,740                                      | 0,231               |
| ST20    | S          | 0,349                                      | 0,032               |
| ST20    | M          | 0,654                                      | 0,498               |
| ST20    | F          | 0,502                                      | 0,143               |

## Ammonium

Concentration en  $\text{NH}_4$  dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillons non traité ; (-) = Echantillon unique, écart-type non calculable.

| Station | Profondeur | NH4<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,0269                   | 0,0023              |
| ST02    | M          | 0,0338                   | 0,0127              |
| ST02    | F          | 0,0551                   | 0,0041              |
| ST03    | S          | 0,0123                   | 0,0005              |
| ST03    | M          | 0,0085                   | 0,0002              |
| ST03    | F          | 0,0294                   | 0,0019              |
| ST05    | S          | 0,0258                   | 0,0111              |
| ST05    | M          | 0,0832                   | 0,0109              |
| ST05    | F          | 0,0731                   | 0,0049              |
| ST06    | S          | 0,0331                   | 0,0001              |
| ST06    | M          | 0,0365                   | 0,0004              |
| ST06    | F          | 0,0445                   | 0,0008              |
| ST07    | S          | 0,0592                   | 0,0335              |
| ST07    | M          | 0,0401                   | 0,0067              |
| ST07    | F          | 0,1254                   | 0,0045              |
| ST09    | S          | 0,0429                   | 0,0054              |
| ST09    | M          | 0,0603                   | 0,0265              |
| ST09    | F          | 0,0812                   | 0,0042              |
| ST13    | S          | 0,1318                   | 0,0199              |
| ST13    | M          | 0,0641                   | 0,0288              |
| ST13    | F          | 0,1627                   | 0,0070              |
| ST14    | S          | 0,0396                   | 0,0045              |
| ST14    | M          | 0,0646                   | 0,0193              |
| ST14    | F          | 0,1356                   | 0,0010              |
| ST15    | S          | 0,0602                   | 0,0128              |
| ST15    | M          | 0,0399                   | 0,0001              |
| ST15    | F          | 0,0566                   | 0,0030              |
| ST16    | S          | 0,0402                   | 0,0012              |
| ST16    | M          | 0,0416                   | 0,0014              |
| ST16    | F          | 0,1144                   | 0,0196              |
| ST18    | S          | 0,0368                   | 0,0010              |
| ST18    | M          | 0,0320                   | 0,0016              |
| ST18    | F          | 0,0333                   | 0,0007              |

| Station | Profondeur | NH4<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------|---------------------|
| ST19    | S          | 0,0040        | 0,0002              |
| ST19    | M          | 0,0070        | 0,0015              |
| ST19    | F          | 0,0364        | 0,0006              |
| ST20    | S          | 0,0050        | 0,0004              |
| ST20    | M          | 0,0061        | 0,0002              |
| ST20    | F          | 0,0062        | 0,0004              |

## Phosphates

Concentration en  $\text{PO}_4$  dissous dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ;  
Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m  
; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{PO}_4$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|------------------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,035                              | 0,018               |
| ST02    | M          | 0,037                              | 0,013               |
| ST02    | F          | 0,020                              | 0,013               |
| ST03    | S          | 0,021                              | 0,009               |
| ST03    | M          | 0,032                              | -                   |
| ST03    | F          | 0,043                              | 0,011               |
| ST05    | S          | 0,024                              | -                   |
| ST05    | M          | 0,061                              | 0,002               |
| ST05    | F          | 0,058                              | 0,050               |
| ST06    | S          | 0,013                              | 0,009               |
| ST06    | M          | 0,055                              | -                   |
| ST06    | F          | 0,060                              | 0,043               |
| ST07    | S          | 0,030                              | -                   |
| ST07    | M          | 0,029                              | 0,004               |
| ST07    | F          | 0,057                              | 0,035               |
| ST09    | S          | 0,055                              | 0,008               |
| ST09    | M          | 0,034                              | 0,009               |
| ST09    | F          | 0,051                              | 0,037               |
| ST13    | S          | 0,044                              | 0,015               |
| ST13    | M          | 0,054                              | 0,009               |
| ST13    | F          | 0,082                              | 0,019               |
| ST14    | S          | 0,046                              | 0,028               |
| ST14    | M          | 0,039                              | 0,025               |
| ST14    | F          | 0,050                              | 0,035               |
| ST15    | S          | 0,023                              | 0,013               |
| ST15    | M          | 0,034                              | 0,020               |
| ST15    | F          | 0,171                              | 0,029               |
| ST16    | S          | 0,031                              | 0,016               |
| ST16    | M          | 0,035                              | 0,016               |
| ST16    | F          | 0,026                              | 0,003               |
| ST18    | S          | -                                  | -                   |
| ST18    | M          | 0,028                              | 0,019               |
| ST18    | F          | 0,050                              | 0,030               |

| Station | Profondeur | PO4<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------|---------------------|
| ST19    | S          | 0,028         | 0,019               |
| ST19    | M          | 0,086         | 0,004               |
| ST19    | F          | 0,091         | 0,031               |
| ST20    | S          | 0,057         | 0,016               |
| ST20    | M          | 0,077         | 0,004               |
| ST20    | F          | 0,055         | 0,022               |



## Silicates

Concentration en SiO<sub>2</sub> dissous dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ;  
Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m  
; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | SiO <sub>2</sub><br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|----------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 1,085                      | 0,490               |
| ST02    | M          | 1,280                      | 0,022               |
| ST02    | F          | 1,117                      | 0,054               |
| ST03    | S          | 3,129                      | 1,139               |
| ST03    | M          | 1,344                      | 0,148               |
| ST03    | F          | 1,472                      | 0,129               |
| ST05    | S          | 1,233                      | 0,051               |
| ST05    | M          | 0,969                      | 0,155               |
| ST05    | F          | 1,062                      | 0,263               |
| ST06    | S          | 4,794                      | 0,438               |
| ST06    | M          | 1,459                      | 0,112               |
| ST06    | F          | 1,772                      | 0,724               |
| ST07    | S          | 1,575                      | 0,620               |
| ST07    | M          | 1,156                      | 0,121               |
| ST07    | F          | 1,437                      | 0,096               |
| ST09    | S          | 1,323                      | 0,022               |
| ST09    | M          | 1,081                      | 0,146               |
| ST09    | F          | 1,208                      | 0,145               |
| ST13    | S          | 1,345                      | 0,047               |
| ST13    | M          | 1,308                      | 0,196               |
| ST13    | F          | 1,672                      | 0,104               |
| ST14    | S          | 1,671                      | 0,133               |
| ST14    | M          | 1,654                      | 0,172               |
| ST14    | F          | 1,858                      | 0,409               |
| ST15    | S          | 3,997                      | 0,121               |
| ST15    | M          | 2,834                      | 0,411               |
| ST15    | F          | 4,095                      | 0,427               |
| ST16    | S          | 3,184                      | 0,310               |
| ST16    | M          | 2,314                      | 0,471               |
| ST16    | F          | 2,183                      | 0,660               |
| ST18    | S          | 4,209                      | 0,160               |
| ST18    | M          | 1,848                      | 0,121               |
| ST18    | F          | 1,768                      | 0,175               |

| Station | Profondeur | SIO2<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|----------------|---------------------|
| ST19    | S          | 1,672          | 0,021               |
| ST19    | M          | 1,546          | 0,179               |
| ST19    | F          | 1,890          | 0,097               |
| ST20    | S          | 1,504          | 0,049               |
| ST20    | M          | 1,612          | 0,074               |
| ST20    | F          | 1,537          | 0,052               |

## Azote et Phosphore organique dissous

Concentration en N et P organique dissous (NOD et POD) dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | POD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NOD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) |
|---------|------------|------------------------------|------------------------------|
| ST02    | S          | 0,296                        | 2,354                        |
| ST02    | M          | 0,143                        | 2,910                        |
| ST02    | F          | 0,147                        | 1,624                        |
| ST03    | S          | 0,094                        | 2,892                        |
| ST03    | M          | 0,156                        | 2,963                        |
| ST03    | F          | 0,106                        | 0,948                        |
| ST05    | S          | 0,133                        | 2,869                        |
| ST05    | M          | 0,147                        | 1,746                        |
| ST05    | F          | 0,140                        | 1,713                        |
| ST06    | S          | 0,220                        | 3,786                        |
| ST06    | M          | 0,129                        | 2,328                        |
| ST06    | F          | 0,166                        | 2,063                        |
| ST07    | S          | 0,132                        | 3,357                        |
| ST07    | M          | 0,132                        | 3,339                        |
| ST07    | F          | 0,186                        | 3,509                        |
| ST09    | S          | 0,253                        | 3,311                        |
| ST09    | M          | 0,314                        | 0,676                        |
| ST09    | F          | 0,322                        | 2,849                        |
| ST13    | S          | 0,301                        | 2,975                        |
| ST13    | M          | 0,284                        | 2,874                        |
| ST13    | F          | 0,329                        | 2,027                        |
| ST14    | S          | 0,088                        | 3,223                        |
| ST14    | M          | 0,064                        | 2,267                        |
| ST14    | F          | 0,120                        | -                            |
| ST15    | S          | 0,124                        | 2,186                        |
| ST15    | M          | 0,180                        | -                            |
| ST15    | F          | 0,332                        | 3,518                        |
| ST16    | S          | 0,248                        | 2,663                        |
| ST16    | M          | 0,277                        | 2,625                        |
| ST16    | F          | 0,152                        | 2,417                        |
| ST18    | S          | -                            | -                            |
| ST18    | M          | 0,151                        | 2,613                        |
| ST18    | F          | 0,136                        | 2,366                        |

| Station | Profondeur | POD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | NOD<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) |
|---------|------------|------------------------------|------------------------------|
| ST19    | S          | 0,284                        | 4,455                        |
| ST19    | M          | 0,245                        | 1,513                        |
| ST19    | F          | 0,374                        | 2,418                        |
| ST20    | S          | 0,125                        | 3,241                        |
| ST20    | M          | 0,105                        | 3,727                        |
| ST20    | F          | 0,121                        | 3,697                        |

## Carbone, Azote et Phosphore organique particuliers

Concentration en N et P organique particulaire (NOP et POP) dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | COP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | NOP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | POP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) |
|---------|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ST02    | S          | 16,07                          | 1,48                           | 0,058                          |
| ST02    | M          | 16,90                          | 1,37                           | 0,059                          |
| ST02    | F          | 22,10                          | 2,51                           | 0,053                          |
| ST03    | S          | 18,46                          | 1,33                           | 0,075                          |
| ST03    | M          | 17,26                          | 2,23                           | 0,082                          |
| ST03    | F          | 23,63                          | 2,97                           | 0,103                          |
| ST05    | S          | 10,76                          | 1,12                           | 0,069                          |
| ST05    | M          | 19,69                          | 2,37                           | 0,059                          |
| ST05    | F          | 16,80                          | 1,33                           | 0,077                          |
| ST06    | S          | 8,85                           | 0,96                           | 0,069                          |
| ST06    | M          | 19,00                          | 1,80                           | 0,076                          |
| ST06    | F          | 11,94                          | 1,56                           | 0,090                          |
| ST07    | S          | 12,59                          | 1,12                           | 0,051                          |
| ST07    | M          | 13,19                          | 1,29                           | 0,068                          |
| ST07    | F          | 14,75                          | 1,17                           | 0,052                          |
| ST09    | S          | 28,07                          | 2,56                           | 0,080                          |
| ST09    | M          | 24,51                          | 3,54                           | 0,055                          |
| ST09    | F          | 15,82                          | 1,17                           | 0,052                          |
| ST13    | S          | 14,53                          | 1,17                           | 0,062                          |
| ST13    | M          | 16,65                          | 1,57                           | 0,064                          |
| ST13    | F          | 17,82                          | 1,56                           | 0,064                          |
| ST14    | S          | 11,87                          | 1,18                           | 0,072                          |
| ST14    | M          | 18,24                          | 2,04                           | 0,119                          |
| ST14    | F          | 25,96                          | 5,01                           | 0,118                          |
| ST15    | S          | 10,82                          | 1,21                           | 0,067                          |
| ST15    | M          | 9,11                           | 3,82                           | 0,056                          |
| ST15    | F          | 16,62                          | 1,89                           | 0,092                          |
| ST16    | S          | 11,04                          | 1,18                           | 0,072                          |
| ST16    | M          | 12,00                          | 1,56                           | 0,104                          |
| ST16    | F          | 11,47                          | 1,47                           | 0,111                          |
| ST18    | S          | 8,41                           | 1,17                           | 0,068                          |
| ST18    | M          | 12,25                          | 1,26                           | 0,085                          |
| ST18    | F          | 11,57                          | 1,53                           | 0,085                          |

| Station | Profondeur | COP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | NOP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | POP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) |
|---------|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ST19    | S          | 11,88                          | 1,02                           | 0,071                          |
| ST19    | M          | 18,57                          | 2,36                           | 0,088                          |
| ST19    | F          | 14,61                          | 1,34                           | 0,057                          |
| ST20    | S          | 11,82                          | 1,36                           | 0,093                          |
| ST20    | M          | 12,45                          | 1,41                           | 0,105                          |
| ST20    | F          | 12,72                          | 1,43                           | 0,097                          |

## Azote total et Phosphore totaux

Concentration en N et P totaux dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | P (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) | N (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,388               | 0,041               | 4,06                | 0,42                |
| ST02    | M          | 0,240               | 0,005               | 4,79                | 0,31                |
| ST02    | F          | 0,220               | 0,010               | 4,49                | 0,14                |
| ST03    | S          | 0,189               | 0,005               | 4,53                | 0,18                |
| ST03    | M          | 0,270               | 0,002               | 5,58                | 0,51                |
| ST03    | F          | 0,252               | 0,003               | 4,39                | 0,17                |
| ST05    | S          | 0,226               | 0,025               | 4,19                | 0,73                |
| ST05    | M          | 0,268               | 0,003               | 4,50                | 0,17                |
| ST05    | F          | 0,274               | 0,003               | 3,90                | 0,31                |
| ST06    | S          | 0,302               | -                   | 5,51                | -                   |
| ST06    | M          | 0,260               | 0,018               | 4,55                | 0,93                |
| ST06    | F          | 0,317               | 0,001               | 4,40                | 0,09                |
| ST07    | S          | 0,213               | 0,020               | 4,64                | 0,48                |
| ST07    | M          | 0,230               | 0,005               | 4,79                | 0,46                |
| ST07    | F          | 0,295               | 0,007               | 5,62                | 0,36                |
| ST09    | S          | 0,387               | 0,008               | 6,04                | 0,73                |
| ST09    | M          | 0,403               | 0,0003              | 4,60                | 0,29                |
| ST09    | F          | 0,426               | 0,054               | 5,15                | 0,21                |
| ST13    | S          | 0,407               | 0,016               | 4,94                | 0,19                |
| ST13    | M          | 0,403               | 0,013               | 5,18                | 0,39                |
| ST13    | F          | 0,475               | 0,005               | 5,22                | 0,27                |
| ST14    | S          | 0,206               | 0,008               | 5,01                | 0,09                |
| ST14    | M          | 0,222               | 0,014               | 4,60                | 0,06                |
| ST14    | F          | 0,288               | n=1                 | 4,69                | n=1                 |
| ST15    | S          | 0,215               | 0,018               | 3,69                | 0,11                |
| ST15    | M          | 0,270               | 0,020               | 3,65                | 0,10                |
| ST15    | F          | 0,595               | 0,012               | 6,39                | 0,13                |
| ST16    | S          | 0,351               | 0,014               | 4,10                | 0,14                |
| ST16    | M          | 0,416               | 0,010               | 4,38                | 0,17                |
| ST16    | F          | 0,289               | 0,025               | 4,15                | 0,48                |
| ST18    | S          | 0,172               | 0,015               | 4,88                | 0,11                |
| ST18    | M          | 0,264               | 0,013               | 3,94                | 0,07                |
| ST18    | F          | 0,271               | 0,018               | 3,96                | 0,52                |

| Station | Profondeur | P (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) | N (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ST19    | S          | 0,383               | 0,005               | 5,52                | 0,87                |
| ST19    | M          | 0,419               | 0,021               | 4,48                | 0,19                |
| ST19    | F          | 0,522               | -                   | 5,54                | -                   |
| ST20    | S          | 0,275               | 0,028               | 4,95                | 0,46                |
| ST20    | M          | 0,287               | 0,004               | 5,80                | 0,12                |
| ST20    | F          | 0,272               | 0,001               | 5,63                | 0,59                |



## Chlorophylle a et Phéopigments

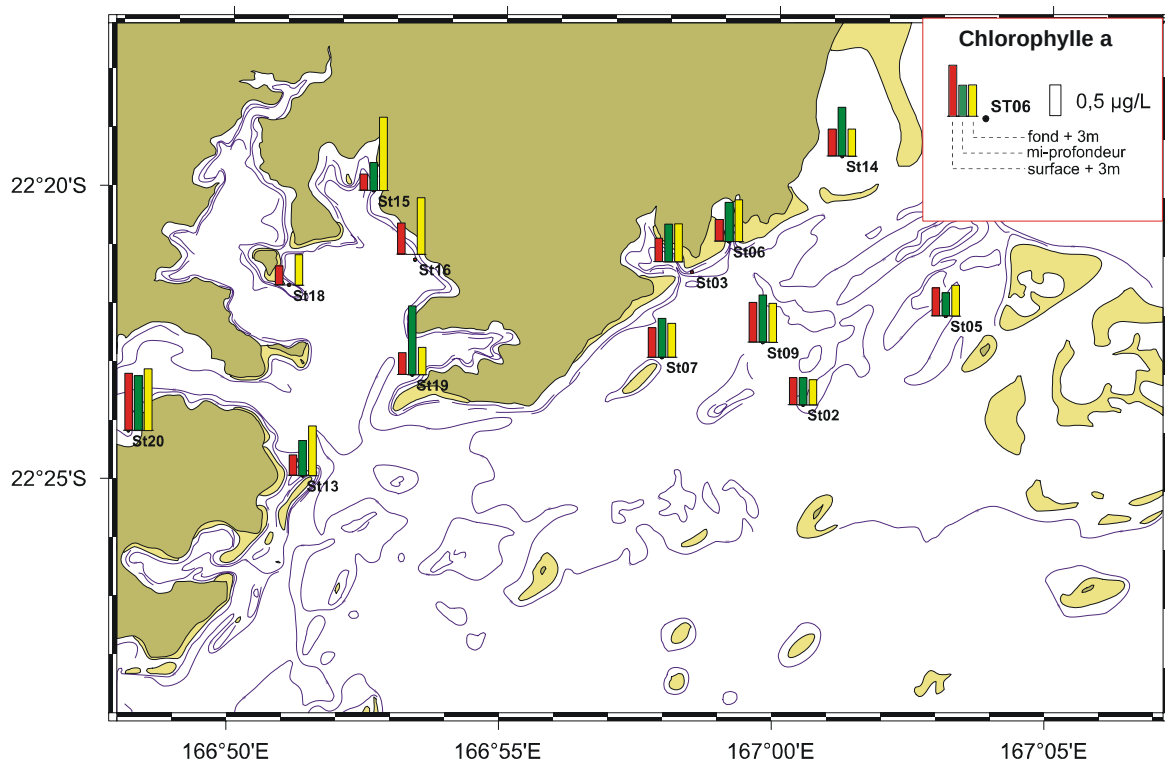
Concentration en Chlorophylle a et en Phéopigments dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultats.

| Station | Profondeur | Chloro µg/L<br>(n=1) | Pheo µg/L<br>(n=1) | %Pheo |
|---------|------------|----------------------|--------------------|-------|
| ST02    | S          | 0,445                | 0,176              | 28,32 |
| ST02    | M          | 0,447                | 0,175              | 28,18 |
| ST02    | F          | 0,414                | 0,233              | 35,99 |
| ST03    | S          | 0,385                | 0,234              | 37,77 |
| ST03    | M          | 0,618                | 0,212              | 25,52 |
| ST03    | F          | 0,626                | 0,328              | 34,39 |
| ST05    | S          | 0,460                | 0,142              | 23,59 |
| ST05    | M          | 0,376                | 0,167              | 30,83 |
| ST05    | F          | 0,502                | 0,237              | 32,08 |
| ST06    | S          | 0,357                | 0,225              | 38,69 |
| ST06    | M          | 0,642                | 0,257              | 28,59 |
| ST06    | F          | 0,685                | 0,301              | 30,49 |
| ST07    | S          | 0,481                | 0,164              | 25,45 |
| ST07    | M          | 0,638                | 0,232              | 26,70 |
| ST07    | F          | 0,560                | 0,265              | 32,17 |
| ST09    | S          | 0,649                | 0,336              | 34,13 |
| ST09    | M          | 0,773                | 0,325              | 29,58 |
| ST09    | F          | 0,637                | 0,312              | 32,91 |
| ST13    | S          | 0,334                | 0,180              | 35,00 |
| ST13    | M          | 0,572                | 0,208              | 26,68 |
| ST13    | F          | 0,814                | 0,308              | 27,45 |
| ST14    | S          | 0,440                | 0,185              | 29,59 |
| ST14    | M          | 0,802                | 0,285              | 26,23 |
| ST14    | F          | 0,445                | 0,355              | 44,33 |
| ST15    | S          | 0,265                | 0,097              | 26,90 |
| ST15    | M          | 0,454                | 0,170              | 27,25 |
| ST15    | F          | 1,200                | 0,468              | 28,07 |
| ST16    | S          | 0,507                | 0,151              | 22,96 |
| ST16    | M          | -                    | -                  | -     |
| ST16    | F          | 0,927                | 0,285              | 23,51 |
| ST18    | S          | 0,313                | 0,082              | 20,81 |
| ST18    | M          | -                    | -                  | -     |
| ST18    | F          | 0,498                | 0,153              | 23,44 |

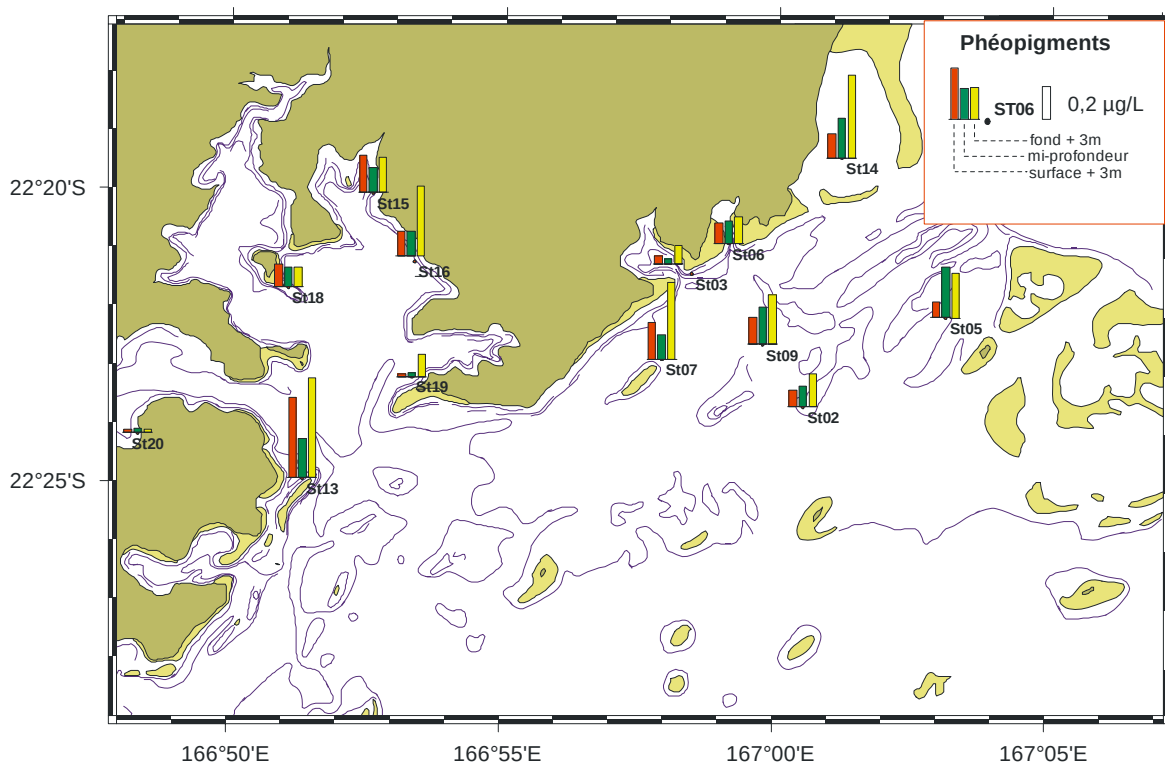
| Station | Profondeur | Chloro µg/L<br>(n=1) | Pheo µg/L<br>(n=1) | %Pheo |
|---------|------------|----------------------|--------------------|-------|
| ST19    | S          | 0,360                | 0,144              | 28,63 |
| ST19    | M          | 1,124                | 0,390              | 25,74 |
| ST19    | F          | 0,450                | 0,277              | 38,12 |
| ST20    | S          | 0,930                | 0,279              | 23,04 |
| ST20    | M          | 0,894                | 0,305              | 25,47 |
| ST20    | F          | 1,009                | 0,332              | 24,76 |

## Cartes de distribution de la chlorophylle a et des phéopigments.

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

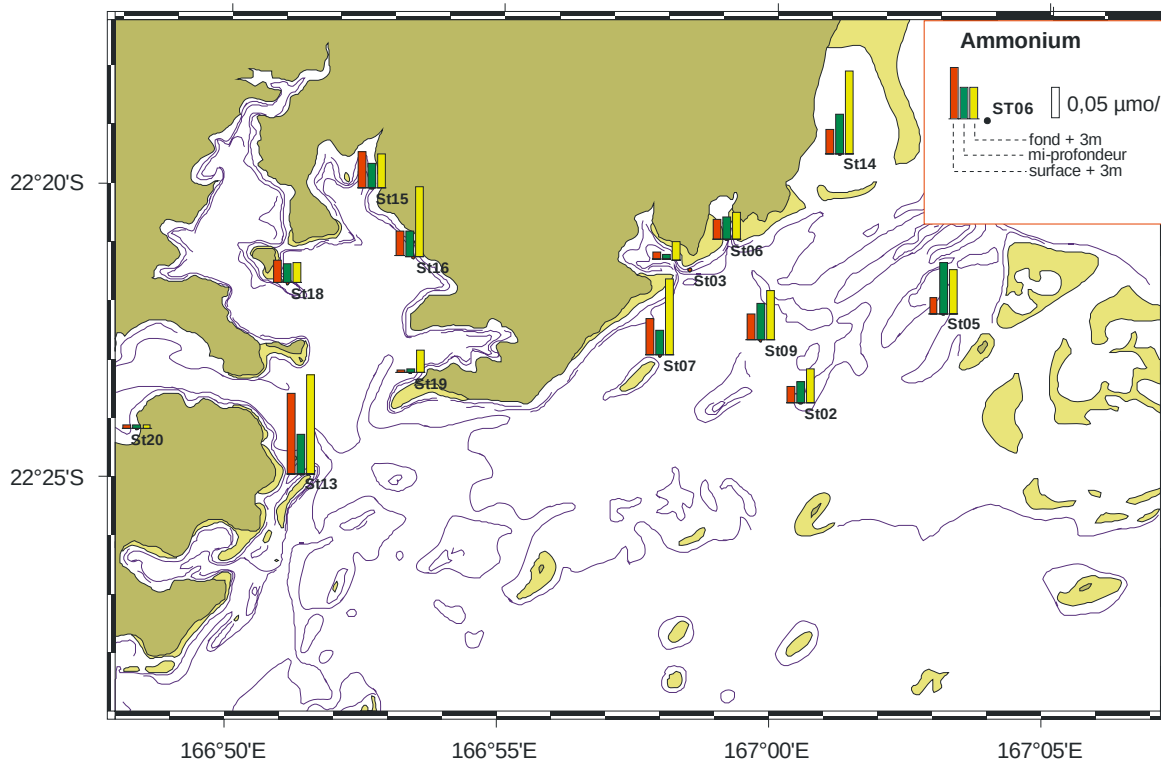


Concentration des phéopigments dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.

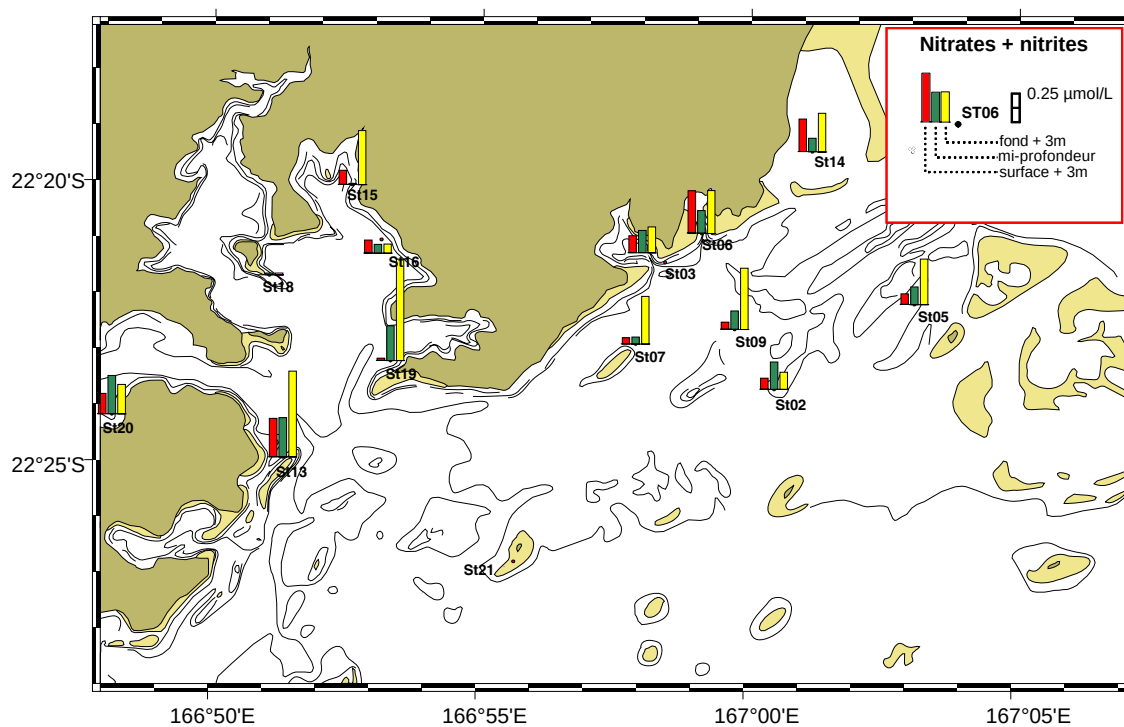


## Cartes de distribution de l'ammonium et des nitrates.

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

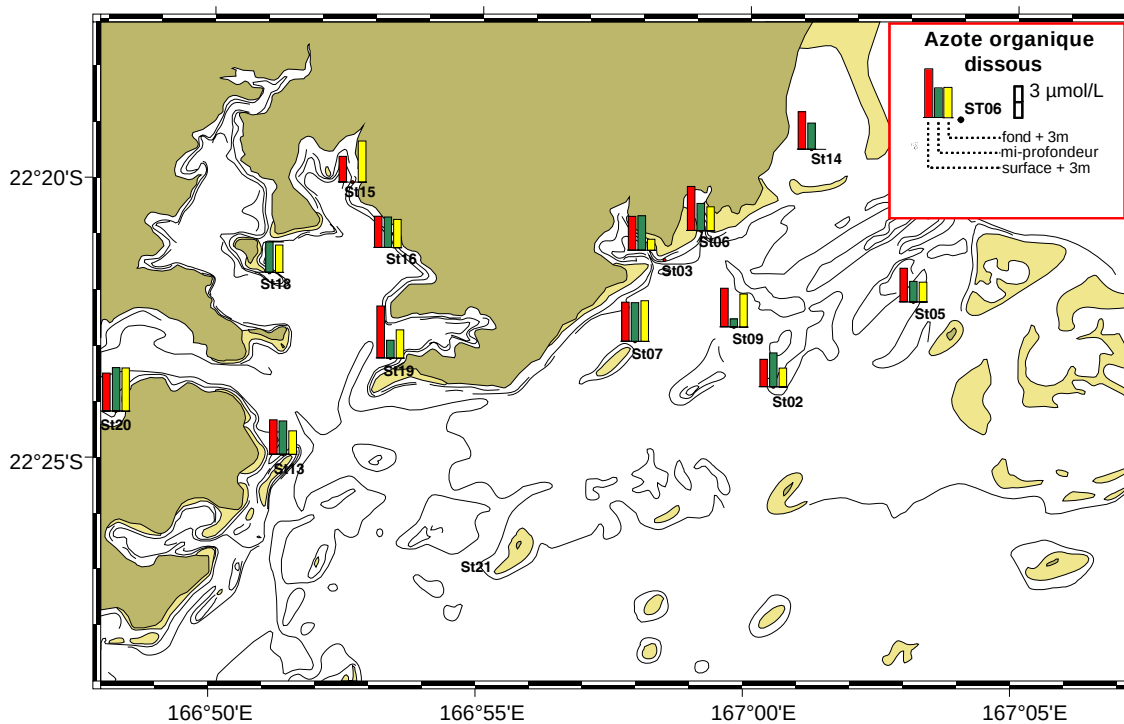


Concentration des nitrates+nitrites dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.

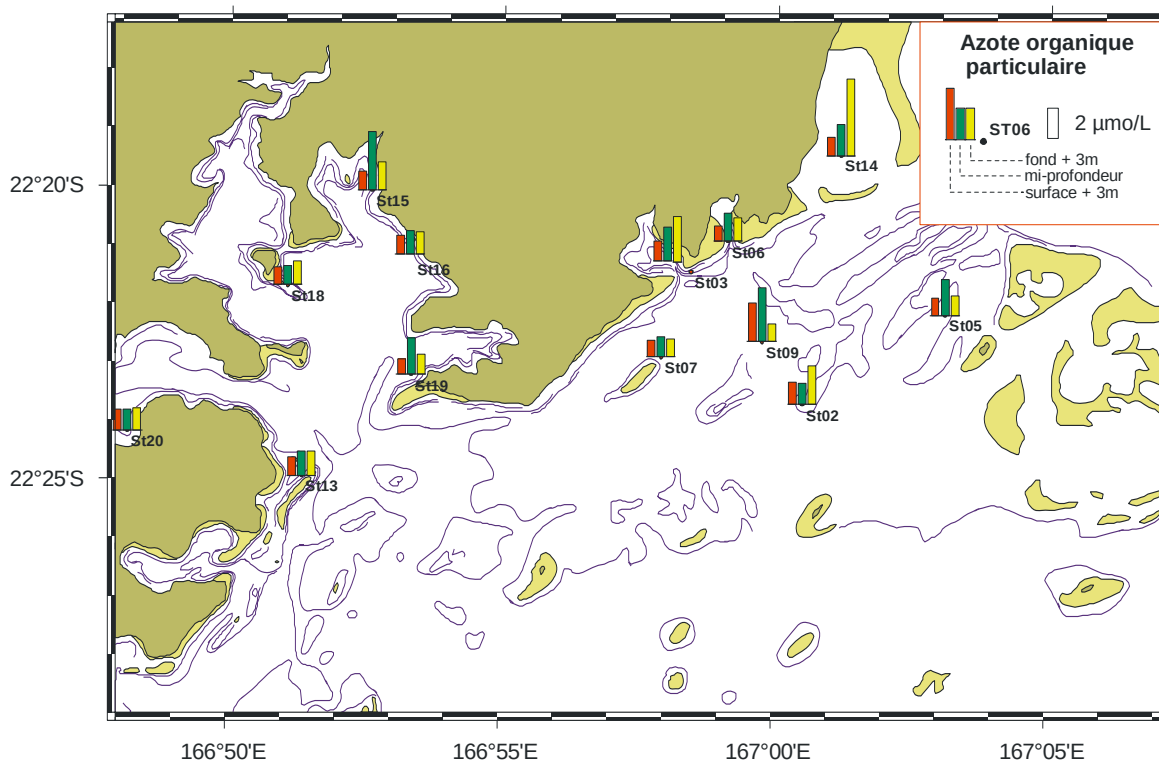


## Cartes de distribution de l'azote organique dissous et particulaire.

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

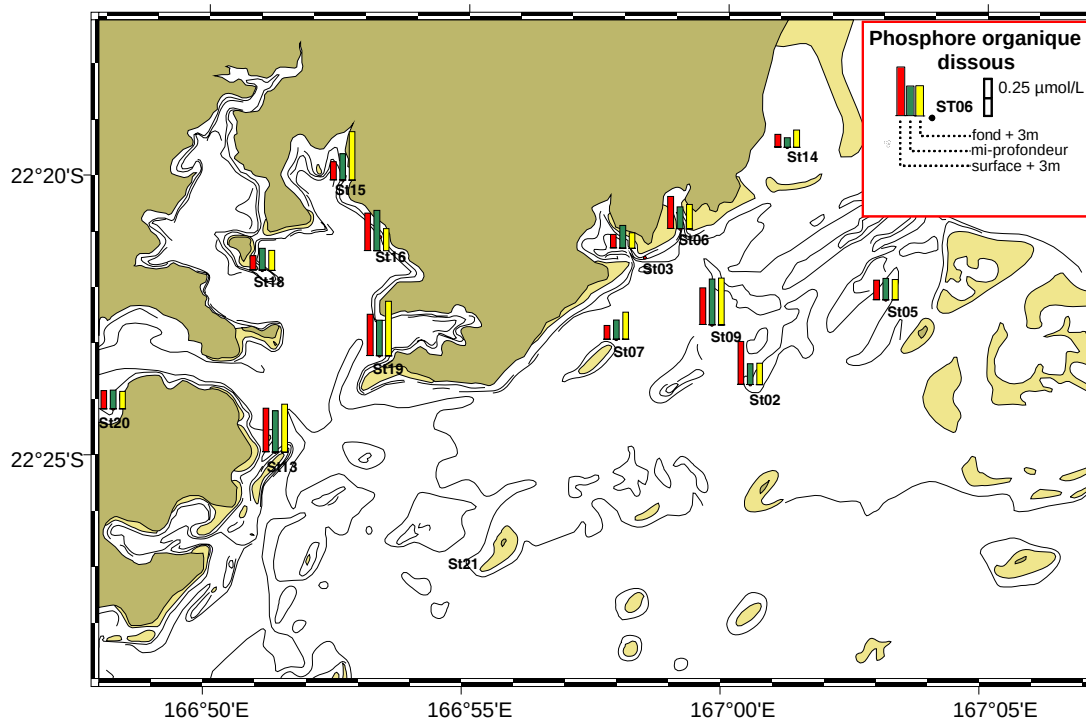


Concentration de l'azote organique particulaire (NOP) dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.

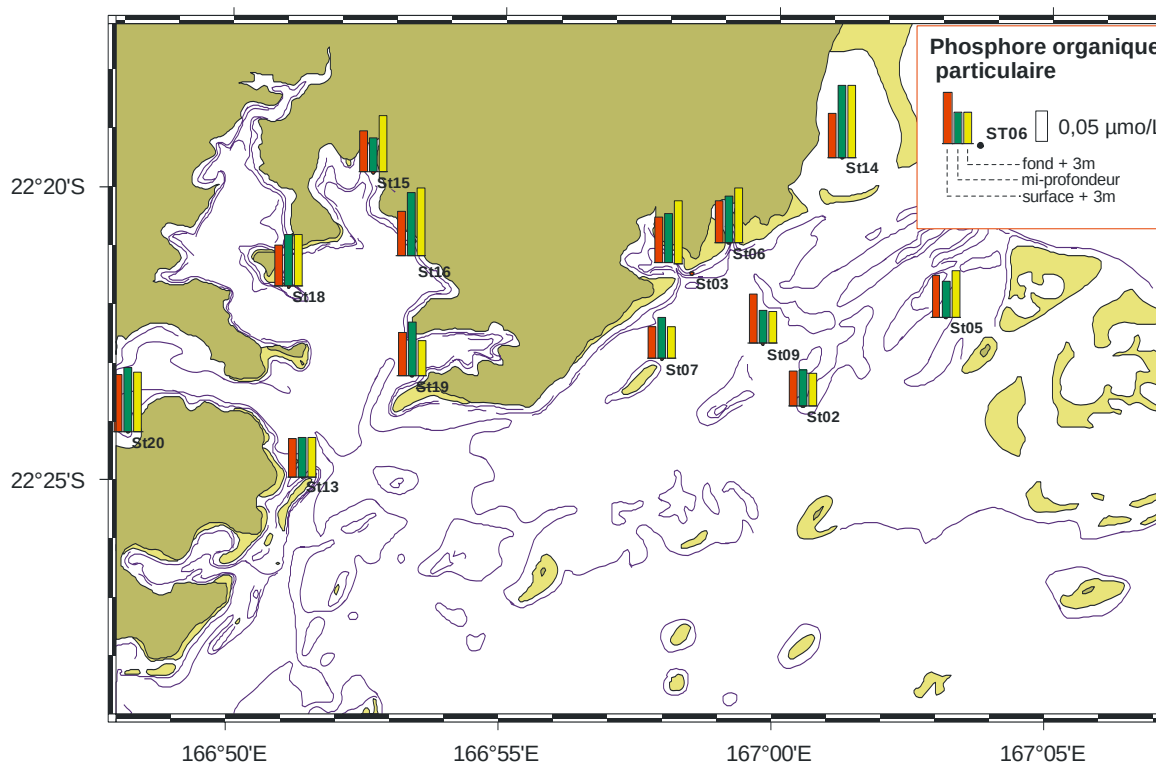


## Cartes de distribution du phosphore organique dissous et particulaire.

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

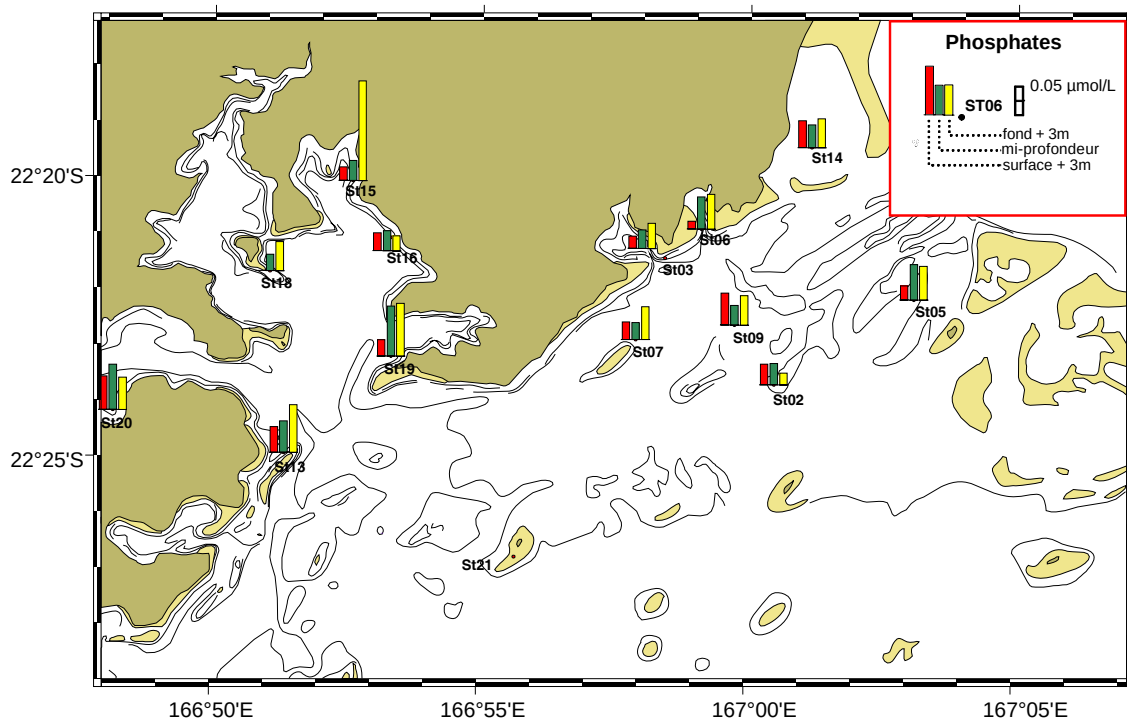


Concentration du phosphore organique particulaire (POP) dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.

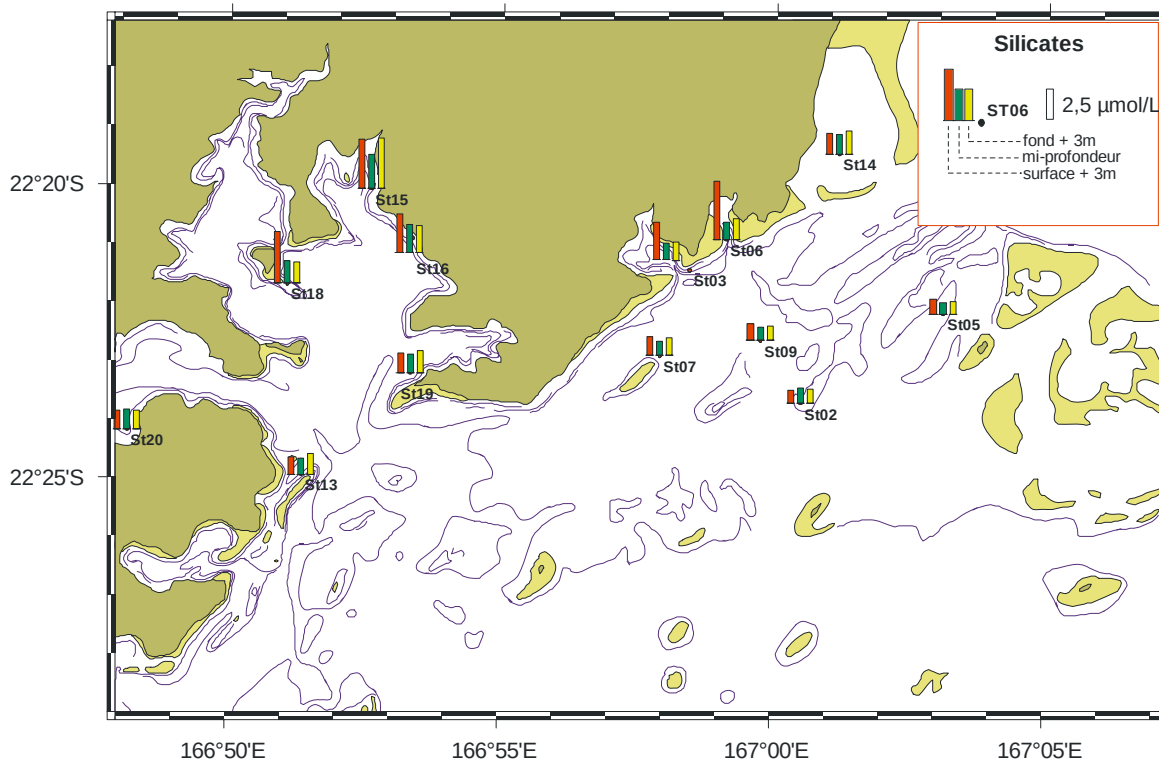


## Cartes de distribution des phosphates et des silicates.

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



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



## Campagne 2 – Mai 2009

### Nitrates + Nitrites

Concentration en  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,006                                            | 0,001               |
| ST16    | M          | 0,585                                            | 0,008               |
| ST16    | F          | 0,784                                            | 0,007               |

### Ammonium

Concentration en  $\text{NH}_4$  à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillons non traité ; (-) = Echantillon unique, écart-type non calculable.

| Station | Profondeur | $\text{NH}_4$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,081                              | 0,0004              |
| ST16    | M          | 0,014                              | 0,0006              |
| ST16    | F          | 0,081                              | 0,0004              |

### Phosphates

Concentration en  $\text{PO}_4$  dissous à la station St16 (Baie du Prony); Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{PO}_4$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,004                              | 0,004               |
| ST16    | M          | 0,055                              | 0,005               |
| ST16    | F          | 0,089                              | 0,002               |



## Silicates

Concentration en  $\text{SiO}_2$  dissous à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{SiO}_2$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|-------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 2,12                                | 0,03                |
| ST16    | M          | 2,26                                | 0,04                |
| ST16    | F          | 2,12                                | 0,03                |

## Azote et Phosphore organique dissous

Concentration en N et P organique dissous (NOD et POD) à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | POD<br>$\mu\text{mol/L}$ | NOD<br>$\mu\text{mol/L}$ |
|---------|------------|--------------------------|--------------------------|
| ST16    | S          | 0,726                    | 3,25                     |
| ST16    | M          | 0,578                    | 3,18                     |
| ST16    | F          | 0,657                    | 3,07                     |

## Carbone, Azote et Phosphore organique particulaires

Concentration en N et P organique particulaire (NOP et POP) à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | COP $\mu\text{g/L}$<br>(n=1) | NOP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | POP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) |
|---------|------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ST16    | S          | 8,00                         | 1,09                           | 0,076                          |
| ST16    | M          | 6,75                         | 1,02                           | 0,058                          |
| ST16    | F          | 5,74                         | 0,71                           | 0,077                          |

### Azote total et Phosphore total

Concentration en N et P totaux à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | P (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=2) | N (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=2) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,81                | 0,12                | 4,43                | 0,12                |
| ST16    | M          | 0,69                | 0,18                | 4,79                | 0,14                |
| ST16    | F          | 0,82                | 0,06                | 4,65                | 0,07                |

### Chlorophylle a et Phéopigments

Concentration en Chlorophylle a et en Phéopigments à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultats.

| Station | Profondeur | Chloro μg/L<br>(n=1) | Pheo μg/L<br>(n=1) | %Pheo |
|---------|------------|----------------------|--------------------|-------|
| ST16    | S          | 0,161                | 0,154              | 48,83 |
| ST16    | M          | 0,446                | 0,145              | 24,51 |
| ST16    | F          | 0,259                | 0,084              | 24,37 |

## Campagne 3 – Août 2009

### Nitrates + Nitrites

Concentration en  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ;  
Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond - 3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,247                                            | 0,001               |
| ST02    | M          | 0,254                                            | 0,003               |
| ST02    | F          | 0,308                                            | 0,003               |
| ST03    | S          | 0,059                                            | 0,003               |
| ST03    | M          | 0,015                                            | 0,001               |
| ST03    | F          | 0,031                                            | 0,001               |
| ST05    | S          | 0,214                                            | 0,001               |
| ST05    | M          | 0,284                                            | 0,003               |
| ST05    | F          | 0,290                                            | 0,002               |
| ST06    | S          | 0,242                                            | 0,009               |
| ST06    | M          | 0,141                                            | 0,001               |
| ST06    | F          | 0,099                                            | 0,001               |
| ST07    | S          | 0,121                                            | 0,007               |
| ST07    | M          | 0,040                                            | 0,003               |
| ST07    | F          | 0,269                                            | 0,005               |
| ST09    | S          | 0,312                                            | 0,004               |
| ST09    | M          | 0,367                                            | 0,004               |
| ST09    | F          | 0,278                                            | 0,117               |
| ST13    | S          | 0,130                                            | 0,003               |
| ST13    | M          | 0,198                                            | 0,005               |
| ST13    | F          | 0,183                                            | 0,004               |
| ST14    | S          | 0,005                                            | 0,002               |
| ST14    | M          | 0,397                                            | 0,025               |
| ST14    | F          | 0,374                                            | 0,005               |
| ST15    | S          | 0,010                                            | 0,007               |
| ST15    | M          | 0,053                                            | 0,008               |
| ST15    | F          | 0,030                                            | 0,003               |
| ST16    | S          | 0,014                                            | 0,007               |
| ST16    | M          | 0,003                                            | 0,001               |
| ST16    | F          | 0,176                                            | 0,015               |

| Station | Profondeur | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub><br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------------------------|---------------------|
| ST18    | S          | 0,030                                      | 0,002               |
| ST18    | M          | 0,035                                      | 0,006               |
| ST18    | F          | 0,055                                      | 0,006               |
| ST19    | S          | 0,003                                      | 0,003               |
| ST19    | M          | 0,024                                      | 0,015               |
| ST19    | F          | 0,079                                      | 0,000               |
| ST20    | S          | 0,091                                      | 0,001               |
| ST20    | M          | 0,307                                      | 0,005               |
| ST20    | F          | 0,090                                      | 0,001               |
| ST21    | S          | 0,214                                      | 0,001               |
| ST21    | M          | 0,092                                      | 0,012               |
| ST21    | F          | 0,049                                      | 0,005               |

## Ammonium

Concentration en  $\text{NH}_4$  dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillons non traité ; (-) = Echantillon unique, écart-type non calculable.

| Station | Profondeur | NH4<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|------------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,0223                       | 0,0001              |
| ST02    | M          | 0,0217                       | 0,0013              |
| ST02    | F          | 0,0242                       | 0,0034              |
| ST03    | S          | 0,0716                       | 0,0005              |
| ST03    | M          | 0,0728                       | 0,0084              |
| ST03    | F          | 0,0702                       | 0,0013              |
| ST05    | S          | 0,0447                       | 0,0071              |
| ST05    | M          | 0,0356                       | 0,0045              |
| ST05    | F          | 0,0405                       | 0,0108              |
| ST06    | S          | 0,1388                       | 0,0047              |
| ST06    | M          | 0,0955                       | 0,0024              |
| ST06    | F          | 0,0748                       | 0,0020              |
| ST07    | S          | 0,0570                       | -                   |
| ST07    | M          | 0,0366                       | 0,0289              |
| ST07    | F          | 0,1114                       | 0,0796              |
| ST09    | S          | 0,0190                       | 0,0046              |
| ST09    | M          | 0,0251                       | 0,0030              |
| ST09    | F          | 0,0265                       | 0,0093              |
| ST13    | S          | 0,0746                       | 0,0053              |
| ST13    | M          | 0,0941                       | 0,0229              |
| ST13    | F          | 0,1017                       | 0,0123              |
| ST14    | S          | 0,0277                       | 0,0031              |
| ST14    | M          | 0,0700                       | 0,0178              |
| ST14    | F          | 0,0484                       | 0,0258              |
| ST15    | S          | 0,0289                       | 0,0050              |
| ST15    | M          | 0,0337                       | 0,0051              |
| ST15    | F          | 0,0267                       | 0,0025              |
| ST16    | S          | 0,0437                       | 0,0120              |
| ST16    | M          | 0,0528                       | 0,0043              |
| ST16    | F          | 0,1483                       | 0,0904              |
| ST18    | S          | 0,0322                       | 0,0026              |
| ST18    | M          | 0,0267                       | 0,0013              |
| ST18    | F          | 0,0580                       | 0,0047              |

| Station | Profondeur | NH4<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|------------------------------|---------------------|
| ST19    | S          | 0,0941                       | 0,0037              |
| ST19    | M          | 0,0675                       | 0,0050              |
| ST19    | F          | 0,0842                       | 0,0060              |
| ST20    | S          | 0,0870                       | 0,0503              |
| ST20    | M          | 0,0789                       | 0,0050              |
| ST20    | F          | 0,0878                       | 0,0184              |
| ST21    | S          | 0,1268                       | 0,0051              |
| ST21    | M          | 0,0629                       | 0,0128              |
| ST21    | F          | 0,0750                       | 0,0126              |

## Phosphates

Concentration en  $\text{PO}_4$  dissous dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ;  
Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m  
; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | PO4<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n= 3) |
|---------|------------|--------------------------|----------------------|
| ST02    | S          | 0,061                    | 0,006                |
| ST02    | M          | 0,061                    | 0,002                |
| ST02    | F          | 0,062                    | 0,001                |
| ST03    | S          | 0,037                    | 0,003                |
| ST03    | M          | 0,042                    | 0,003                |
| ST03    | F          | 0,050                    | 0,001                |
| ST05    | S          | 0,062                    | 0,005                |
| ST05    | M          | 0,060                    | 0,005                |
| ST05    | F          | 0,063                    | 0,001                |
| ST06    | S          | 0,055                    | 0,003                |
| ST06    | M          | 0,117                    | 0,116                |
| ST06    | F          | 0,050                    | 0,003                |
| ST07    | S          | 0,043                    | 0,003                |
| ST07    | M          | 0,052                    | 0,003                |
| ST07    | F          | 0,084                    | 0,004                |
| ST09    | S          | 0,067                    | 0,001                |
| ST09    | M          | 0,066                    | 0,001                |
| ST09    | F          | 0,064                    | 0,004                |
| ST13    | S          | 0,049                    | 0,004                |
| ST13    | M          | 0,047                    | 0,005                |
| ST13    | F          | 0,056                    | 0,007                |
| ST14    | S          | 0,053                    | 0,004                |
| ST14    | M          | 0,066                    | 0,007                |
| ST14    | F          | 0,062                    | 0,004                |
| ST15    | S          | 0,017                    | 0,011                |
| ST15    | M          | 0,015                    | 0,003                |
| ST15    | F          | 0,049                    | 0,003                |
| ST16    | S          | 0,010                    | 0,010                |
| ST16    | M          | 0,025                    | 0,002                |
| ST16    | F          | 0,086                    | 0,047                |
| ST18    | S          | 0,023                    | 0,003                |
| ST18    | M          | 0,021                    | 0,006                |
| ST18    | F          | 0,040                    | 0,006                |

| Station | Profondeur | PO4<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n= 3) |
|---------|------------|---------------|----------------------|
| ST19    | S          | 0,015         | 0,010                |
| ST19    | M          | 0,039         | 0,005                |
| ST19    | F          | 0,035         | 0,005                |
| ST20    | S          | 0,027         | 0,012                |
| ST20    | M          | 0,022         | 0,002                |
| ST20    | F          | 0,028         | 0,003                |
| ST21    | S          | 0,057         | 0,008                |
| ST21    | M          | 0,023         | 0,003                |
| ST21    | F          | 0,027         | 0,001                |



## Silicates

Concentration en SiO<sub>2</sub> dissous dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ;  
Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m  
; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | SiO <sub>2</sub><br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|----------------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 1,15                       | 0,03                |
| ST02    | M          | 1,14                       | 0,03                |
| ST02    | F          | 1,13                       | 0,02                |
| ST03    | S          | 3,84                       | 0,11                |
| ST03    | M          | 1,56                       | 0,03                |
| ST03    | F          | 1,75                       | 0,02                |
| ST05    | S          | 0,94                       | 0,03                |
| ST05    | M          | 0,92                       | 0,02                |
| ST05    | F          | 1,75                       | 1,42                |
| ST06    | S          | 2,69                       | 0,03                |
| ST06    | M          | 2,17                       | 0,10                |
| ST06    | F          | 1,57                       | 0,06                |
| ST07    | S          | 1,61                       | 0,04                |
| ST07    | M          | 1,67                       | 0,02                |
| ST07    | F          | 1,39                       | 0,07                |
| ST09    | S          | 1,09                       | 0,02                |
| ST09    | M          | 1,01                       | 0,05                |
| ST09    | F          | 1,08                       | 0,03                |
| ST13    | S          | 1,52                       | 0,02                |
| ST13    | M          | 1,50                       | 0,05                |
| ST13    | F          | 1,42                       | 0,02                |
| ST14    | S          | 1,41                       | 0,05                |
| ST14    | M          | 1,41                       | 0,11                |
| ST14    | F          | 1,38                       | 0,06                |
| ST15    | S          | 3,99                       | 0,09                |
| ST15    | M          | 2,19                       | 0,13                |
| ST15    | F          | 2,36                       | 0,03                |
| ST16    | S          | 3,48                       | 0,03                |
| ST16    | M          | 2,05                       | 0,08                |
| ST16    | F          | 2,94                       | 1,43                |
| ST18    | S          | 4,31                       | 0,07                |
| ST18    | M          | 3,82                       | 0,07                |
| ST18    | F          | 1,89                       | 0,03                |

| Station | Profondeur | SIO2<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|----------------|---------------------|
| ST19    | S          | 2,46           | 0,03                |
| ST19    | M          | 2,98           | 1,61                |
| ST19    | F          | 2,08           | 0,04                |
| ST20    | S          | 2,11           | 0,02                |
| ST20    | M          | 2,11           | 0,02                |
| ST20    | F          | 2,31           | 0,12                |
| ST21    | S          | 1,55           | 0,04                |
| ST21    | M          | 1,76           | 0,03                |
| ST21    | F          | 1,62           | 0,05                |

## Azote et Phosphore organique dissous

Concentration en N et P organique dissous (NOD et POD) dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | POD<br>μmol/L | NOD<br>μmol/L |
|---------|------------|---------------|---------------|
| ST02    | S          | 0,423         | 3,643         |
| ST02    | M          | 0,383         | 3,650         |
| ST02    | F          | 0,434         | 4,593         |
| ST03    | S          | 0,380         | 3,543         |
| ST03    | M          | 0,468         | 3,392         |
| ST03    | F          | 0,432         | 4,373         |
| ST05    | S          | 0,499         | 3,839         |
| ST05    | M          | 0,232         | 3,306         |
| ST05    | F          | 0,506         | 2,757         |
| ST06    | S          | 0,599         | 3,497         |
| ST06    | M          | 0,384         | 3,839         |
| ST06    | F          | 0,378         | 3,734         |
| ST07    | S          | 0,358         | 3,475         |
| ST07    | M          | 0,557         | 2,148         |
| ST07    | F          | 0,520         | 1,559         |
| ST09    | S          | 0,594         | 2,417         |
| ST09    | M          | 0,562         | 3,553         |
| ST09    | F          | 0,350         | 3,520         |
| ST13    | S          | 0,619         | 3,866         |
| ST13    | M          | 0,538         | 3,389         |
| ST13    | F          | 0,717         | 3,791         |
| ST14    | S          | 0,642         | 3,802         |
| ST14    | M          | 0,611         | 3,265         |
| ST14    | F          | 0,708         | 2,878         |
| ST15    | S          | 0,706         | 3,301         |
| ST15    | M          | 0,753         | 2,810         |
| ST15    | F          | 0,661         | 2,446         |
| ST16    | S          | 0,567         | 3,710         |
| ST16    | M          | 0,623         | 3,829         |
| ST16    | F          | 0,571         | 3,280         |
| ST18    | S          | 0,533         | 3,853         |
| ST18    | M          | 0,667         | 3,653         |
| ST18    | F          | 0,899         | 3,649         |

| Station | Profondeur | POD<br>μmol/L | NOD<br>μmol/L |
|---------|------------|---------------|---------------|
| ST19    | S          | 0,725         | 4,253         |
| ST19    | M          | 0,732         | 3,530         |
| ST19    | F          | 0,776         | 3,692         |
| ST20    | S          | 0,640         | 3,502         |
| ST20    | M          | 0,825         | 4,204         |
| ST20    | F          | 0,789         | -             |
| ST21    | S          | 0,600         | 2,451         |
| ST21    | M          | 0,837         | 3,611         |
| ST21    | F          | 0,779         | 1,793         |

## Carbone, Azote et Phosphore organique particuliers

Concentration en N et P organique particulaire (NOP et POP) dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | COP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | NOP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | POP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) |
|---------|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ST02    | S          | 7,06                           | 0,50                           | 0,040                          |
| ST02    | M          | 6,10                           | 0,50                           | 0,047                          |
| ST02    | F          | 7,12                           | 0,39                           | 0,056                          |
| ST03    | S          | 7,08                           | 1,14                           | 0,051                          |
| ST03    | M          | 6,35                           | 0,56                           | 0,042                          |
| ST03    | F          | 6,80                           | 0,60                           | 0,054                          |
| ST05    | S          | 6,03                           | 0,73                           | 0,045                          |
| ST05    | M          | 7,02                           | 0,44                           | 0,337                          |
| ST05    | F          | 5,27                           | 1,23                           | 0,040                          |
| ST06    | S          | 6,05                           | 0,90                           | 0,043                          |
| ST06    | M          | 6,20                           | 0,37                           | 0,044                          |
| ST06    | F          | 5,59                           | 0,55                           | 0,049                          |
| ST07    | S          | 10,31                          | 1,69                           | 0,070                          |
| ST07    | M          | 21,69                          | 3,28                           | 0,058                          |
| ST07    | F          | 14,77                          | 2,75                           | 0,058                          |
| ST09    | S          | 11,01                          | 1,57                           | 0,036                          |
| ST09    | M          | 7,99                           | 0,59                           | 0,054                          |
| ST09    | F          | 11,08                          | 1,10                           | 0,039                          |
| ST13    | S          | 5,27                           | 0,27                           | 0,048                          |
| ST13    | M          | 7,19                           | 0,97                           | 0,042                          |
| ST13    | F          | 5,30                           | 0,11                           | 0,049                          |
| ST14    | S          | 6,00                           | 0,22                           | 0,079                          |
| ST14    | M          | 6,07                           | 0,61                           | 0,059                          |
| ST14    | F          | 6,37                           | 0,73                           | 0,068                          |
| ST15    | S          | 6,76                           | 0,66                           | 0,071                          |
| ST15    | M          | 8,70                           | 1,14                           | 0,086                          |
| ST15    | F          | 12,29                          | 1,72                           | 0,083                          |
| ST16    | S          | 5,24                           | 0,73                           | 0,058                          |
| ST16    | M          | 5,56                           | 0,39                           | 0,050                          |
| ST16    | F          | 6,10                           | 0,75                           | 0,070                          |
| ST18    | S          | 6,21                           | 0,41                           | 0,054                          |
| ST18    | M          | 5,80                           | 0,31                           | 0,060                          |
| ST18    | F          | 6,37                           | 0,60                           | 0,055                          |

| Station | Profondeur | COP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | NOP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) | POP $\mu\text{mol/L}$<br>(n=1) |
|---------|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ST19    | S          | 5,29                           | 0,11                           | 0,048                          |
| ST19    | M          | 5,88                           | 0,58                           | 0,052                          |
| ST19    | F          | 6,33                           | 0,49                           | 0,063                          |
| ST20    | S          | 6,40                           | 0,26                           | 0,054                          |
| ST20    | M          | 5,94                           | 0,51                           | 0,032                          |
| ST20    | F          | 5,30                           | 4,58                           | 0,043                          |
| ST21    | S          | 7,95                           | 1,41                           | 0,096                          |
| ST21    | M          | 6,13                           | 0,53                           | 0,070                          |
| ST21    | F          | 10,08                          | 2,26                           | 0,052                          |

## Azote total et Phosphore total

Concentration en N et P totaux dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | P (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) | N (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ST02    | S          | 0,524               | 0,154               | 4,409               | 0,201               |
| ST02    | M          | 0,491               | 0,058               | 4,422               | 0,241               |
| ST02    | F          | 0,551               | 0,059               | 5,312               | 0,761               |
| ST03    | S          | 0,468               | 0,034               | 4,818               | 0,428               |
| ST03    | M          | 0,552               | 0,046               | 4,039               | 0,080               |
| ST03    | F          | 0,537               | 0,219               | 5,078               | 0,642               |
| ST05    | S          | 0,606               | 0,090               | 4,827               | 0,378               |
| ST05    | M          | 0,628               | 0,143               | 4,067               | 0,201               |
| ST05    | F          | 0,609               | 0,191               | 4,313               | 0,116               |
| ST06    | S          | 0,696               | 0,140               | 4,780               | 0,494               |
| ST06    | M          | 0,545               | 0,076               | 4,446               | 0,369               |
| ST06    | F          | 0,477               | 0,247               | 4,457               | 0,225               |
| ST07    | S          | 0,471               | 0,199               | 5,337               | 0,424               |
| ST07    | M          | 0,667               | 0,050               | 5,506               | 1,370               |
| ST07    | F          | 0,662               | 0,133               | 4,688               | 0,211               |
| ST09    | S          | 0,698               | 0,022               | 4,316               | 0,144               |
| ST09    | M          | 0,682               | 0,089               | 4,540               | 0,440               |
| ST09    | F          | 0,454               | 0,264               | 4,924               | 0,223               |
| ST13    | S          | 0,716               | 0,141               | 4,341               | 0,110               |
| ST13    | M          | 0,626               | 0,101               | 4,655               | 0,245               |
| ST13    | F          | 0,821               | 0,028               | 4,184               | 0,145               |
| ST14    | S          | 0,774               | 0,089               | 4,051               | 0,165               |
| ST14    | M          | 0,736               | 0,077               | 4,345               | 0,671               |
| ST14    | F          | 0,838               | 0,131               | 4,030               | 0,215               |
| ST15    | S          | 0,794               | 0,169               | 3,997               | 0,070               |
| ST15    | M          | 0,853               | 0,157               | 4,041               | 0,205               |
| ST15    | F          | 0,793               | 0,042               | 4,225               | 0,251               |
| ST16    | S          | 0,634               | 0,204               | 4,498               | 0,517               |
| ST16    | M          | 0,697               | 0,056               | 4,272               | 0,150               |
| ST16    | F          | 0,727               | 0,052               | 4,352               | 0,103               |
| ST18    | S          | 0,610               | 0,196               | 4,330               | 0,090               |
| ST18    | M          | 0,748               | 0,166               | 4,022               | 0,085               |
| ST18    | F          | 0,993               | 0,158               | 4,366               | 0,281               |

| Station | Profondeur | P (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) | N (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ST19    | S          | 0,788               | 0,182               | 4,458               | 0,923               |
| ST19    | M          | 0,823               | 0,061               | 4,199               | 0,152               |
| ST19    | F          | 0,873               | 0,139               | 4,263               | 0,037               |
| ST20    | S          | 0,721               | 0,150               | 3,942               | 0,087               |
| ST20    | M          | 0,879               | 0,054               | 5,104               | 1,070               |
| ST20    | F          | 0,860               | 0,114               | 4,129               | 0,144               |
| ST21    | S          | 0,753               | 0,090               | 4,206               | 0,401               |
| ST21    | M          | 0,930               | 0,087               | 4,298               | 0,353               |
| ST21    | F          | 0,858               | 0,049               | 4,179               | 0,232               |



## Chlorophylle a et Phéopigments

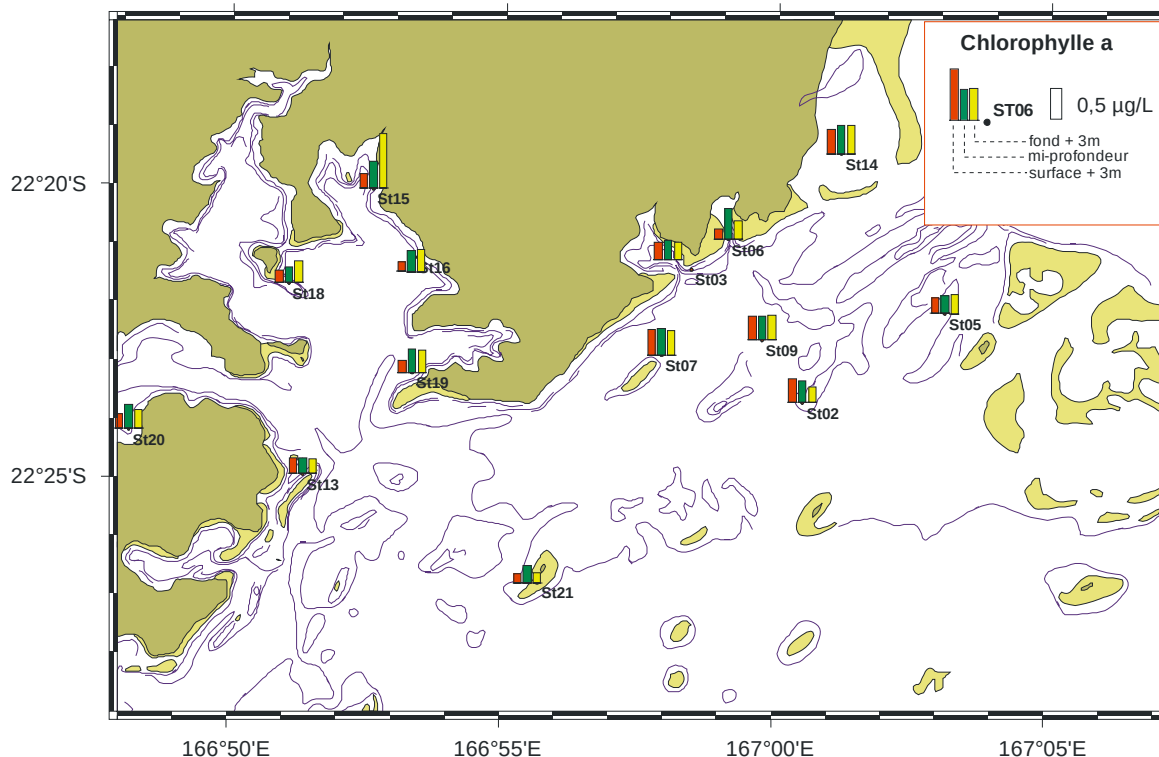
Concentration en Chlorophylle a et en Phéopigments dans les eaux du Canal de la Havannah et de la Baie de Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultats.

| Station | Profondeur | Chloro µg/L<br>(n=1) | Pheo µg/L<br>(n=1) | %Pheo |
|---------|------------|----------------------|--------------------|-------|
| ST02    | S          | 0,376                | 0,181              | 32,51 |
| ST02    | M          | 0,359                | 0,186              | 34,11 |
| ST02    | F          | 0,265                | 0,121              | 31,35 |
| ST03    | S          | 0,275                | 0,081              | 22,75 |
| ST03    | M          | 0,317                | 0,136              | 30,03 |
| ST03    | F          | 0,277                | 0,161              | 36,80 |
| ST05    | S          | 0,248                | 0,105              | 29,75 |
| ST05    | M          | 0,291                | 0,129              | 30,69 |
| ST05    | F          | 0,313                | 0,157              | 33,40 |
| ST06    | S          | 0,157                | 0,151              | 49,05 |
| ST06    | M          | 0,499                | 0,317              | 38,86 |
| ST06    | F          | 0,301                | 0,164              | 35,22 |
| ST07    | S          | 0,413                | 0,169              | 29,00 |
| ST07    | M          | 0,431                | 0,161              | 27,22 |
| ST07    | F          | 0,395                | 0,179              | 31,25 |
| ST09    | S          | 0,385                | 0,143              | 27,06 |
| ST09    | M          | 0,388                | 0,172              | 30,74 |
| ST09    | F          | 0,413                | 0,185              | 30,98 |
| ST13    | S          | 0,252                | 0,094              | 27,13 |
| ST13    | M          | 0,264                | 0,118              | 30,95 |
| ST13    | F          | 0,237                | 0,095              | 28,69 |
| ST14    | S          | 0,401                | 0,150              | 27,17 |
| ST14    | M          | 0,462                | 0,216              | 31,86 |
| ST14    | F          | 0,461                | 0,221              | 32,38 |
| ST15    | S          | 0,232                | 0,058              | 20,09 |
| ST15    | M          | 0,435                | 0,196              | 31,09 |
| ST15    | F          | 0,900                | 0,395              | 30,51 |
| ST16    | S          | 0,162                | 0,039              | 19,34 |
| ST16    | M          | 0,340                | 0,141              | 29,28 |
| ST16    | F          | 0,368                | 0,178              | 32,57 |
| ST18    | S          | 0,202                | 0,071              | 26,03 |
| ST18    | M          | 0,258                | 0,079              | 23,45 |
| ST18    | F          | 0,367                | 0,178              | 32,62 |

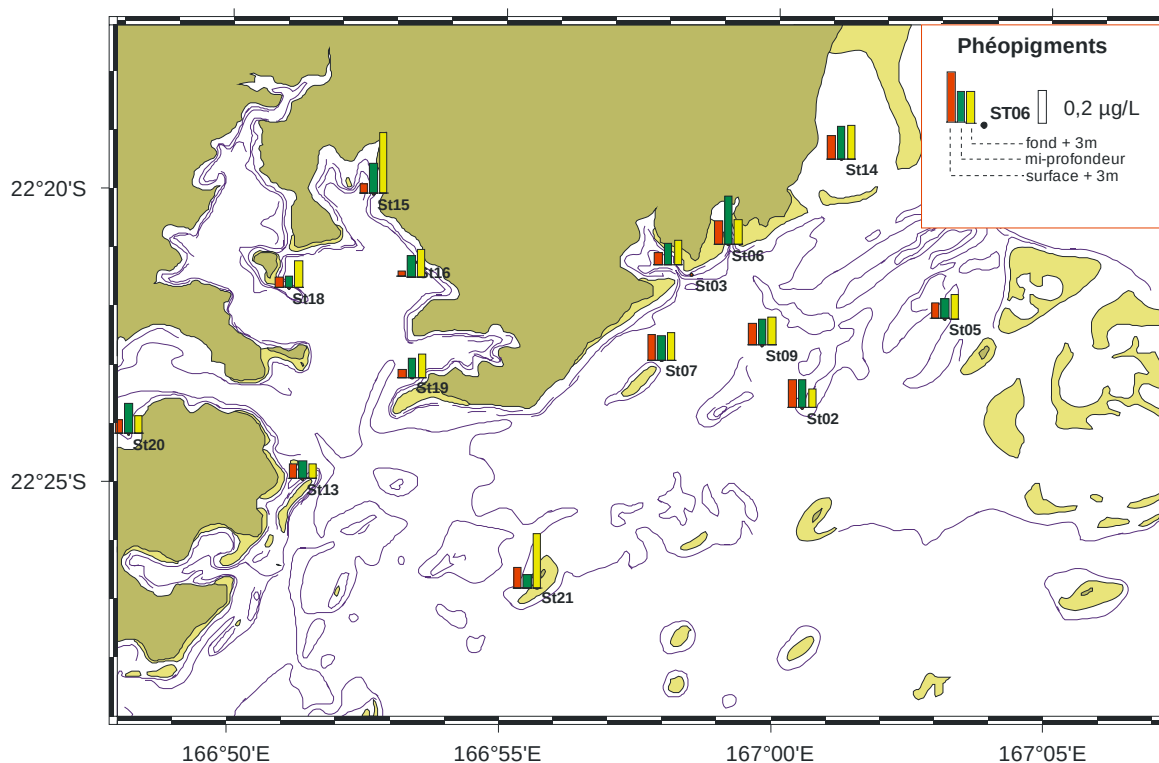
| Station | Profondeur | Chloro µg/L<br>(n=1) | Pheo µg/L<br>(n=1) | %Pheo |
|---------|------------|----------------------|--------------------|-------|
| ST19    | S          | 0,204                | 0,051              | 20,01 |
| ST19    | M          | 0,387                | 0,129              | 25,04 |
| ST19    | F          | 0,359                | 0,152              | 29,74 |
| ST20    | S          | 0,241                | 0,090              | 27,13 |
| ST20    | M          | 0,395                | 0,195              | 33,08 |
| ST20    | F          | 0,302                | 0,117              | 27,99 |
| ST21    | S          | 0,154                | 0,134              | 46,51 |
| ST21    | M          | 0,276                | 0,083              | 23,01 |
| ST21    | F          | 0,170                | 0,356              | 67,74 |

## Cartes de distribution de la chlorophylle a et des phéopigments.

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

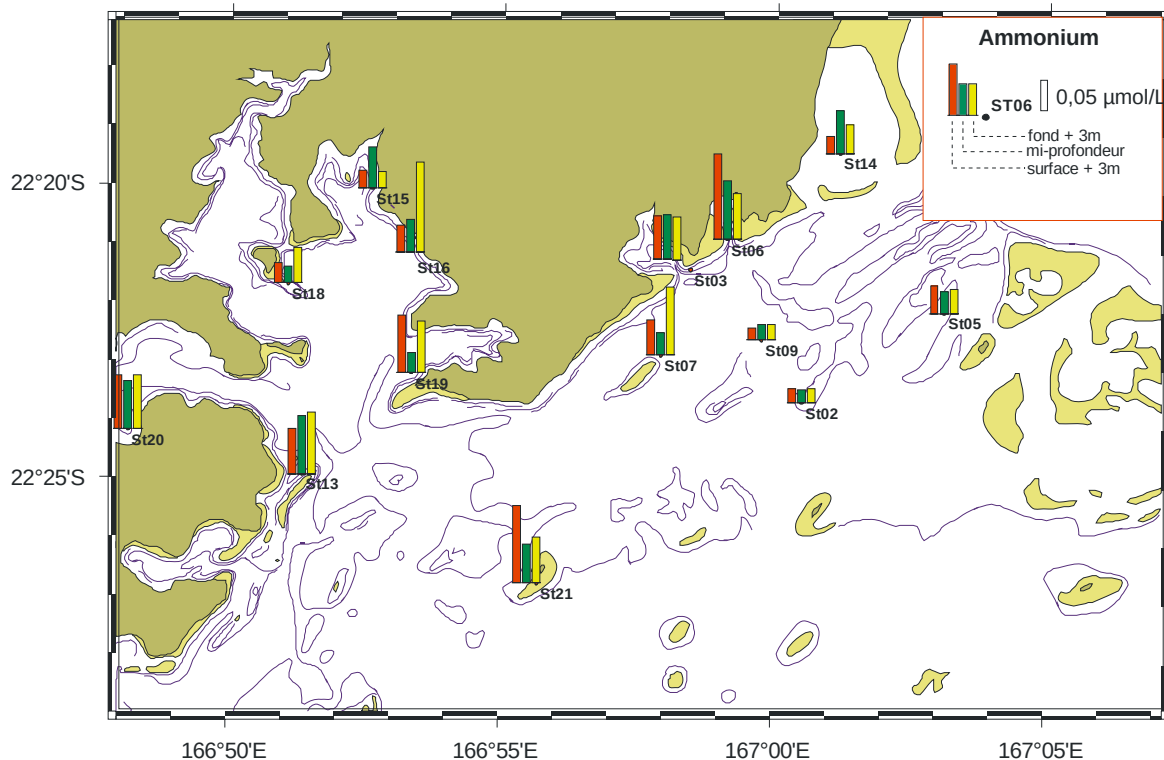


Concentration des phéopigments dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

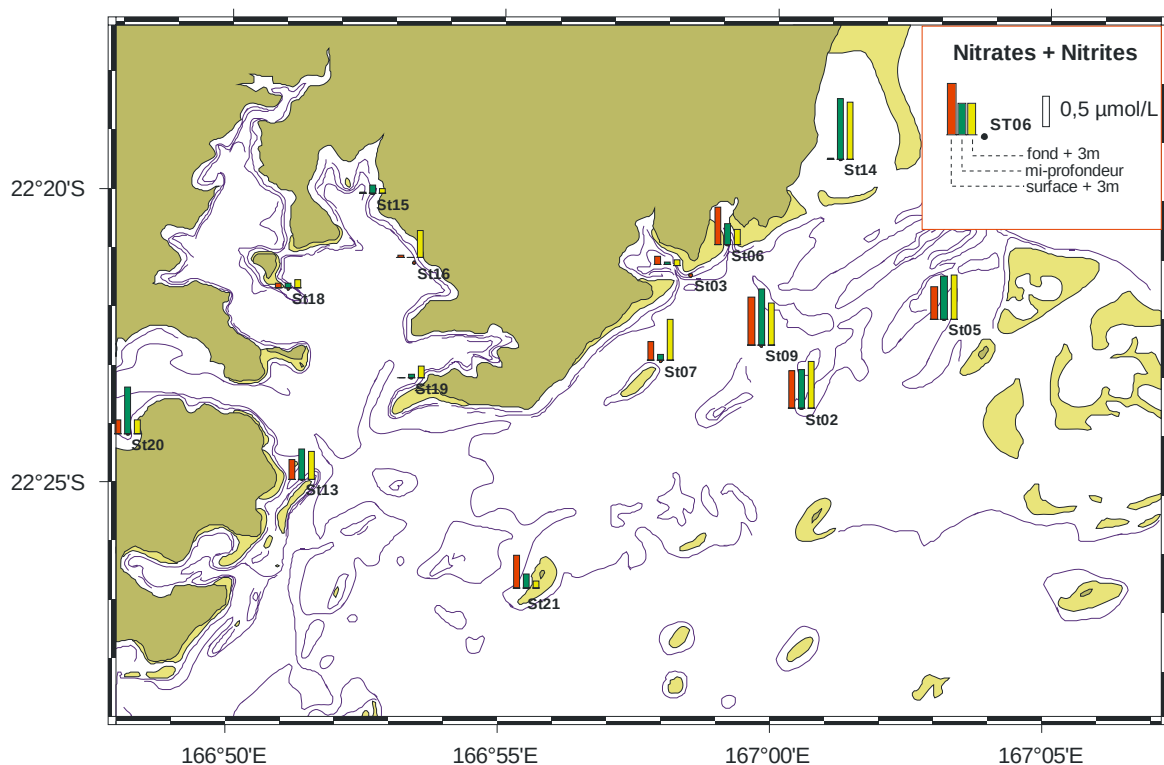


## Cartes de distribution de l'ammonium et des nitrates.

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

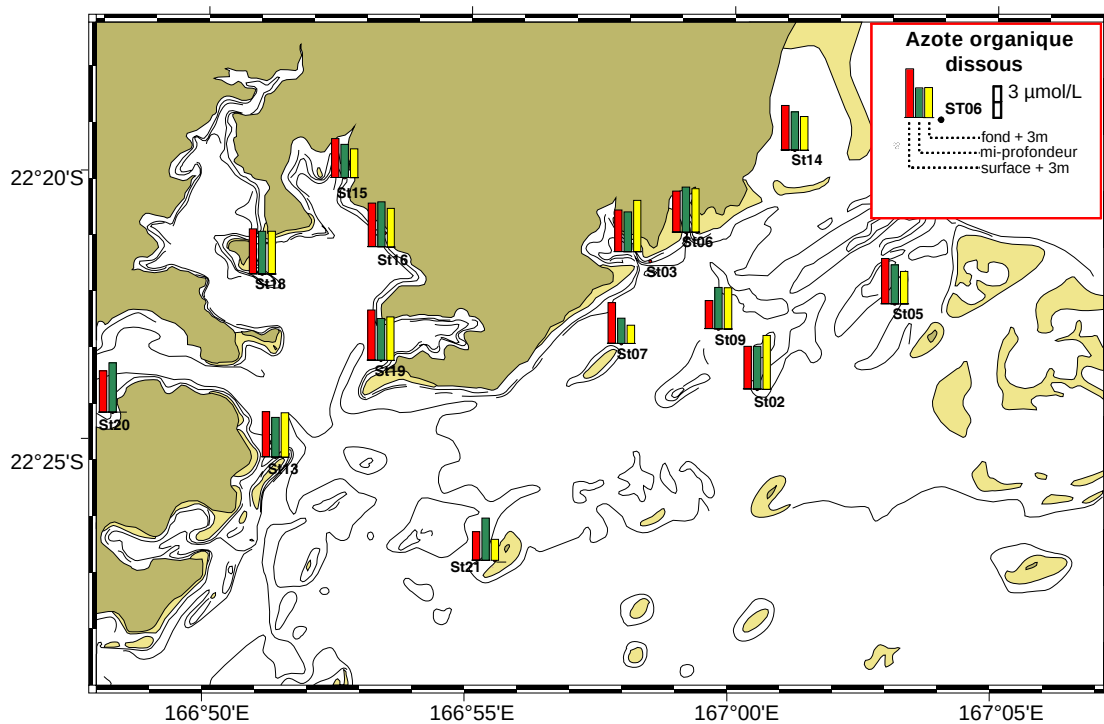


Concentration des nitrates+nitrites dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

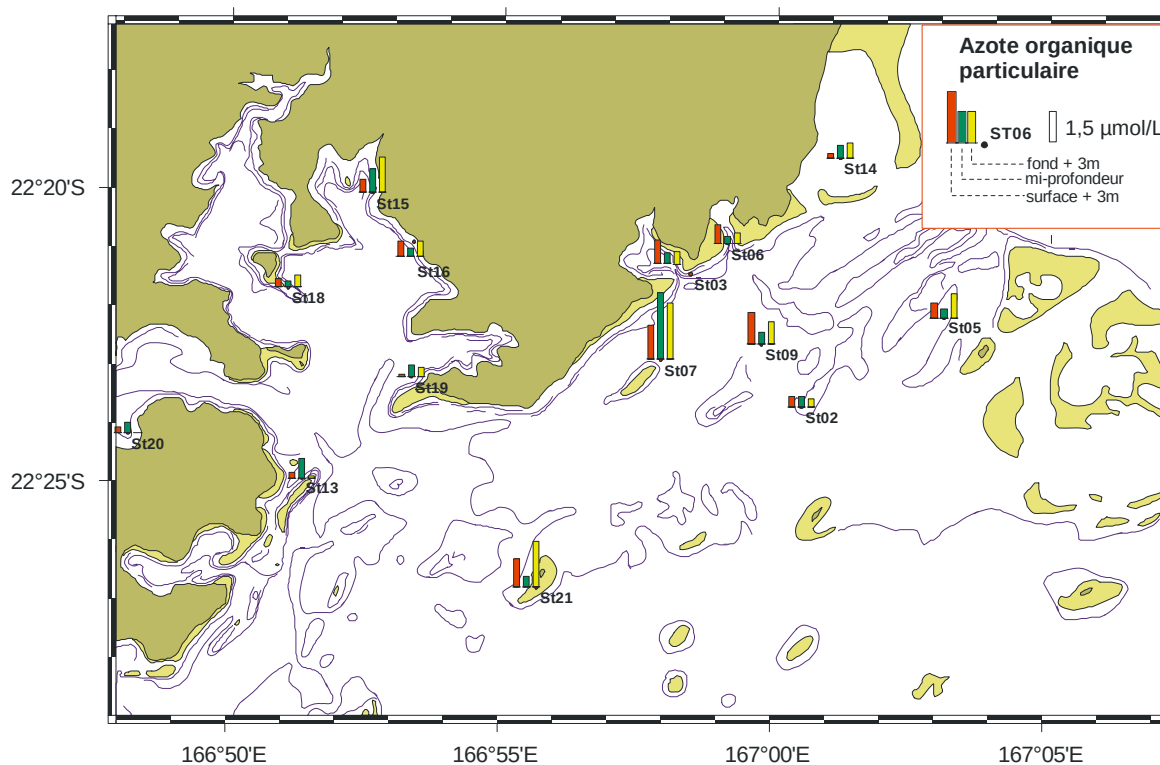


## Cartes de distribution de l'azote organique dissous et particulaire.

Concentration de l'azote organique dissous (NOD) dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

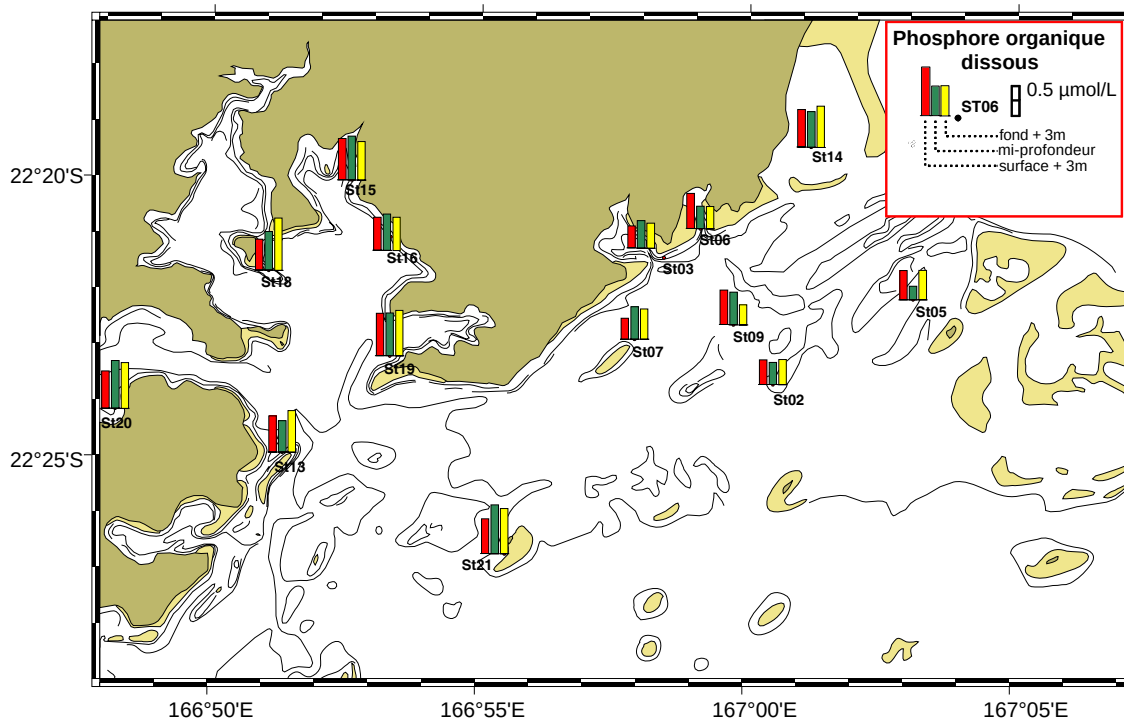


Concentration de l'azote organique particulaire (NOP) dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

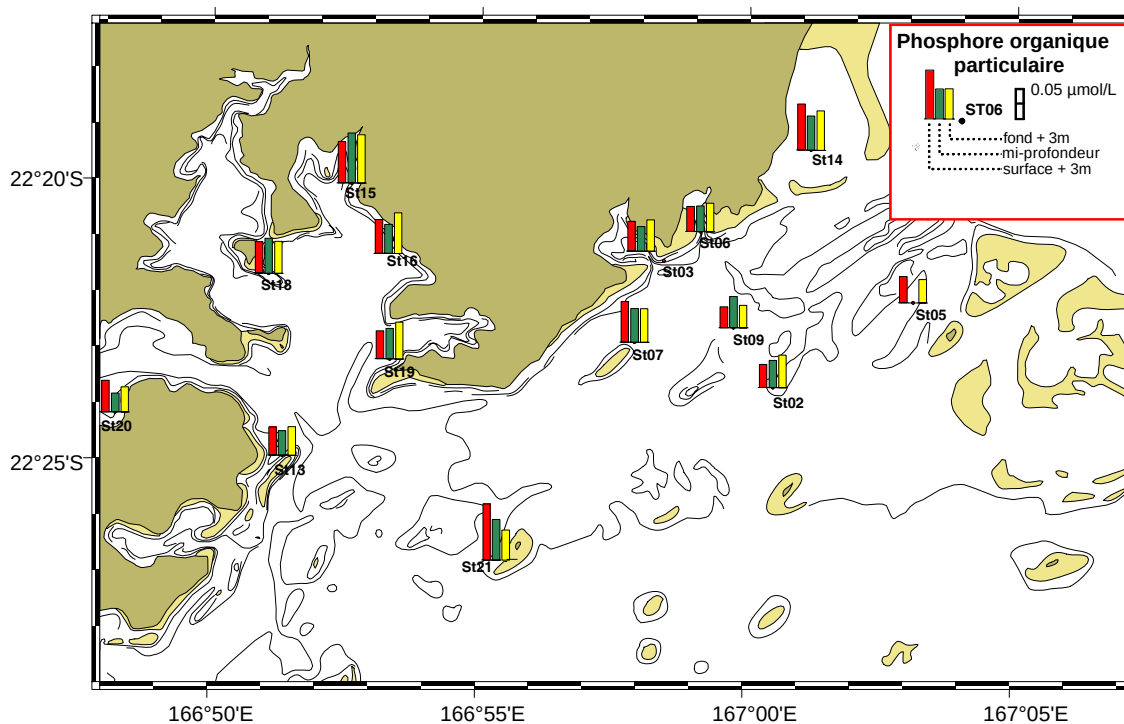


## Cartes de distribution du phosphore organique dissous et particulaire.

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

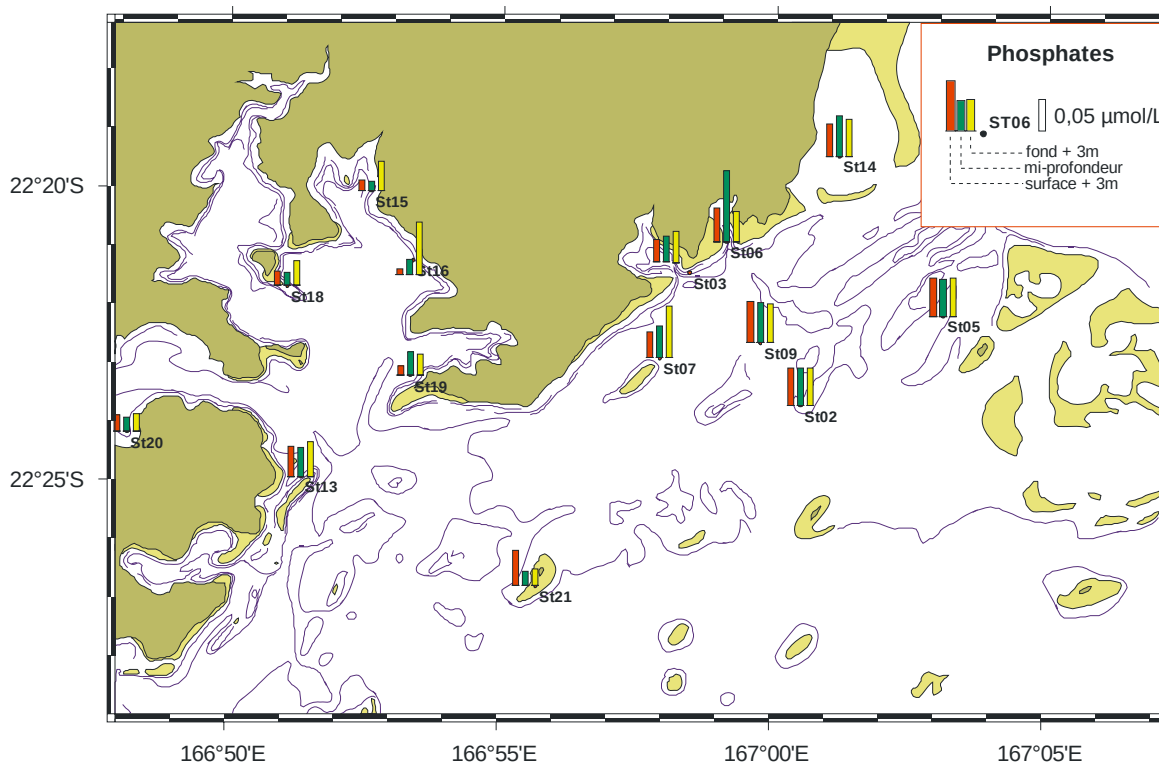


Concentration du phosphore organique particulaire (POP) dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

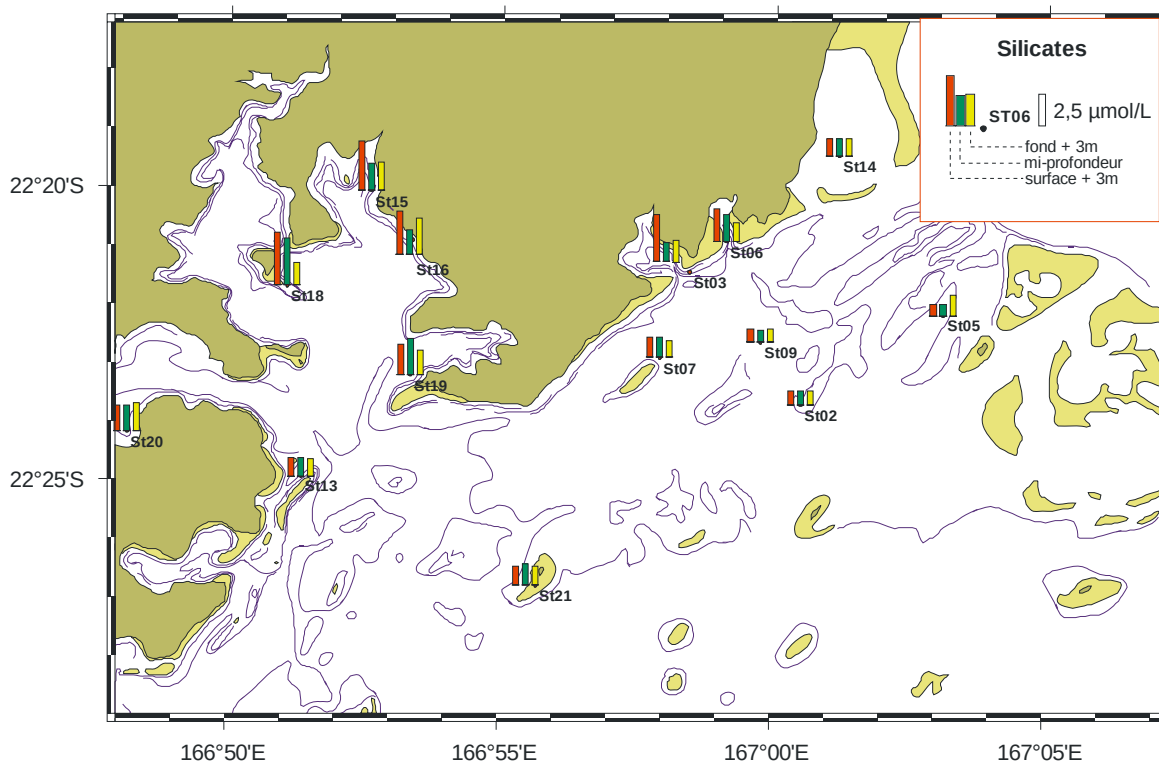


## Cartes de distribution des phosphates et des silicates.

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



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



## Campagne 4 – Novembre 2009

### Nitrates + Nitrites

Concentration en  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,020                                            | 0,008               |
| ST16    | M          | 0,043                                            | 0,008               |
| ST16    | F          | 0,094                                            | 0,003               |

### Ammonium

Concentration en  $\text{NH}_4$  à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillons non traité ; (-) = Echantillon unique, écart-type non calculable.

| Station | Profondeur | $\text{NH}_4$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=2) |
|---------|------------|------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,031                              | n=1                 |
| ST16    | M          | 0,015                              | 0,0001              |
| ST16    | F          | 0,034                              | 0,0043              |

### Phosphates

Concentration en  $\text{PO}_4$  dissous à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | $\text{PO}_4$<br>$\mu\text{mol/L}$ | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|------------------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,001                              | 0,001               |
| ST16    | M          | 0,006                              | 0,005               |
| ST16    | F          | 0,008                              | 0,003               |



## Silicates

Concentration en SiO<sub>2</sub> dissous à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | SiO <sub>2</sub><br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|----------------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 1,26                       | 0,138               |
| ST16    | M          | 1,22                       | 0,026               |
| ST16    | F          | 1,49                       | 0,186               |

## Azote et Phosphore organique dissous

Concentration en N et P organique dissous (NOD et POD) d à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | POD<br>μmol/L | NOD<br>μmol/L |
|---------|------------|---------------|---------------|
| ST16    | S          | 0,220         | 2,703         |
| ST16    | M          | 0,186         | 2,873         |
| ST16    | F          | 0,217         | 2,739         |

## Carbone, Azote et Phosphore organique particulaires

Concentration en N et P organique particulaire (NOP et POP) à la station St16 (Baie du Prony); Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | COP μg/L<br>(n=1) | NOP μmol/L<br>(n=1) | POP μmol/L<br>(n=1) |
|---------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 4,78              | 0,45                | 0,034               |
| ST16    | M          | 8,66              | 0,97                | 0,046               |
| ST16    | F          | 8,05              | 1,21                | 0,037               |

### Azote total et Phosphore total

Concentration en N et P totaux à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) = Echantillon unique, pas d'écart-type calculable ou absence de résultat.

| Station | Profondeur | P (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) | N (total)<br>μmol/L | Ecart-type<br>(n=3) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ST16    | S          | 0,255               | 0,050               | 3,208               | 0,368               |
| ST16    | M          | 0,237               | 0,029               | 3,898               | 0,340               |
| ST16    | F          | 0,263               | 0,050               | 4,081               | 0,176               |

### Chlorophylle a et Phéopigments

Concentration en Chlorophylle a et en Phéopigments à la station St16 (Baie du Prony) ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultats.

| Station | Profondeur | Chloro μg/L<br>(n=1) | Pheo μg/L<br>(n=1) | %Pheo |
|---------|------------|----------------------|--------------------|-------|
| ST16    | S          | -                    | -                  | -     |
| ST16    | M          | -                    | -                  | -     |
| ST16    | F          | -                    | -                  | -     |

## **ANNEXE 4**

### **Hydrocarbures totaux**

Concentration en hydrocarbures totaux dans les eaux de la station St16 (Port industriel) de la Baie du Prony ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (\*) = Echantillon non traité ; (-) Absence de résultats.

### **Campagne 1 – Mars 2009**

| Station | Profondeur | Hydrocarbures mg/L<br>(n=1) |
|---------|------------|-----------------------------|
| ST16    | S          | < 0,1                       |
| ST16    | M          | < 0,1                       |
| ST16    | F          | < 0,1                       |

### **Campagne 2 – Mai 2009**

| Station | Profondeur | Hydrocarbures mg/L<br>(n=1) |
|---------|------------|-----------------------------|
| ST16    | S          | < 0,1                       |
| ST16    | M          | < 0,1                       |
| ST16    | F          | < 0,1                       |

### **Campagne 3 – Août 2009**

| Station | Profondeur | Hydrocarbures mg/L<br>(n=1) |
|---------|------------|-----------------------------|
| ST16    | S          | < 0,1                       |
| ST16    | M          | < 0,1                       |
| ST16    | F          | < 0,1                       |

### **Campagne 4 – Novembre 2009**

| Station | Profondeur | Hydrocarbures mg/L<br>(n=1) |
|---------|------------|-----------------------------|
| ST16    | S          | < 0,1                       |
| ST16    | M          | < 0,1                       |
| ST16    | F          | < 0,1                       |

## ANNEXE 5

### Campagne 1 – Mars 2009

#### Concentrations des métaux dissous dans la colonne d'eau

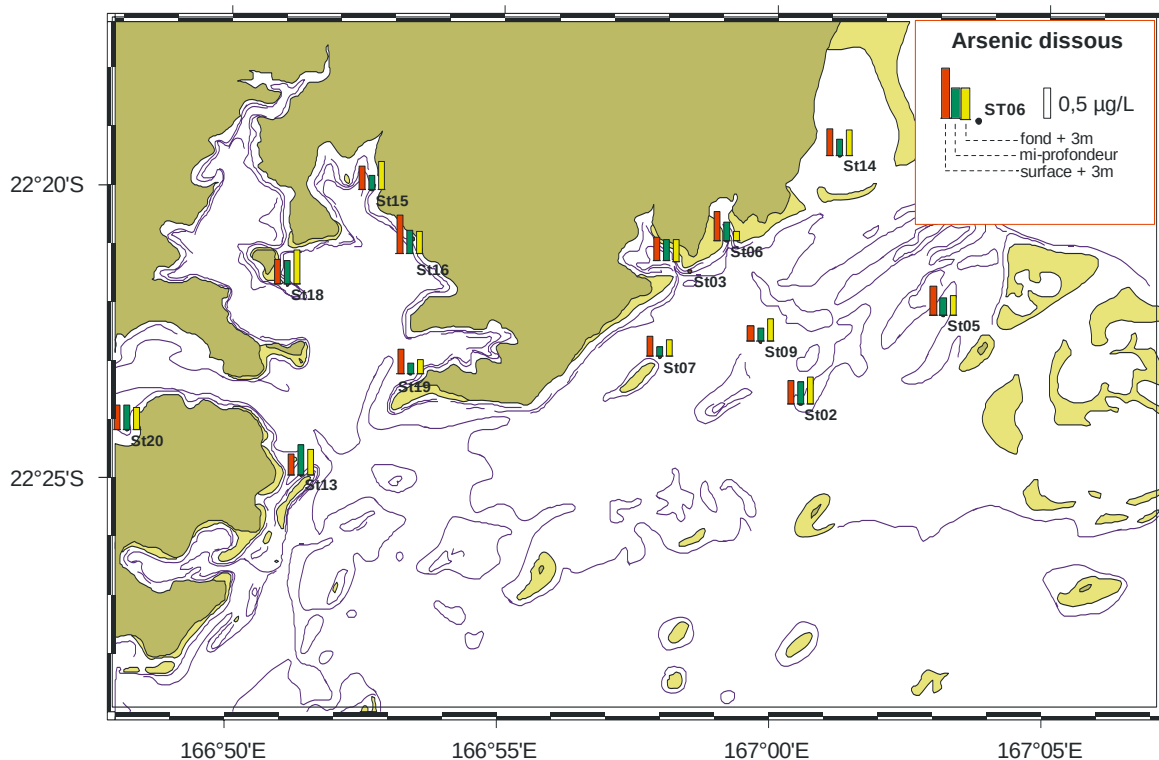
Concentrations des métaux dissous analysés dans la colonne d'eau à 3 profondeurs : S = surface -3m, M = mi-profondeur, F = fond + 3 m ; (-) = Dosage non effectué ; (\*) = légèrement sous la limite de quantification.

| Station | Profondeur | As<br>(µg/l) | Co<br>(µg/l) | Cu<br>(µg/l) | Fe<br>(µg/l) | Mn<br>(µg/l) | Ni<br>(µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Zn<br>(µg/l) |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
| ST02    | S          | 0,38         | 0,010*       | -            | 0,11         | 0,13         | 0,14         | 0,147            | 0,367             | -            |
| ST02    | M          | 0,36         | 0,008*       | -            | 0,12         | 0,14         | 0,16         | 0,140            | 0,466             | -            |
| ST02    | F          | 0,45         | 0,008*       | -            | 0,09         | 0,13         | 0,14         | 0,122            | 0,374             | -            |
| ST03    | S          | 0,38         | 0,046        | 0,06*        | 0,20         | 0,32         | 0,35         | 0,149            | 0,475             | 0,35         |
| ST03    | M          | 0,35         | 0,021        | 0,09*        | 0,12         | 0,16         | 0,19         | -                | -                 | 0,40         |
| ST03    | F          | 0,35         | 0,018        | 0,08*        | 0,10         | 0,15         | 0,15         | 0,112            | 0,471             | 0,35         |
| ST05    | S          | 0,47         | 0,008*       | -            | 0,10         | 0,09         | 0,12         | 0,129            | 0,676             | -            |
| ST05    | M          | 0,29         | 0,009*       | -            | 0,07         | 0,11         | 0,14         | 0,144            | 0,541             | -            |
| ST05    | F          | 0,32         | 0,008*       | -            | 0,13         | 0,13         | 0,15         | 0,147            | 0,671             | -            |
| ST06    | S          | 0,48         | 0,102        | 0,08*        | 0,45         | 0,66         | 0,82         | 0,120            | 0,360             | 0,47         |
| ST06    | M          | 0,31         | 0,037        | 0,05*        | 0,25         | 0,27         | 0,23         | 0,277            | 0,730             | 0,33         |
| ST06    | F          | 0,16         | 0,027        | 0,05*        | 0,19         | 0,31         | 0,19         | 0,113            | 0,329             | 0,10         |
| ST07    | S          | 0,32         | 0,012        | 0,10         | 1,02         | 0,14         | 0,15         | 0,125            | 0,319             | 0,30         |
| ST07    | M          | 0,15         | 0,006*       | 0,04*        | 0,12         | 0,13         | 0,13         | 0,135            | 0,260             | 0,20         |
| ST07    | F          | 0,28         | 0,012        | 0,10         | 0,12         | 0,13         | 0,13         | 0,126            | 0,243             | 0,31         |
| ST09    | S          | 0,26         | 0,006*       | -            | 0,11         | 0,11         | 0,14         | 0,117            | 0,191             | -            |
| ST09    | M          | 0,21         | 0,011        | -            | 0,07*        | 0,13         | 0,15         | 0,126            | 0,177             | -            |
| ST09    | F          | 0,38         | 0,009*       | -            | 0,10         | 0,14         | 0,14         | 0,113            | 0,179             | -            |
| ST13    | S          | 0,33         | 0,030        | 0,07         | 0,11         | 0,22         | 0,24         | 0,169            | 0,321             | 0,31         |
| ST13    | M          | 0,50         | 0,030        | <DL          | 0,15         | 0,24         | 0,25         | 0,219            | 0,298             | 0,24         |
| ST13    | F          | 0,41         | 0,024        | 0,06*        | 0,14         | 0,18         | 0,17         | 0,140            | 0,236             | 0,30         |
| ST14    | S          | 0,44         | 0,020        | <DL          | 0,11         | 0,14         | 0,20         | 0,150            | 0,187             | 0,13         |
| ST14    | M          | 0,27         | 0,016        | 0,09*        | 0,22         | 0,13         | 0,17         | 0,092            | 0,188             | 0,33         |
| ST14    | F          | 0,42         | 0,018        | 0,10         | 0,15         | 0,14         | 0,19         | 0,137            | 0,325             | 0,36         |

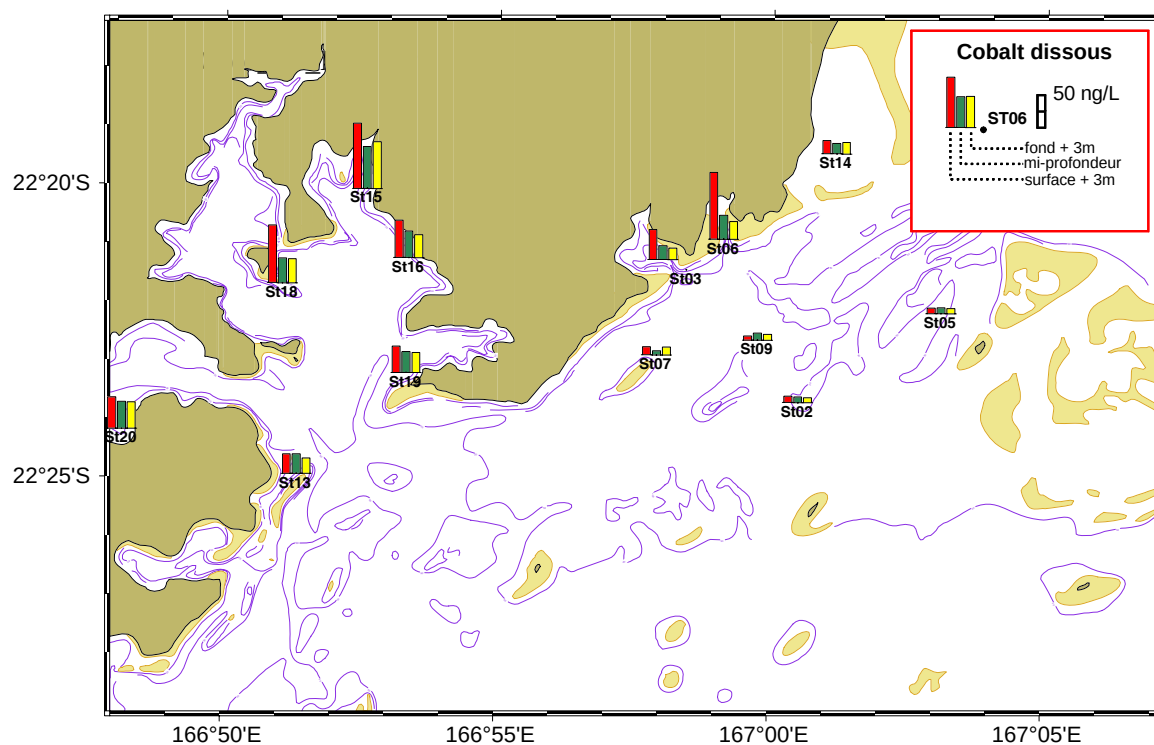
| Station | Profondeur | As<br>(µg/l) | Co<br>(µg/l) | Cu<br>(µg/l) | Fe<br>(µg/l) | Mn<br>(µg/l) | Ni<br>(µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Zn<br>(µg/l) |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
| ST15    | S          | 0,39         | 0,100        | <DL          | 0,10         | 0,57         | 0,58         | 0,336            | 0,511             | 0,26         |
| ST15    | M          | 0,23         | 0,064        | 0,06*        | 0,08*        | 0,38         | 0,41         | 0,174            | 0,346             | 0,27         |
| ST15    | F          | 0,46         | 0,072        | <DL          | 0,08*        | 0,54         | 0,42         | 0,166            | 0,268             | 0,27         |
| ST16    | S          | 0,62         | 0,057        | <DL          | 0,08*        | 0,47         | 0,33         | 0,163            | 0,395             | 0,19         |
| ST16    | M          | 0,39         | 0,040        | <DL          | 0,07*        | 0,26         | 0,27         | 0,193            | 0,206             | 0,27         |
| ST16    | F          | 0,37         | 0,035        | 0,08*        | 0,07*        | 0,22         | 0,26         | 0,164            | 0,174             | 0,27         |
| ST18    | S          | 0,40         | 0,088        | 0,07*        | 0,10         | 0,45         | 0,63         | 0,409            | 0,579             | 0,36         |
| ST18    | M          | 0,38         | 0,038        | <DL          | 0,10         | 0,25         | 0,28         | 0,199            | 0,227             | 0,29         |
| ST18    | F          | 0,57         | 0,037        | 0,09*        | 0,09*        | 0,26         | 0,27         | 0,169            | 0,278             | 0,30         |
| ST19    | S          | 0,41         | 0,041        | <DL          | 0,11         | 0,28         | 0,28         | 0,217            | 0,320             | 0,35         |
| ST19    | M          | 0,17         | 0,032        | <DL          | 0,14         | 0,22         | 0,24         | 0,180            | 0,321             | 0,27         |
| ST19    | F          | 0,23         | 0,031        | <DL          | 0,11         | 0,19         | 0,23         | 0,219            | 0,222             | 0,30         |
| ST20    | S          | 0,39         | 0,048        | 0,13         | <DL          | 0,33         | 0,34         | 0,089            | 0,404             | 0,31         |
| ST20    | M          | 0,40         | 0,041        | 0,16         | 0,10         | 0,25         | 0,30         | 0,131            | 0,284             | 0,32         |
| ST20    | F          | 0,37         | 0,041        | 0,10*        | 0,08*        | 0,31         | 0,31         | 0,102            | 0,270             | 0,36         |

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

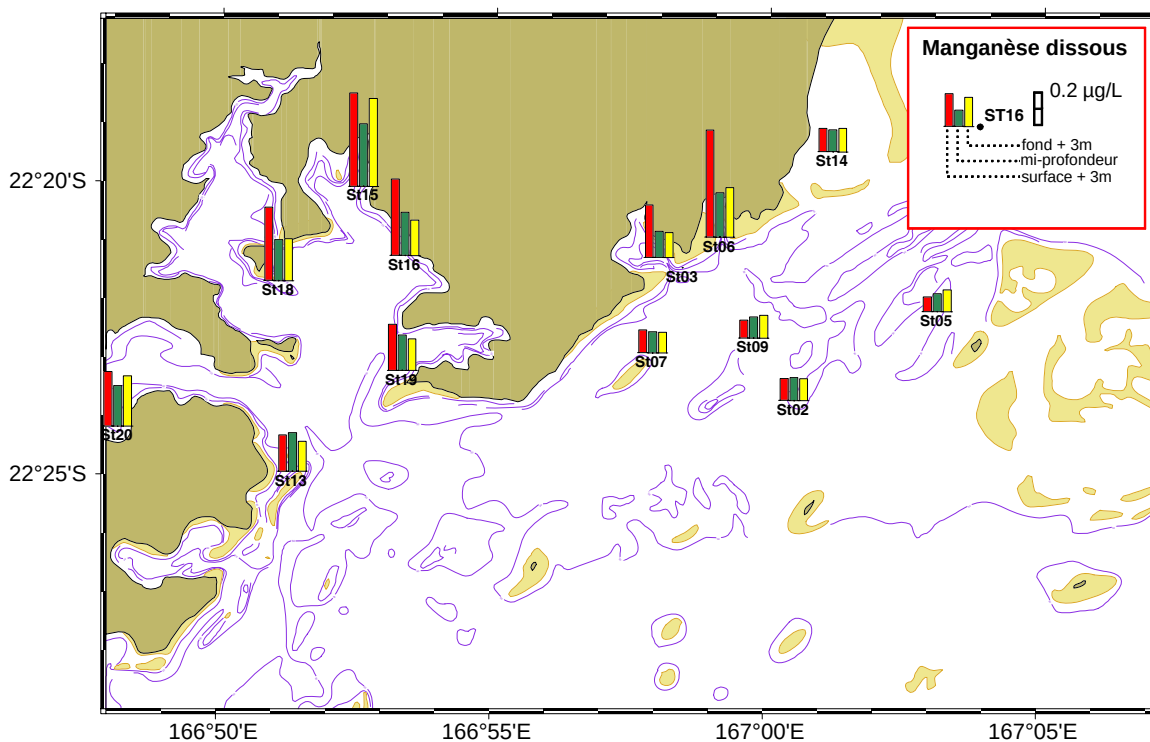
Concentration en arsenic dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



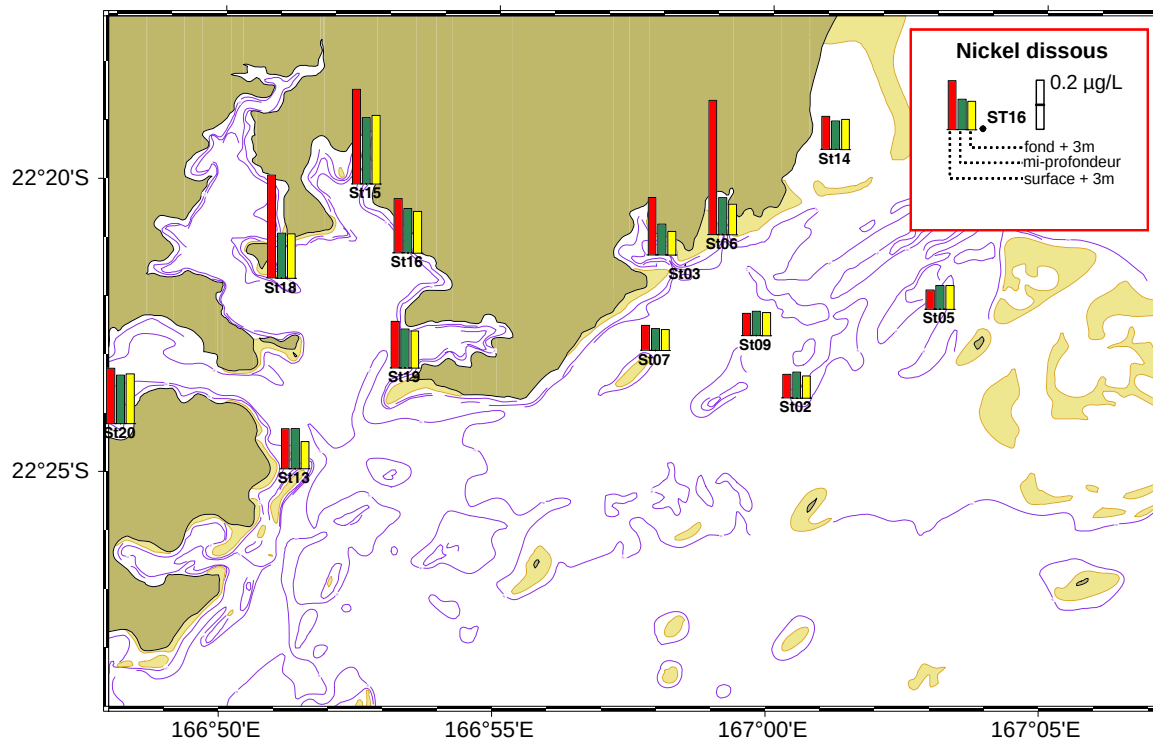
Concentration en cobalt dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



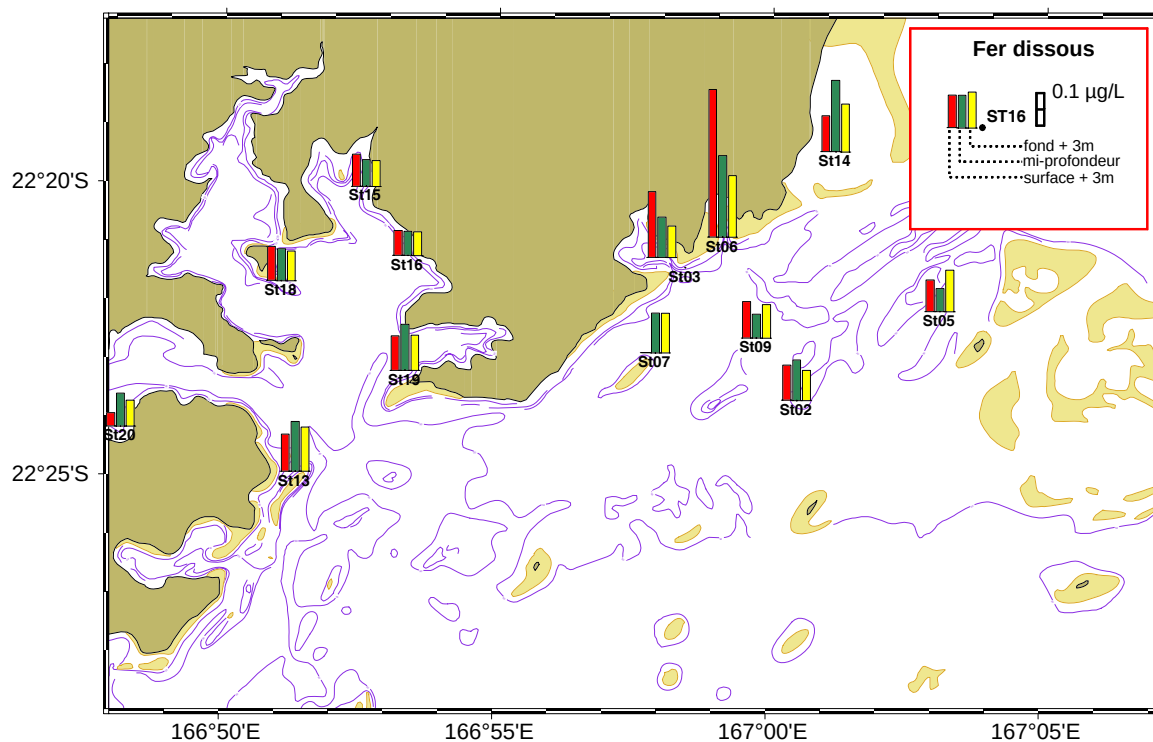
Concentration en manganèse dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



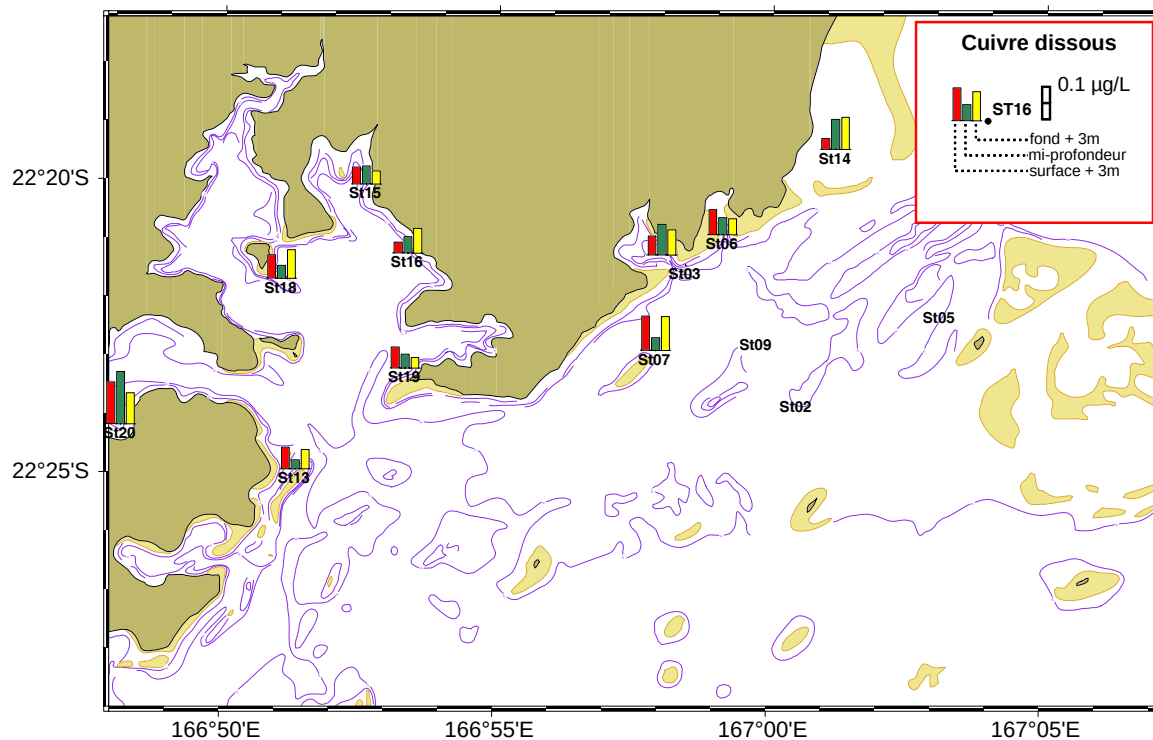
Concentration en nickel dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



Concentration en 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.

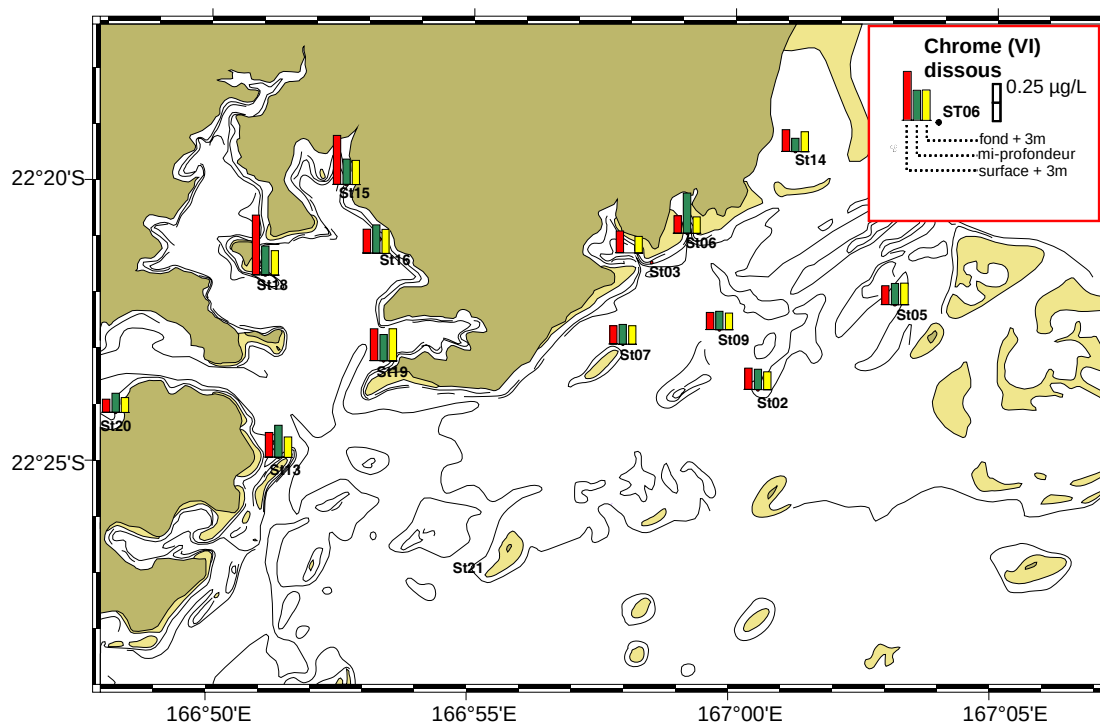


Concentration en cuivre dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.

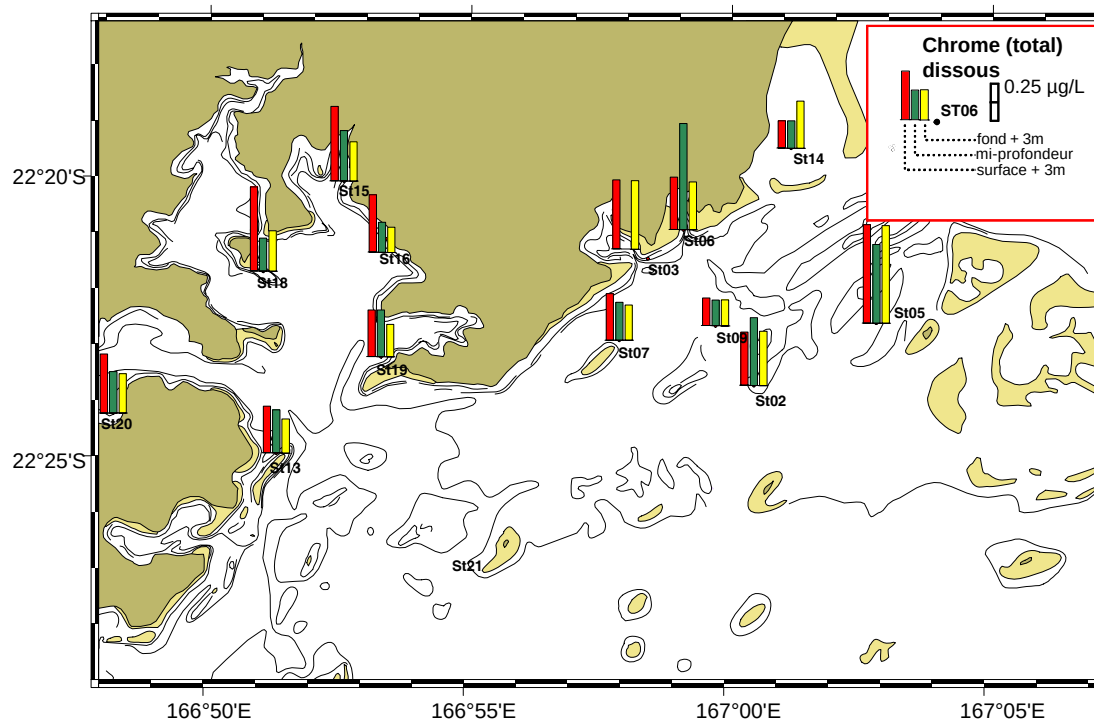




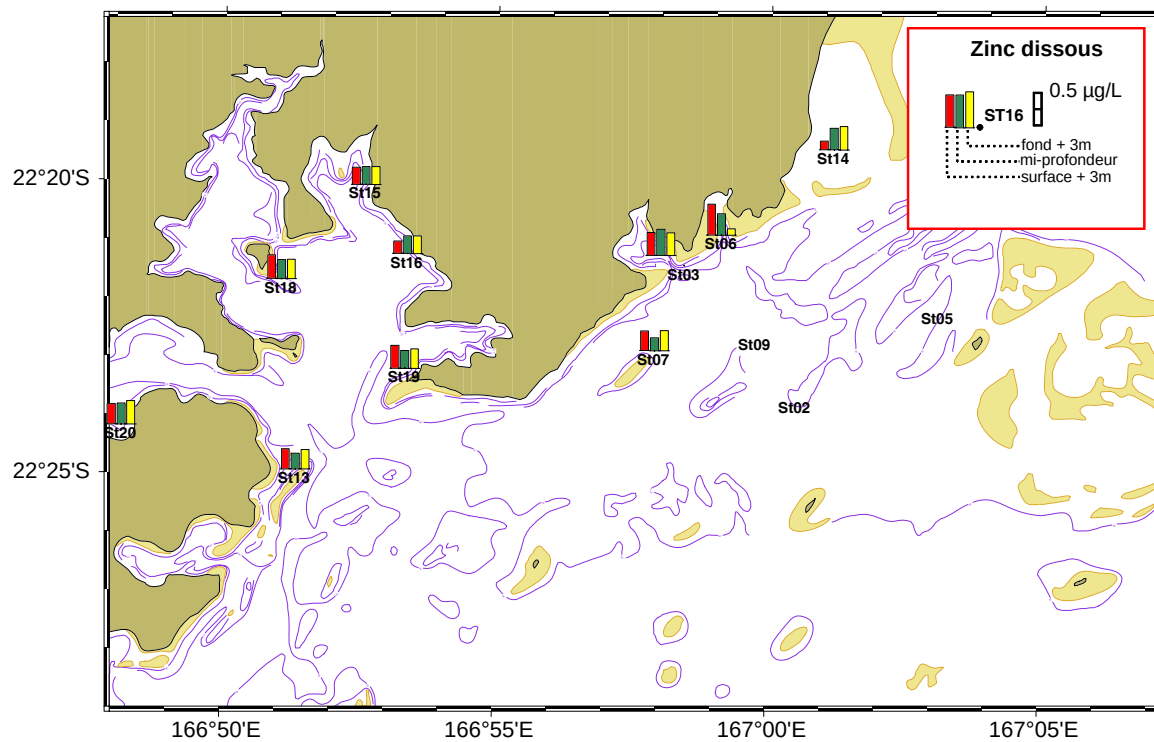
Concentration en chrome (VI) dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



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.



## Campagne 2 – Mai 2009

### Concentrations des métaux dissous dans la colonne d'eau

Concentrations des métaux dissous analysés dans la colonne d'eau à 3 profondeurs : S = surface -3m, M = mi-profondeur, F = fond + 3 m ; (<DL) = Valeur inférieure à la limite de détection de l'ICP-OES ; (-) = Dosage non effectué.

| Station | Profondeur | As<br>(µg/l) | Co<br>(µg/l) | Cu<br>(µg/l) | Fe<br>(µg/l) | Mn<br>(µg/l) | Ni<br>(µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Zn<br>(µg/l) |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
| ST16    | S          | <DL          | 0,038        | 0,035        | 0,031        | 0,196        | 0,238        | 0,266            | 0,660             | 0,113        |
| ST16    | M          | <DL          | 0,024        | 0,048        | 0,037        | 0,127        | 0,161        | 0,146            | 0,368             | 0,209        |
| ST16    | F          | <DL          | 0,015        | 0,018        | 0,025        | 0,110        | 0,109        | 0,162            | 1,393             | 0,091        |

## Campagne 3 – Août 2009

### Concentrations des métaux dissous dans la colonne d'eau

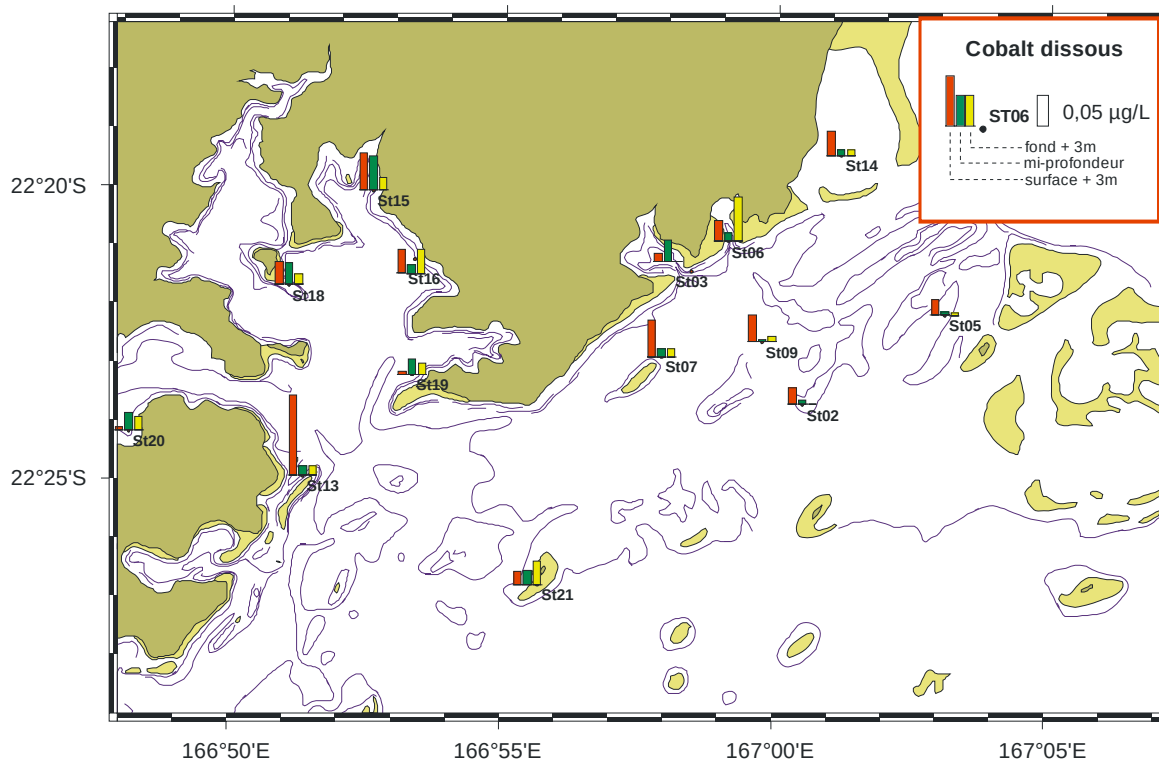
Concentrations des métaux dissous analysés dans la colonne d'eau à 3 profondeurs : S = surface -3m, M = mi-profondeur, F = fond + 3 m ; (<DL) = Valeur inférieure à la limite de détection de l'ICP-OES ; (-) = Dosage non effectué; (\*) = légèrement sous la limite de quantification.. Campagne semestrielle « saison sèche » (10-14 août 2009).

| Station | Profondeur | As<br>(µg/l) | Co<br>(µg/l) | Cu<br>(µg/l) | Fe<br>(µg/l) | Mn<br>(µg/l) | Ni<br>(µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Zn<br>(µg/l) |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
| ST02    | S          | 1,72         | 0,027        | 0,064        | 0,097        | 0,068        | 0,103        | 0,148            | 0,229             | 0,221        |
| ST02    | M          | 1,38         | 0,007*       | 0,023        | 0,109        | 0,070        | 0,109        | 0,146            | 0,253             | 0,530        |
| ST02    | F          | 1,31         | <DL          | 0,011        | 0,097        | 0,070        | 0,103        | 0,158            | 0,221             | 0,124        |
| ST03    | S          | 0,93         | 0,012        | 0,020        | 0,119        | 0,466        | 0,713        | 0,306            | 0,358             | 0,055        |
| ST03    | M          | 1,23         | 0,035        | 0,005        | 0,078        | 0,108        | 0,168        | 0,169            | 0,254             | 0,041        |
| ST03    | F          | 1,55         | 0,000        | -            | 0,067        | 0,189        | 0,246        | 0,168            | 0,239             | 0,075        |
| ST05    | S          | 1,39         | 0,026        | 0,012        | 0,078        | 0,055        | 0,070        | 0,136            | 0,232             | 0,052        |
| ST05    | M          | 1,34         | 0,006*       | 0,048        | 0,095        | 0,065        | 0,077        | 0,141            | 0,202             | 0,267        |
| ST05    | F          | 1,54         | <DL          | -            | 0,083        | 0,053        | 0,074        | 0,147            | 0,226             | 0,074        |
| ST06    | S          | 1,81         | 0,033        | <DL          | 0,165        | 0,321        | 0,327        | 0,256            | 0,302             | 0,138        |
| ST06    | M          | 1,18         | 0,014        | <DL          | 0,184        | 0,297        | 0,279        | 0,180            | 0,338             | 0,045        |
| ST06    | F          | 1,40         | 0,073        | 0,020        | 0,126        | 0,166        | 0,185        | 0,173            | 0,222             | 0,018        |
| ST07    | S          | 1,38         | 0,059        | 0,077        | 0,124        | 0,192        | 0,249        | 0,184            | 0,333             | -            |
| ST07    | M          | 1,28         | 0,013        | 0,011        | 0,104        | 0,130        | 0,218        | 0,174            | 0,217             | -            |
| ST07    | F          | 1,28         | 0,014        | 0,063        | 0,127        | 0,123        | 0,171        | 0,148            | 0,218             | -            |
| ST09    | S          | 1,48         | 0,043        | 0,034        | 0,099        | 0,060        | 0,098        | 0,143            | 0,313             | 0,408        |
| ST09    | M          | 1,18         | <DL          | 0,018        | 0,099        | 0,069        | 0,092        | -                | 0,238             | 0,347        |
| ST09    | F          | 1,18         | 0,008*       | 0,063        | 0,095        | 0,081        | 0,117        | 0,143            | 0,333             | 0,796        |
| ST13    | S          | 1,33         | 0,132        | 0,017        | 0,121        | 0,182        | 0,214        | 0,165            | 0,284             | 0,204        |
| ST13    | M          | 1,32         | 0,016        | 0,014        | 0,094        | 0,142        | 0,196        | 0,174            | 0,244             | 0,129        |
| ST13    | F          | 1,15         | 0,016        | 0,038        | 0,118        | 0,183        | 0,204        | 0,170            | 0,349             | 0,124        |
| ST14    | S          | 1,42         | 0,040        | 0,013        | 0,181        | 0,140        | 0,161        | 0,150            | 0,270             | 0,070        |
| ST14    | M          | 1,35         | 0,009*       | 0,024        | 0,238        | 0,104        | 0,131        | 0,161            | 0,176             | 0,045        |
| ST14    | F          | 1,16         | 0,009*       | <DL          | 0,132        | 0,094        | 0,121        | 0,139            | 0,361             | <DL          |
| ST15    | S          | 1,40         | 0,060        | 0,036        | 0,088        | 0,355        | 0,461        | 0,426            | 0,485             | 0,223        |
| ST15    | M          | 1,51         | 0,056        | 0,040        | 0,079        | 0,240        | 0,334        | 0,225            | 0,712             | 0,066        |
| ST15    | F          | 1,30         | 0,021        | <DL          | 0,060        | 0,137        | 0,271        | 0,218            | 0,423             | 0,093        |
| ST16    | S          | 1,36         | 0,040        | 0,034        | 0,103        | 0,313        | 0,414        | 0,391            | 0,455             | 0,082        |
| ST16    | M          | 1,55         | 0,015        | <DL          | 0,039        | 0,159        | 0,268        | 0,229            | 0,311             | 0,141        |
| ST16    | F          | 1,54         | 0,040        | 0,028        | 0,028        | 0,152        | 0,216        | 0,196            | 0,242             | 0,018        |

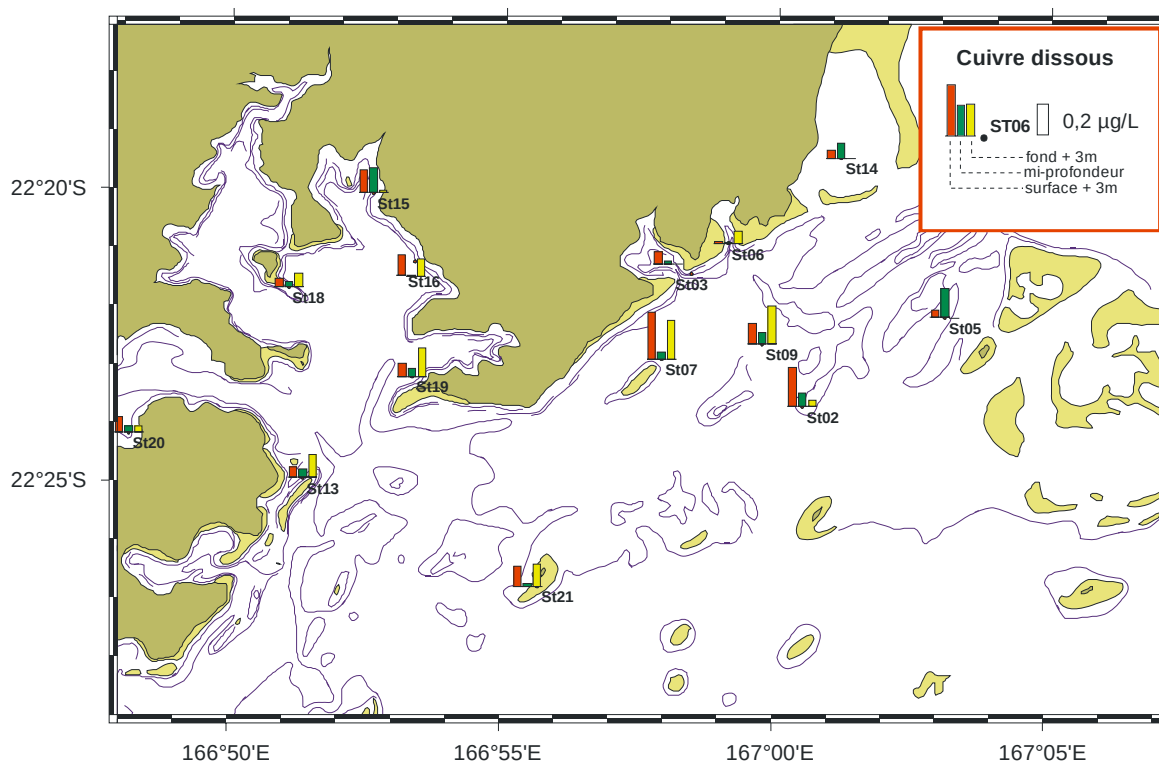
| Station | Profondeur | As<br>(µg/l) | Co<br>(µg/l) | Cu<br>(µg/l) | Fe<br>(µg/l) | Mn<br>(µg/l) | Ni<br>(µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Zn<br>(µg/l) |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
| ST18    | S          | 1,51         | 0,037        | 0,014        | 0,091        | 0,344        | 0,481        | 0,329            | 0,475             | 0,101        |
| ST18    | M          | 1,49         | 0,036        | 0,009*       | 0,104        | 0,270        | 0,378        | 0,328            | 0,433             | 0,068        |
| ST18    | F          | 1,41         | 0,017        | 0,022        | 0,095        | 0,149        | 0,234        | 0,230            | 0,321             | 0,121        |
| ST19    | S          | 1,19         | 0,004        | 0,022        | 0,046        | 0,278        | 0,322        | 0,292            | 0,367             | 0,113        |
| ST19    | M          | 1,16         | 0,025        | 0,013        | 0,074        | 0,179        | 0,254        | 0,190            | 0,311             | 0,097        |
| ST19    | F          | 1,33         | 0,019        | 0,046        | 0,049        | 0,168        | 0,224        | 0,219            | 0,317             | 0,044        |
| ST20    | S          | 1,13         | 0,005*       | 0,025        | 0,261        | 0,211        | 0,290        | 0,221            | 0,361             | 0,282        |
| ST20    | M          | 1,27         | 0,028        | 0,010*       | 0,108        | 0,236        | 0,309        | 0,216            | 0,251             | 0,051        |
| ST20    | F          | 1,13         | 0,023        | 0,010*       | 0,118        | 0,247        | 0,299        | 0,214            | 0,333             | 0,044        |
| ST21    | S          | 1,28         | 0,021        | 0,032        | 0,098        | 0,144        | 0,210        | 0,173            | 0,369             | 0,127        |
| ST21    | M          | 1,18         | 0,023        | <DL          | 0,065        | 0,145        | 0,212        | 0,176            | 0,462             | 0,030        |
| ST21    | F          | 1,30         | 0,038        | 0,036        | 0,079        | 0,129        | 0,205        | 0,118            | 0,363             | 0,040        |

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

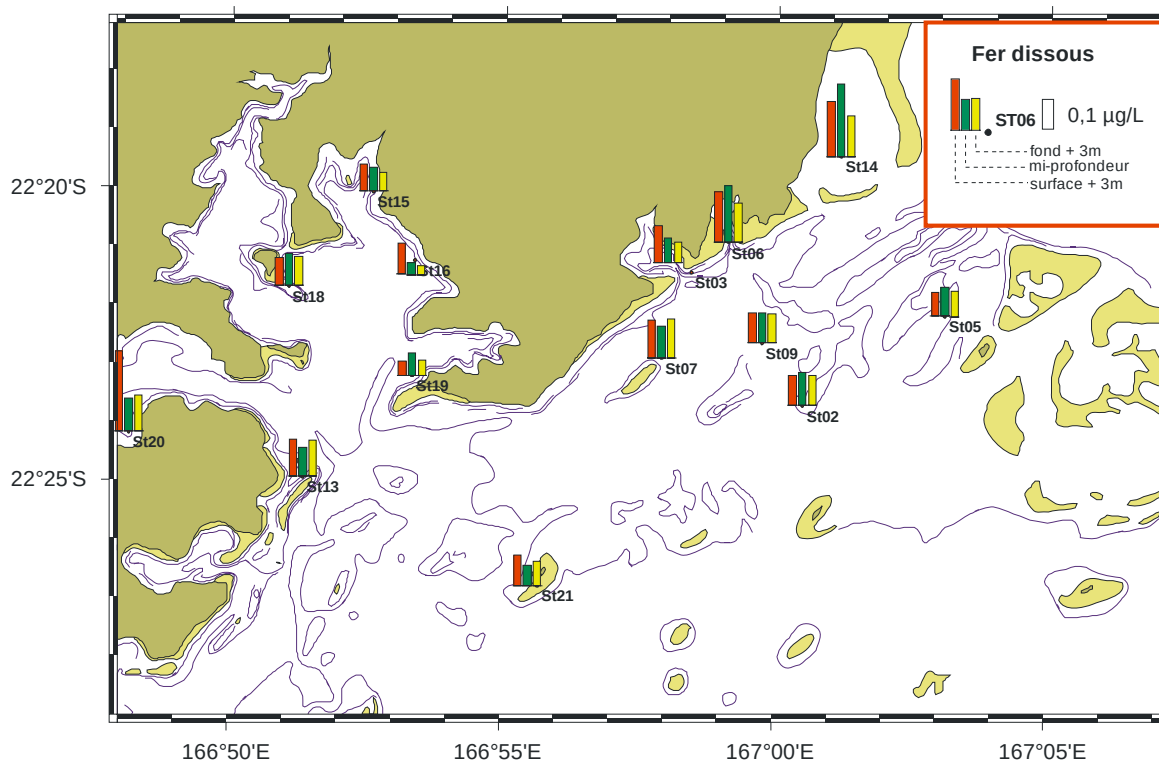
Concentration en cobalt dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.



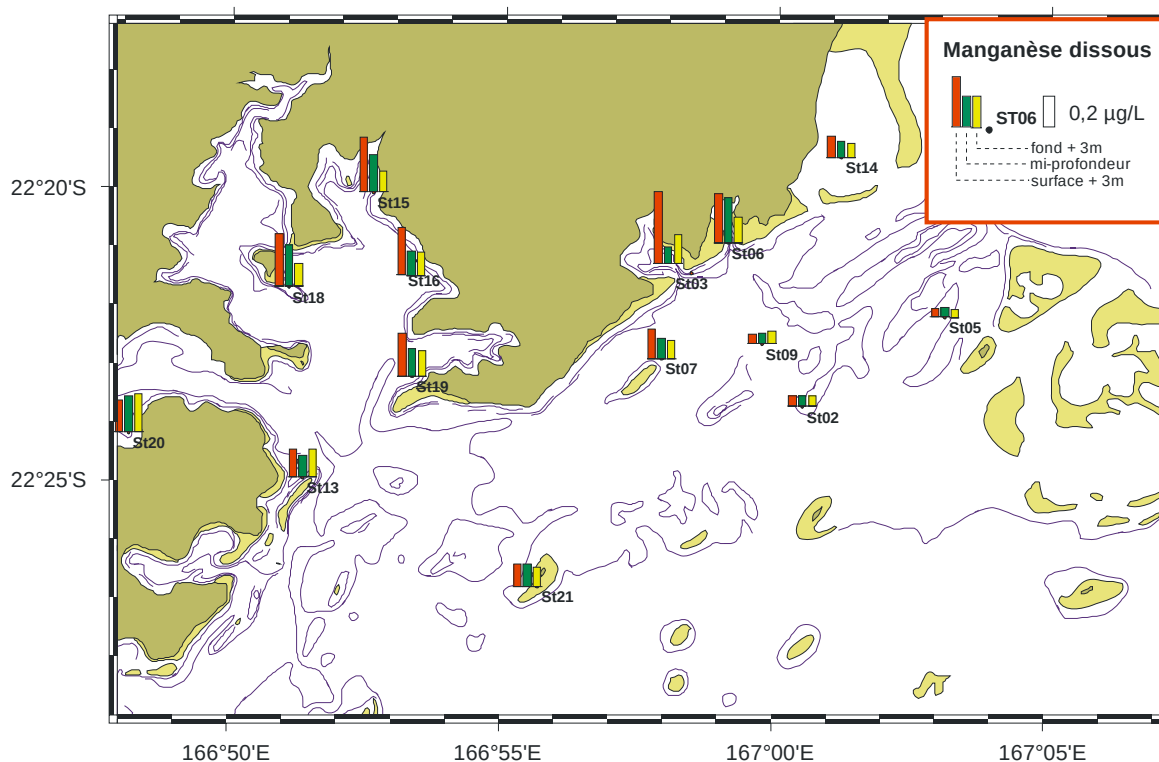
Concentration en cuivre dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.



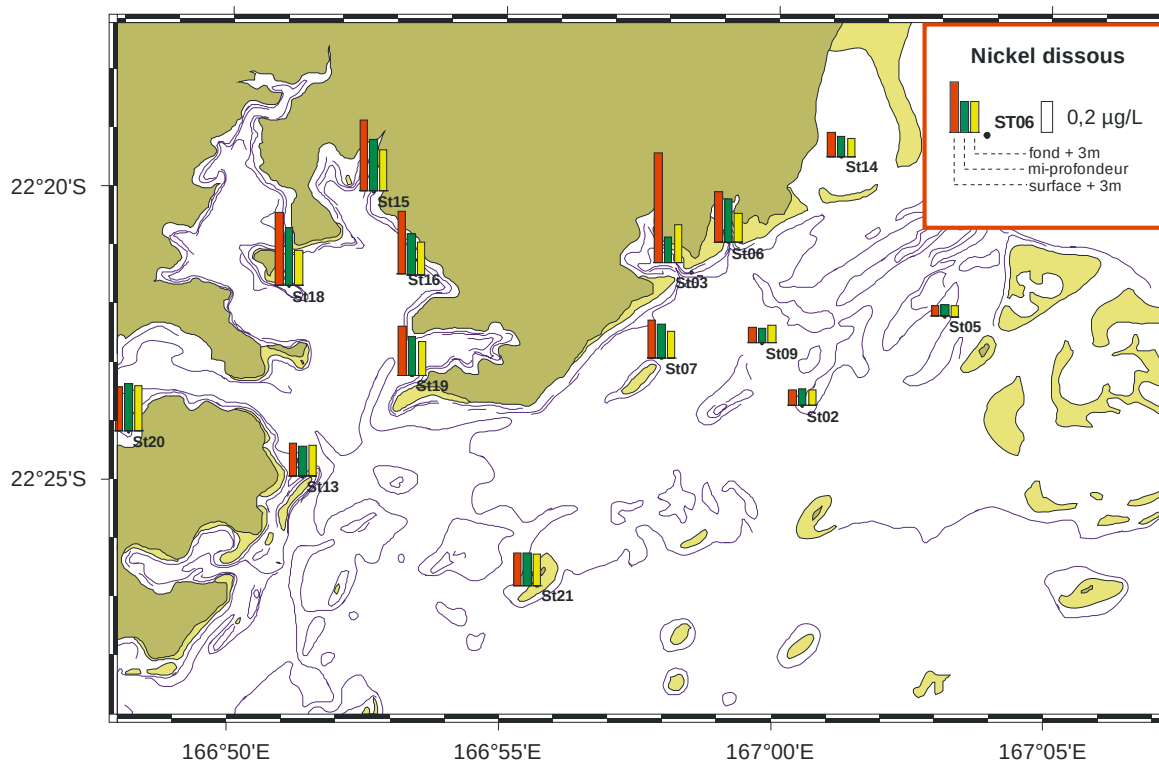
Concentration en fer dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.



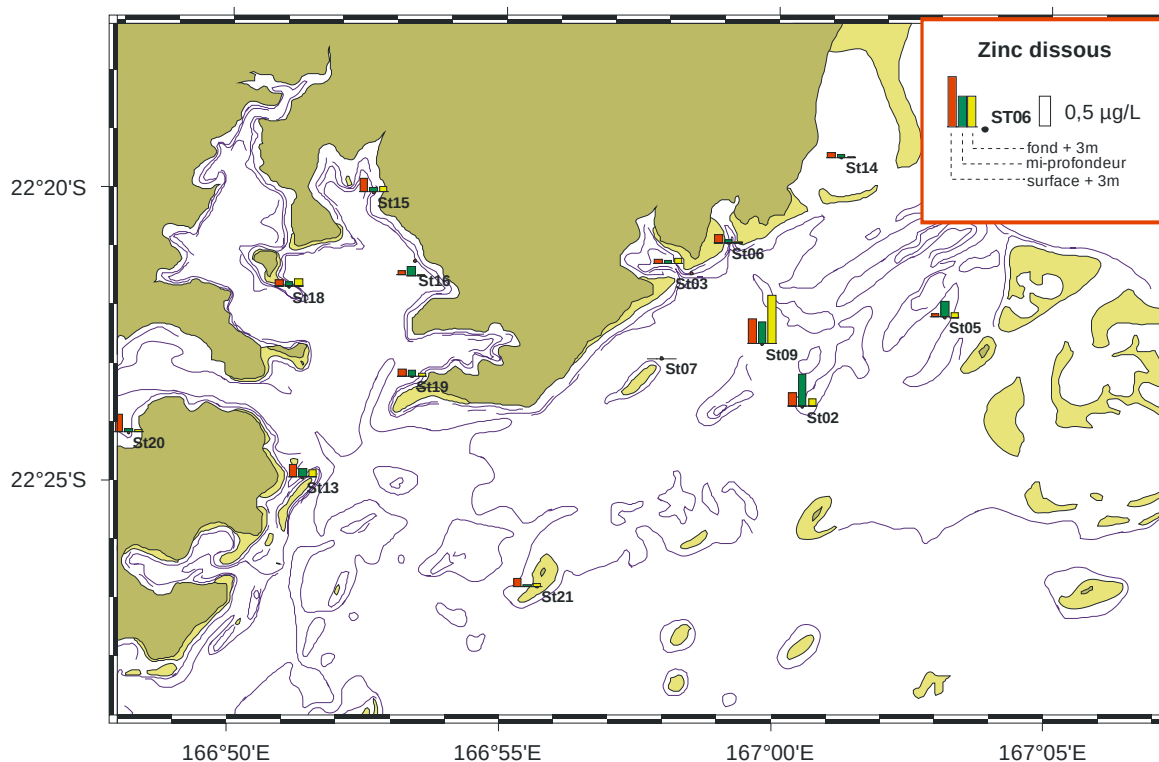
Concentration en manganèse dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.



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 de Prony.

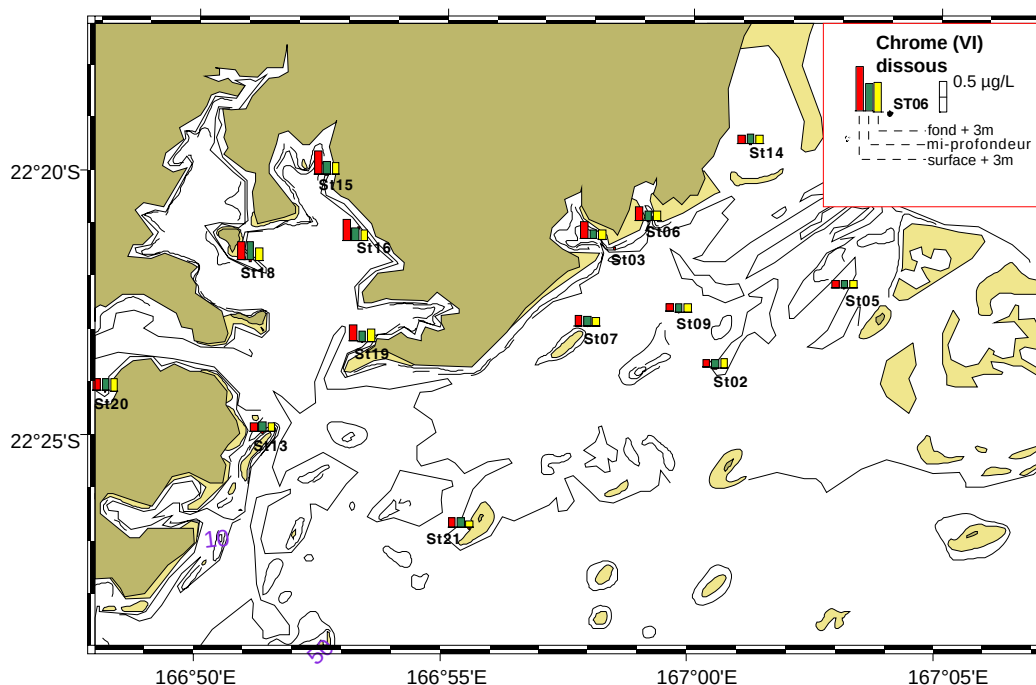


Concentration en zinc dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

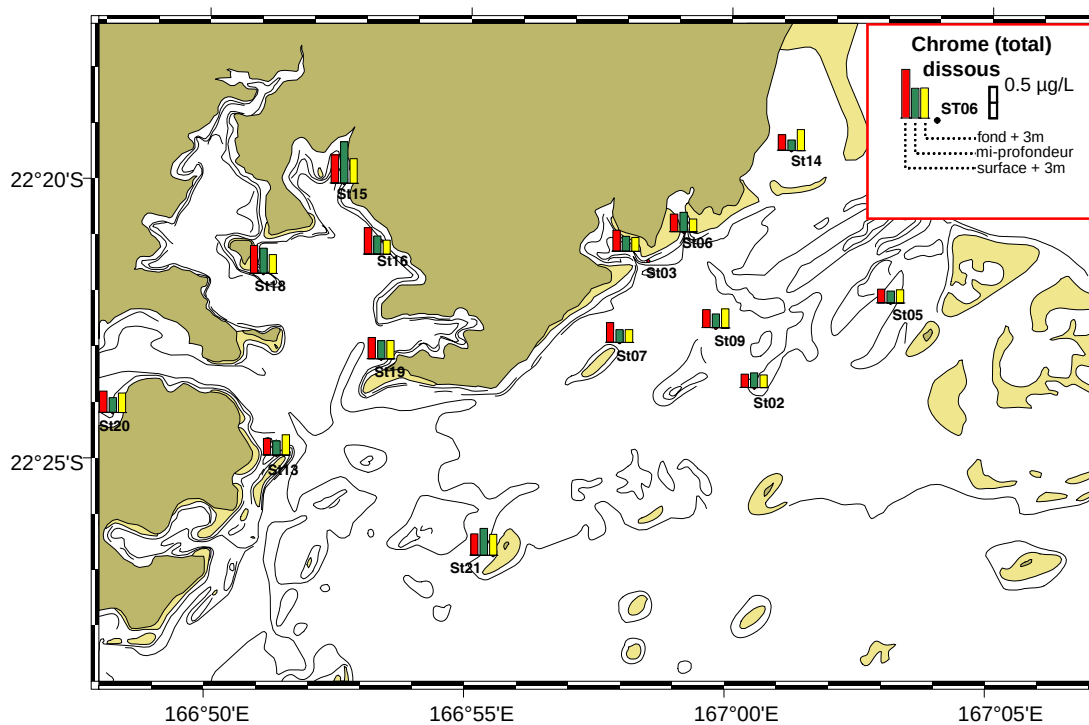




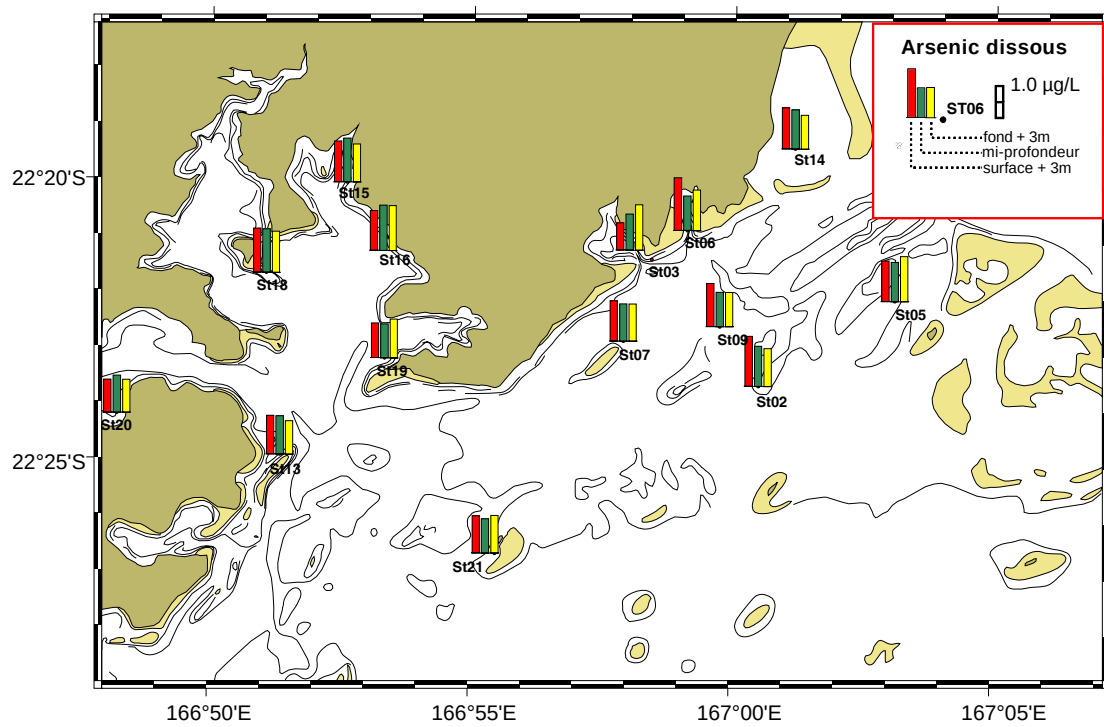
Concentration en chrome (VI) dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.



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 de Prony.



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



## Campagne 4 – Novembre 2009

### Concentrations des métaux dissous dans la colonne d'eau

Concentrations des métaux dissous analysés dans la colonne d'eau à 3 profondeurs : S = surface -3m, M = mi-profondeur, F = fond + 3 m ; (<DL) = Valeur inférieure à la limite de détection de l'ICP-OES ; (-) = Dosage non effectué.

| Station | Profondeur | As<br>(µg/l) | Co<br>(µg/l) | Cu<br>(µg/l) | Fe<br>(µg/l) | Mn<br>(µg/l) | Ni<br>(µg/l) | Cr(VI)<br>(µg/l) | Cr(tot)<br>(µg/l) | Zn<br>(µg/l) |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
| ST16    | S          | 1,06         | 0,064        | 0,023        | 0,055        | 0,152        | 0,344        | 0,290            | 0,518             | 0,321        |
| ST16    | M          | 1,03         | 0,063        | 0,029        | 0,116        | 0,256        | 0,380        | 0,208            | 0,253             | 0,299        |
| ST16    | F          | 1,18         | 0,047        | 0,038        | 0,043        | 0,078        | 0,250        | 0,202            | 0,392             | 0,274        |

## **ANNEXE II**

### **Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah – mission juin 2009 (Aqua terra)**

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

**Mission juin 2009**

**PROJET GORO NICKEL**

**VALE INCO NOUVELLE CALEDONIE**



*Caractéristiques du dossier :*

|                                   |                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Référence du document</b>      | Rap 006-09_Ver A                                                                                                |           |
| <b>Référence du contrat</b>       | N° 1996                                                                                                         |           |
| <b>Numéro de l'affaire</b>        | 047-08 & 006-09                                                                                                 |           |
| <b>Client</b>                     | Vale Inco Nouvelle-Calédonie                                                                                    |           |
| <b>Commune</b>                    | Mont Dore                                                                                                       |           |
| <b>Coordonnées (WGS 84 UTM58)</b> | <b>X</b>                                                                                                        | 696 000   |
|                                   | <b>Y</b>                                                                                                        | 7 528 000 |
| <b>Mots clés</b>                  | projet Goro Nickel, ichtyologie, communautés récifales, biocénoses marines, suivis environnementaux, mine, port |           |

*Suivi des modifications :*

| <b>N° de version</b> | <b>Transmis à</b>   | <b>Action / Etat</b>                                                                                    | <b>Date</b>   |
|----------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| A                    | VALE INCO NC        | Rapport remis au Client (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture de la forme | Octobre 2009  |
|                      | Experts partenaires | Rapport remis (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture du fond               |               |
|                      | AQUA TERRA          | En interne : pour relecture pour contrôle qualité                                                       |               |
| 01                   | VALE INCO NC        | Rapport final remis au Client (3 exemplaires papier + 1 CDRom)                                          | Novembre 2009 |

*Les responsables du suivi des modifications sont :*

|                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| <b>Maître d'Ouvrage</b> | Céline CASALIS (Vale Inco NC) |
| <b>Entreprise</b>       | Valérie VAILLET (AQUA TERRA)  |

| <b>N° Document</b> | <b>Émis le</b> | <b>Par</b> | <b>Approuvé par</b> | <b>Le</b> |
|--------------------|----------------|------------|---------------------|-----------|
| Rap 006-09_Ver A   | octobre 2009   | AQUA TERRA | Vale Inco NC        | 29.10.09  |
| Rap 006-09_Ver01   | novembre 2009  | AQUA TERRA |                     |           |
|                    |                |            |                     |           |

## E q u i p e   d e   t r a v a i l

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

Les principaux intervenants étaient donc :

Pour AQUA TERRA :



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

Pour cette étude : responsable logistique et technique ; échantillonnage du substrat (LIT) et traitement/analyses des résultats liés, 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.

## Table des Matières

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>EQUIPE DE TRAVAIL .....</b>                                    | <b>3</b>  |
| <b>TAB LE DES MATIERES .....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>                                   | <b>9</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES .....</b>                                    | <b>12</b> |
| <b>LISTE DES CARTES .....</b>                                     | <b>13</b> |
| <b>LISTE DES PHOTOS .....</b>                                     | <b>14</b> |
| <b>1 PREAMBULE.....</b>                                           | <b>15</b> |
| <b>2 OBJECTIF DE L'ETUDE .....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>3 METHODOLOGIE.....</b>                                        | <b>17</b> |
| <b>3.1 ZONE D'ETUDE .....</b>                                     | <b>17</b> |
| 3.1.1 <i>Contexte général.....</i>                                | <i>17</i> |
| 3.1.2 <i>Présentation des stations.....</i>                       | <i>17</i> |
| 3.1.2.1 <i>Les stations.....</i>                                  | <i>17</i> |
| 3.1.2.2 <i>Les transects.....</i>                                 | <i>19</i> |
| <b>3.2 LES TRAVAUX D'ECHANTILLONNAGE .....</b>                    | <b>20</b> |
| 3.2.1 <i>Vérification des stations .....</i>                      | <i>20</i> |
| 3.2.1.1 <i>Positionnement.....</i>                                | <i>20</i> |
| 3.2.1.2 <i>Matérialisation.....</i>                               | <i>20</i> |
| 3.2.1.2.1 <i>Organisation « matérielle » .....</i>                | <i>20</i> |
| 3.2.1.2.2 <i>Organisation « temporelle » .....</i>                | <i>20</i> |
| 3.2.2 <i>Protocole pour l'étude du substrat .....</i>             | <i>21</i> |
| 3.2.3 <i>Protocole pour l'étude du benthos.....</i>               | <i>22</i> |
| 3.2.4 <i>Protocole pour l'étude des poissons.....</i>             | <i>23</i> |
| <b>3.3 PERIODE D'ECHANTILLONNAGE .....</b>                        | <b>24</b> |
| <b>3.4 LE TRAITEMENT DES DONNEES .....</b>                        | <b>25</b> |
| 3.4.1 <i>Pour le substrat .....</i>                               | <i>25</i> |
| 3.4.2 <i>Pour le benthos.....</i>                                 | <i>26</i> |
| 3.4.3 <i>Pour les poissons.....</i>                               | <i>26</i> |
| <b>4 RESULTATS BRUTS PAR STATION .....</b>                        | <b>28</b> |
| <b>4.1 STATION 01 = CASY .....</b>                                | <b>28</b> |
| 4.1.1 <i>Fiche descriptive (ST01).....</i>                        | <i>28</i> |
| 4.1.1.1 <i>Localisation géographique (ST01).....</i>              | <i>28</i> |
| 4.1.1.2 <i>Description générale (ST01).....</i>                   | <i>29</i> |
| 4.1.1.3 <i>Caractéristiques principales (ST01) .....</i>          | <i>29</i> |
| 4.1.1.4 <i>Variations entre 2008 et 2009 (ST01) .....</i>         | <i>30</i> |
| 4.1.2 <i>Schéma structural (ST01) .....</i>                       | <i>31</i> |
| 4.1.3 <i>Le substrat (ST01) .....</i>                             | <i>32</i> |
| 4.1.4 <i>Le benthos (ST01).....</i>                               | <i>32</i> |
| 4.1.4.1 <i>Benthos Transect 01 A.....</i>                         | <i>34</i> |
| 4.1.4.1.1 <i>Les Scléactiniaires (ST01A) .....</i>                | <i>34</i> |
| 4.1.4.1.2 <i>Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A) .....</i> | <i>35</i> |
| 4.1.4.2 <i>Benthos Transect 01 B.....</i>                         | <i>36</i> |
| 4.1.4.2.1 <i>Les Scléactiniaires (ST01B) .....</i>                | <i>36</i> |
| 4.1.4.2.2 <i>Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B) .....</i> | <i>37</i> |
| 4.1.5 <i>Les poissons (ST01) .....</i>                            | <i>39</i> |
| <b>4.2 STATION 02 = CREEK BAIE NORD .....</b>                     | <b>41</b> |
| 4.2.1 <i>Fiche descriptive (ST02).....</i>                        | <i>41</i> |
| 4.2.1.1 <i>Localisation géographique (ST02).....</i>              | <i>41</i> |
| 4.2.1.2 <i>Description générale (ST02).....</i>                   | <i>41</i> |
| 4.2.1.3 <i>Caractéristiques principales (ST02) .....</i>          | <i>41</i> |
| 4.2.1.4 <i>Variations entre 2008 et 2009 (ST02) .....</i>         | <i>41</i> |
| 4.2.2 <i>Schéma structural (ST02) .....</i>                       | <i>42</i> |
| 4.2.3 <i>Le substrat (ST02) .....</i>                             | <i>43</i> |
| 4.2.4 <i>Le benthos (ST02).....</i>                               | <i>44</i> |
| 4.2.4.1 <i>Benthos Transect 02 A.....</i>                         | <i>45</i> |
| 4.2.4.1.1 <i>Les Scléactiniaires (ST02A) .....</i>                | <i>45</i> |
| 4.2.4.1.2 <i>Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A) .....</i> | <i>46</i> |
| 4.2.4.2 <i>Benthos Transect 02 B.....</i>                         | <i>47</i> |



|           |                                            |    |
|-----------|--------------------------------------------|----|
| 4.2.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST02B)               | 47 |
| 4.2.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B) | 48 |
| 4.2.5     | <i>Les poissons (ST02)</i>                 | 50 |
| 4.3       | <b>STATION 03 = PORT</b>                   | 52 |
| 4.3.1     | <i>Fiche descriptive (ST03)</i>            | 52 |
| 4.3.1.1   | Localisation géographique (ST03)           | 52 |
| 4.3.1.2   | Description générale (ST03)                | 53 |
| 4.3.1.3   | Caractéristiques principales (ST03)        | 53 |
| 4.3.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST03)       | 53 |
| 4.3.2     | <i>Schéma structural (ST03)</i>            | 54 |
| 4.3.3     | <i>Le substrat (ST03)</i>                  | 55 |
| 4.3.4     | <i>Le benthos (ST03)</i>                   | 56 |
| 4.3.4.1   | Benthos Transect 03 A                      | 58 |
| 4.3.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST03A)               | 58 |
| 4.3.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A) | 59 |
| 4.3.4.2   | Benthos Transect 03 B                      | 60 |
| 4.3.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST03B)               | 60 |
| 4.3.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B) | 60 |
| 4.3.4.3   | Benthos Transect 03 C                      | 61 |
| 4.3.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST03C)               | 61 |
| 4.3.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C) | 62 |
| 4.3.5     | <i>Les poissons (ST03)</i>                 | 64 |
| 4.4       | <b>STATION 04 = WOODIN</b>                 | 66 |
| 4.4.1     | <i>Fiche descriptive (ST04)</i>            | 66 |
| 4.4.1.1   | Localisation géographique (ST04)           | 66 |
| 4.4.1.2   | Description générale (ST04)                | 67 |
| 4.4.1.3   | Caractéristiques principales (ST04)        | 67 |
| 4.4.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST04)       | 67 |
| 4.4.2     | <i>Schéma structural (ST04)</i>            | 68 |
| 4.4.3     | <i>Le substrat (ST04)</i>                  | 69 |
| 4.4.4     | <i>Le benthos (ST04)</i>                   | 70 |
| 4.4.4.1   | Benthos Transect 04 A                      | 72 |
| 4.4.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST04A)               | 72 |
| 4.4.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A) | 73 |
| 4.4.4.2   | Benthos Transect 04 B                      | 73 |
| 4.4.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST04B)               | 73 |
| 4.4.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B) | 74 |
| 4.4.4.3   | Benthos Transect 04 C                      | 75 |
| 4.4.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST04C)               | 75 |
| 4.4.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C) | 76 |
| 4.4.5     | <i>Les poissons (ST04)</i>                 | 78 |
| 4.5       | <b>STATION 05 = RECIF IORO</b>             | 80 |
| 4.5.1     | <i>Fiche descriptive (ST05)</i>            | 80 |
| 4.5.1.1   | Localisation géographique (ST05)           | 80 |
| 4.5.1.2   | Description générale (ST05)                | 81 |
| 4.5.1.3   | Caractéristiques principales (ST05)        | 81 |
| 4.5.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST05)       | 81 |
| 4.5.2     | <i>Schéma structural (ST05)</i>            | 82 |
| 4.5.3     | <i>Le substrat (ST05)</i>                  | 83 |
| 4.5.4     | <i>Le benthos (ST05)</i>                   | 84 |
| 4.5.4.1   | Benthos Transect 05 A                      | 86 |
| 4.5.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST05A)               | 86 |
| 4.5.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A) | 87 |
| 4.5.4.2   | Benthos Transect 05 B                      | 88 |
| 4.5.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST05B)               | 88 |
| 4.5.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B) | 88 |
| 4.5.4.3   | Benthos Transect 05 C                      | 89 |
| 4.5.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST05C)               | 89 |
| 4.5.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C) | 90 |
| 4.5.5     | <i>Les poissons (ST05)</i>                 | 92 |
| 4.6       | <b>STATION 06 = BANC IONONTEA</b>          | 94 |
| 4.6.1     | <i>Fiche descriptive (ST06)</i>            | 94 |
| 4.6.1.1   | Localisation géographique (ST06)           | 94 |
| 4.6.1.2   | Description générale (ST06)                | 94 |
| 4.6.1.3   | Caractéristiques principales (ST06)        | 94 |
| 4.6.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST06)       | 94 |

|           |                                            |     |
|-----------|--------------------------------------------|-----|
| 4.6.2     | Schéma structural (ST06)                   | 96  |
| 4.6.3     | Le substrat (ST06)                         | 97  |
| 4.6.4     | Le benthos (ST06)                          | 98  |
| 4.6.4.1   | Benthos Transect 06 A                      | 100 |
| 4.6.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST06A)               | 100 |
| 4.6.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A) | 101 |
| 4.6.4.2   | Benthos Transect 06 B                      | 101 |
| 4.6.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST06B)               | 101 |
| 4.6.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B) | 102 |
| 4.6.4.3   | Benthos Transect 06 C                      | 103 |
| 4.6.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST06C)               | 103 |
| 4.6.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C) | 104 |
| 4.6.5     | Les poissons (ST06)                        | 106 |
| 4.7       | STATION 07 = BASSE CHAMBEYRON              | 108 |
| 4.7.1     | Fiche descriptive (ST07)                   | 108 |
| 4.7.1.1   | Localisation géographique (ST07)           | 108 |
| 4.7.1.2   | Description générale (ST07)                | 108 |
| 4.7.1.3   | Caractéristiques principales (ST07)        | 108 |
| 4.7.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST07)       | 108 |
| 4.7.2     | Schéma structural (ST07)                   | 110 |
| 4.7.3     | Le substrat (ST07)                         | 111 |
| 4.7.4     | Le benthos (ST07)                          | 112 |
| 4.7.4.1   | Benthos Transect 07 A                      | 114 |
| 4.7.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST07A)               | 114 |
| 4.7.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A) | 115 |
| 4.7.4.2   | Benthos Transect 07 B                      | 116 |
| 4.7.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST07B)               | 116 |
| 4.7.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B) | 117 |
| 4.7.4.3   | Benthos Transect 07 C                      | 117 |
| 4.7.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST07C)               | 117 |
| 4.7.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07C) | 118 |
| 4.7.5     | Les poissons (ST07)                        | 120 |
| 4.8       | STATION 08 = POINTE PUKA                   | 122 |
| 4.8.1     | Fiche descriptive (ST08)                   | 122 |
| 4.8.1.1   | Localisation géographique (ST08)           | 122 |
| 4.8.1.2   | Description générale (ST08)                | 123 |
| 4.8.1.3   | Caractéristiques principales (ST08)        | 123 |
| 4.8.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST08)       | 123 |
| 4.8.2     | Schéma structural (ST08)                   | 124 |
| 4.8.3     | Le substrat (ST08)                         | 125 |
| 4.8.4     | Le benthos (ST08)                          | 125 |
| 4.8.4.1   | Benthos Transect 08 A                      | 127 |
| 4.8.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST08A)               | 127 |
| 4.8.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A) | 128 |
| 4.8.4.2   | Benthos Transect 08 B                      | 129 |
| 4.8.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST08B)               | 129 |
| 4.8.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08B) | 130 |
| 4.8.5     | Les poissons (ST08)                        | 132 |
| 4.9       | STATION 09 = BANCS DE KIE                  | 134 |
| 4.9.1     | Fiche descriptive (ST09)                   | 134 |
| 4.9.1.1   | Localisation géographique (ST09)           | 134 |
| 4.9.1.2   | Description générale (ST09)                | 134 |
| 4.9.1.3   | Caractéristiques principales (ST09)        | 134 |
| 4.9.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST09)       | 134 |
| 4.9.2     | Schéma structural (ST09)                   | 136 |
| 4.9.3     | Le substrat (ST09)                         | 137 |
| 4.9.4     | Le benthos (ST09)                          | 138 |
| 4.9.4.1   | Benthos Transect 09 A                      | 140 |
| 4.9.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST09A)               | 140 |
| 4.9.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A) | 141 |
| 4.9.4.2   | Benthos Transect 09 B                      | 142 |
| 4.9.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST09B)               | 142 |
| 4.9.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B) | 142 |
| 4.9.4.3   | Benthos Transect 09 C                      | 143 |
| 4.9.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST09C)               | 143 |
| 4.9.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C) | 144 |

|            |                                                      |            |
|------------|------------------------------------------------------|------------|
| 4.9.5      | Les poissons (ST09).....                             | 146        |
| 4.10       | STATION 10 = ILOT KIE.....                           | 148        |
| 4.10.1     | Fiche descriptive (ST10).....                        | 148        |
| 4.10.1.1   | Localisation géographique (ST10).....                | 148        |
| 4.10.1.2   | Description générale (ST10).....                     | 148        |
| 4.10.1.3   | Caractéristiques principales (ST10).....             | 149        |
| 4.10.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST10).....            | 149        |
| 4.10.2     | Schéma structural (ST10).....                        | 150        |
| 4.10.3     | Le substrat (ST10).....                              | 151        |
| 4.10.4     | Le benthos (ST10).....                               | 152        |
| 4.10.4.1   | Benthos Transect 10 A.....                           | 154        |
| 4.10.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST10A).....                    | 154        |
| 4.10.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A).....      | 155        |
| 4.10.4.2   | Benthos Transect 10 B.....                           | 156        |
| 4.10.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST10B).....                    | 156        |
| 4.10.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B).....      | 157        |
| 4.10.4.3   | Benthos Transect 10 C.....                           | 157        |
| 4.10.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST10C).....                    | 157        |
| 4.10.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C).....      | 158        |
| 4.10.5     | Les poissons (ST10).....                             | 160        |
| 4.11       | STATION 11 = RECIF TOEMO.....                        | 162        |
| 4.11.1     | Fiche descriptive (ST11).....                        | 162        |
| 4.11.1.1   | Localisation géographique (ST11).....                | 162        |
| 4.11.1.2   | Description générale (ST11).....                     | 162        |
| 4.11.1.3   | Caractéristiques principales (ST11).....             | 163        |
| 4.11.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST11).....            | 163        |
| 4.11.2     | Schéma structural (ST11).....                        | 164        |
| 4.11.3     | Le substrat (ST11).....                              | 165        |
| 4.11.4     | Le benthos (ST11).....                               | 166        |
| 4.11.4.1   | Benthos Transect 11 A.....                           | 168        |
| 4.11.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST11A).....                    | 168        |
| 4.11.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A).....      | 169        |
| 4.11.4.2   | Benthos Transect 11 B.....                           | 169        |
| 4.11.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST11B).....                    | 169        |
| 4.11.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B).....      | 170        |
| 4.11.4.3   | Benthos Transect 11 C.....                           | 171        |
| 4.11.4.3.1 | Les Scléractiniaires (ST11C).....                    | 171        |
| 4.11.4.3.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C).....      | 172        |
| 4.11.5     | Les poissons (ST11).....                             | 174        |
| 4.12       | STATION 12 = ILOT UGO.....                           | 176        |
| 4.12.1     | Fiche descriptive (ST12).....                        | 176        |
| 4.12.1.1   | Localisation géographique (ST12).....                | 176        |
| 4.12.1.2   | Description générale (ST12).....                     | 177        |
| 4.12.1.3   | Caractéristiques principales (ST12).....             | 177        |
| 4.12.1.4   | Variations entre 2008 et 2009 (ST12).....            | 177        |
| 4.12.2     | Schéma structural (ST12).....                        | 178        |
| 4.12.3     | Le substrat (ST12).....                              | 179        |
| 4.12.4     | Le benthos (ST12).....                               | 179        |
| 4.12.4.1   | Benthos Transect 12 A.....                           | 181        |
| 4.12.4.1.1 | Les Scléractiniaires (ST12A).....                    | 181        |
| 4.12.4.1.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A).....      | 182        |
| 4.12.4.2   | Benthos Transect 12 B.....                           | 183        |
| 4.12.4.2.1 | Les Scléractiniaires (ST12B).....                    | 183        |
| 4.12.4.2.2 | Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B).....      | 184        |
| 4.12.5     | Les poissons (ST12).....                             | 186        |
| 5          | <b>RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE.....</b>            | <b>188</b> |
| 5.1        | SUBSTRAT.....                                        | 188        |
| 5.2        | BENTHOS.....                                         | 189        |
| 5.3        | ICHTHYOLOGIE.....                                    | 190        |
| 6          | <b>COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES.....</b> | <b>192</b> |
| 6.1        | SUBSTRAT.....                                        | 192        |
| 6.2        | BENTHOS.....                                         | 192        |
| 6.2.1      | Variation des algues et des invertébrés.....         | 193        |
| 6.2.2      | Variation des coraux.....                            | 195        |
| 6.2.2.1    | Richesse spécifique.....                             | 195        |

|                                                                         |                                                                                                |     |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.2.2                                                                 | Blanchissement .....                                                                           | 195 |
| 6.3                                                                     | ICHTYOLOGIE .....                                                                              | 196 |
| 6.3.1                                                                   | Comparaisons « liste du cahier des charges DENV » .....                                        | 196 |
| 6.3.1.1                                                                 | Etude de la distance moyenne d'observation .....                                               | 196 |
| 6.3.1.2                                                                 | La densité .....                                                                               | 197 |
| 6.3.1.3                                                                 | La biomasse .....                                                                              | 198 |
| 6.3.1.4                                                                 | La biodiversité .....                                                                          | 200 |
| 6.3.2                                                                   | Comparaisons « liste complète » .....                                                          | 201 |
| 6.3.2.1                                                                 | Densité et biomasse .....                                                                      | 201 |
| 6.3.2.2                                                                 | Biodiversité $\alpha$ .....                                                                    | 202 |
| 6.3.2.3                                                                 | Biodiversité $\gamma$ .....                                                                    | 204 |
| 6.3.2.4                                                                 | Biodiversité $\beta$ .....                                                                     | 206 |
| 6.3.2.5                                                                 | L'ubiquité .....                                                                               | 206 |
| 6.4                                                                     | CONCLUSION .....                                                                               | 208 |
| 7                                                                       | SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, DE LA ZONE ETUDIEE .....                                             | 209 |
| 7.1                                                                     | CAUSES DE DEGRADATION DES RECIFS DE LA ZONE ETUDIEE .....                                      | 209 |
| 7.1.1                                                                   | Dégradation hydrodynamique .....                                                               | 210 |
| 7.1.2                                                                   | Dégradation due à l'hyper sédimentation .....                                                  | 211 |
| 7.1.3                                                                   | Prédation au sein des communautés benthiques .....                                             | 211 |
| 7.1.4                                                                   | Colonisation spatiale (alcyonaires, macrophytes, éponges encroûtantes et cyanobactéries) ..... | 212 |
| 7.2                                                                     | PROLIFERATION DE CYANOBACTERIES .....                                                          | 212 |
| 7.3                                                                     | LES ALGUES .....                                                                               | 213 |
| 7.3.1                                                                   | Généralités .....                                                                              | 213 |
| 7.3.2                                                                   | Les algues en milieu corallien .....                                                           | 214 |
| 7.3.3                                                                   | Exemple de variations .....                                                                    | 215 |
| 7.4                                                                     | RECRUTEMENT ET TAUX DE CROISSANCE CORALLIEN : POCILLOPORIDAE .....                             | 216 |
| 8                                                                       | CONCLUSION .....                                                                               | 219 |
| 9                                                                       | DISCUSSION .....                                                                               | 221 |
| 10                                                                      | RECOMMANDATIONS / AMELIORATIONS .....                                                          | 222 |
| 10.1                                                                    | POUR L'ECHANTILLONNAGE .....                                                                   | 222 |
| 10.2                                                                    | ELARGISSEMENT DU CHAMP DE SUIVI .....                                                          | 224 |
| 11                                                                      | SOURCES .....                                                                                  | 225 |
| A N N E X E S .....                                                     |                                                                                                | 228 |
| ANNEXE N°1 .....                                                        |                                                                                                | 229 |
| METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES ..... |                                                                                                | 229 |
| ANNEXE N°2 .....                                                        |                                                                                                | 232 |
| CONDITIONS D'ECHANTILLONNAGE DES DIFFERENTES MISSIONS .....             |                                                                                                | 232 |
| ANNEXE N°3 .....                                                        |                                                                                                | 233 |
| CARACTERISTIQUES TERRAIN DE LA CAMPAGNE D'ECHANTILLONNAGE 2009 .....    |                                                                                                | 233 |
| ANNEXE N°4 .....                                                        |                                                                                                | 234 |
| RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT 2009 .....                     |                                                                                                | 234 |
| ANNEXE N°5 .....                                                        |                                                                                                | 235 |
| RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS 2009 .....              |                                                                                                | 235 |
| ANNEXE N°6 .....                                                        |                                                                                                | 243 |
| RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE ICHTYOLOGIQUE 2009 .....           |                                                                                                | 243 |

## Liste des Tableaux

|                 |                                                                                                     |     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau n°01 :  | Coordonnées des stations d'échantillonnage.....                                                     | 18  |
| Tableau n°02 :  | Caractéristiques des transects selon les stations .....                                             | 19  |
| Tableau n°03 :  | Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique .....                                         | 22  |
| Tableau n°04 :  | Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m <sup>2</sup> ) .. | 23  |
| Tableau n°05 :  | Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat .....                                            | 25  |
| Tableau n°06 :  | Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station .....                                | 26  |
| Tableau n°07 :  | Exemple de calcul pour « poisson ».....                                                             | 27  |
| Tableau n°08 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 01.....                                            | 33  |
| Tableau n°09 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01A) .....                                      | 35  |
| Tableau n°010 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01A).....                               | 36  |
| Tableau n°011 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01B) .....                                      | 37  |
| Tableau n°012 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01B).....                               | 38  |
| Tableau n°013 : | Données sur les poissons (ST01).....                                                                | 39  |
| Tableau n°014 : | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 02.....                                            | 44  |
| Tableau n°015 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A) .....                                      | 46  |
| Tableau n°016 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A).....                               | 47  |
| Tableau n°017 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B) .....                                      | 48  |
| Tableau n°018 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B).....                               | 49  |
| Tableau n°019 : | Données sur les poissons (ST02).....                                                                | 50  |
| Tableau n°020 : | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 03.....                                            | 56  |
| Tableau n°021 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03A) .....                                      | 58  |
| Tableau n°022 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03A).....                               | 59  |
| Tableau n°023 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03B) .....                                      | 60  |
| Tableau n°024 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03B).....                               | 61  |
| Tableau n°025 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03C) .....                                      | 62  |
| Tableau n°026 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03C).....                               | 63  |
| Tableau n°027 : | Données sur les poissons (ST03).....                                                                | 64  |
| Tableau n°028 : | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 04.....                                            | 70  |
| Tableau n°029 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04A) .....                                      | 72  |
| Tableau n°030 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04A).....                               | 73  |
| Tableau n°031 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04B) .....                                      | 74  |
| Tableau n°032 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04B).....                               | 75  |
| Tableau n°033 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04C) .....                                      | 76  |
| Tableau n°034 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04C).....                               | 77  |
| Tableau n°035 : | Données sur les poissons (ST04).....                                                                | 79  |
| Tableau n°036 : | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 05.....                                            | 84  |
| Tableau n°037 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05A) .....                                      | 86  |
| Tableau n°038 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05A).....                               | 87  |
| Tableau n°039 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05B) .....                                      | 88  |
| Tableau n°040 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05B).....                               | 89  |
| Tableau n°041 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05C) .....                                      | 90  |
| Tableau n°042 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05C).....                               | 91  |
| Tableau n°043 : | Données sur les poissons (ST05).....                                                                | 93  |
| Tableau n°044 : | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 06.....                                            | 98  |
| Tableau n°045 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06A) .....                                      | 100 |
| Tableau n°046 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06A).....                               | 101 |
| Tableau n°047 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06B) .....                                      | 102 |
| Tableau n°048 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06B).....                               | 103 |
| Tableau n°049 : | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06C) .....                                      | 104 |
| Tableau n°050 : | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06C).....                               | 105 |
| Tableau n°051 : | Données sur les poissons (ST06).....                                                                | 106 |



|                  |                                                                                                        |     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau n°052 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 07.....                                               | 112 |
| Tableau n°053 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07A) .....                                         | 114 |
| Tableau n°054 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07A).....                                  | 115 |
| Tableau n°055 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07B) .....                                         | 116 |
| Tableau n°056 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07B).....                                  | 117 |
| Tableau n°057 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07C) .....                                         | 118 |
| Tableau n°058 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07C).....                                  | 119 |
| Tableau n°059 :  | Données sur les poissons (ST07).....                                                                   | 120 |
| Tableau n°060 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 08.....                                               | 126 |
| Tableau n°061 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08A) .....                                         | 128 |
| Tableau n°062 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08A).....                                  | 129 |
| Tableau n°063 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08B) .....                                         | 130 |
| Tableau n°064 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08B).....                                  | 131 |
| Tableau n°065 :  | Données sur les poissons (ST08).....                                                                   | 132 |
| Tableau n°066 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 09.....                                               | 138 |
| Tableau n°067 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09A) .....                                         | 140 |
| Tableau n°068 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09A).....                                  | 141 |
| Tableau n°069 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09B) .....                                         | 142 |
| Tableau n°070 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09B).....                                  | 143 |
| Tableau n°071 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09C) .....                                         | 144 |
| Tableau n°072 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09C).....                                  | 145 |
| Tableau n°073 :  | Données sur les poissons (ST09).....                                                                   | 146 |
| Tableau n°074 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 10.....                                               | 152 |
| Tableau n°075 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10A) .....                                         | 154 |
| Tableau n°076 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10A).....                                  | 155 |
| Tableau n°077 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10B) .....                                         | 156 |
| Tableau n°078 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10B).....                                  | 157 |
| Tableau n°079 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10C) .....                                         | 158 |
| Tableau n°080 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10C).....                                  | 159 |
| Tableau n°081 :  | Données sur les poissons (ST10).....                                                                   | 160 |
| Tableau n°082 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 11.....                                               | 166 |
| Tableau n°083 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11A) .....                                         | 168 |
| Tableau n°084 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11A).....                                  | 169 |
| Tableau n°085 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11B) .....                                         | 170 |
| Tableau n°086 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11B).....                                  | 171 |
| Tableau n°087 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11C) .....                                         | 172 |
| Tableau n°088 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11C).....                                  | 173 |
| Tableau n°089 :  | Données sur les poissons (ST11).....                                                                   | 174 |
| Tableau n°090 :  | Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 12.....                                               | 180 |
| Tableau n°091 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12A) .....                                         | 182 |
| Tableau n°092 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12A).....                                  | 183 |
| Tableau n°093 :  | Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12B) .....                                         | 184 |
| Tableau n°094 :  | Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12B).....                                  | 185 |
| Tableau n°095 :  | Données sur les poissons (ST12).....                                                                   | 186 |
| Tableau n°096 :  | Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune .....                                      | 190 |
| Tableau n°097 :  | Evolution du taux de recouvrement du substrat de 2009 à 2008 (différence en %) .....                   | 194 |
| Tableau n°098 :  | Evolution de la richesse spécifique du benthos 2009 vs 2008 (gain/perte en taxa).....                  | 194 |
| Tableau n°099 :  | Comparaison des distances moyennes de repérage des poissons.....                                       | 197 |
| Tableau n°0100 : | Analyse de la Variance des densités moyennes (ind./m <sup>2</sup> ) par station sur les 3 années ..... | 198 |
| Tableau n°0101 : | Comparaisons deux à deux des densités moyennes par année.....                                          | 198 |
| Tableau n°0102 : | Analyse de la Variance des biomasses/m <sup>2</sup> moyennes par station sur les 3 années.....         | 199 |
| Tableau n°0103 : | Comparaison deux à deux des biomasses moyennes par année.....                                          | 199 |
| Tableau n°0104 : | Analyse de la Variance des biodiversités par station sur les 3 années.....                             | 200 |
| Tableau n°0105 : | Liste des familles rencontrées avec leur nombre d'espèces et d'individus.....                          | 201 |
| Tableau n°0106 : | Biodiversité $\alpha$ pour chaque station, pour 2009.....                                              | 203 |
| Tableau n°0107 : | Biodiversité $\alpha$ par station, depuis 2005.....                                                    | 203 |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                    |            |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Tableau n°0108 :        | Analyse paramétrique des biodiversités $\alpha$ (comparaison par ANOVA).....                                                                                                                                                       | 204        |
| Tableau n°0109 :        | Analyse non paramétrique des données de biodiversités $\alpha$ .....                                                                                                                                                               | 204        |
| Tableau n°0110 :        | Liste des familles (39) et nombre d'espèces par famille.....                                                                                                                                                                       | 205        |
| Tableau n°0111 :        | Comparaisons des indices de biodiversité $B_p$ .....                                                                                                                                                                               | 206        |
| Tableau n°0112 :        | Ubiquité spatiale en 2007, en 2008 et en 2009.....                                                                                                                                                                                 | 207        |
| Tableau n°0113 :        | Ubiquité temporelle sur les 4 années 2005, 2007, 2008 et 2009.....                                                                                                                                                                 | 207        |
| Tableau n°0114 :        | Rappel d'Ubiquité temporelle sur les 3 années 2005, 2007 et 2008.....                                                                                                                                                              | 207        |
| Tableau n°0115 :        | Moyennes des paramètres biologiques ichtyologiques sur les 3 dernières missions.....                                                                                                                                               | 208        |
| Tableau n°0116 :        | Types de dégradation observables dans les stations de suivi environnemental (dans un contexte général de bonne santé).....                                                                                                         | 209        |
| Tableau n°0117 :        | Systématique / Description de <i>Pocillopora damicornis</i> .....                                                                                                                                                                  | 218        |
| Tableau n°0118 :        | Précision des valeurs moyennes obtenues (données poissons), selon les missions .....                                                                                                                                               | 220        |
| Tableau n°0119 :        | Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données.....                                                                                                                | 229        |
| Tableau n°0120 :        | Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs .....                                                                                                                                                                                   | 230        |
| Tableau n°0121 :        | Annexe 02 : Différences dans les conditions d'exécution des différentes campagnes d'échantillonnages.....                                                                                                                          | 232        |
| Tableau n°0122 :        | Annexe 02 : Rapport de plongée.....                                                                                                                                                                                                | 233        |
| Tableau n°0123 :        | Annexe 02 : Corrections des marées .....                                                                                                                                                                                           | 233        |
| Tableau n°0124 :        | Annexe 02 : Agenda des marées (corrigées selon le lieu) .....                                                                                                                                                                      | 233        |
| Tableau n°0125 :        | Annexe 04 : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories.....                                                                                                                                                        | 234        |
| Tableau n°0126 :        | Annexe 04 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique.....                                                                                                                                         | 234        |
| <b>Tableau n°0127 :</b> | <b>Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des coraux (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04)</b>                          | <b>235</b> |
| Tableau n°0128 :        | Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des Macrophytes et des Invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04) .....   | 236        |
| Tableau n°0129 :        | Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des coraux (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12).....                         | 237        |
| Tableau n°0130 :        | Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des Macrophytes et des Invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12)..... | 238        |
| Tableau n°0131 :        | Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux par transect et station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04) .....                                                              | 239        |
| Tableau n°0132 :        | Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés par transect et station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04) .....                            | 240        |
| Tableau n°0133 :        | Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux par transect et station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12).....                                                            | 241        |
| Tableau n°0134 :        | Annexe 05 : Tableau récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés par transect et station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12).....                  | 242        |
| Tableau n°0135 :        | Annexe 05 : Richesse spécifique du benthos par groupe.....                                                                                                                                                                         | 242        |
| Tableau n°0136 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST01).....                                                                                                                                                                                    | 243        |
| Tableau n°0137 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST02).....                                                                                                                                                                                    | 244        |
| Tableau n°0138 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST03).....                                                                                                                                                                                    | 244        |
| Tableau n°0139 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST04).....                                                                                                                                                                                    | 245        |
| Tableau n°0140 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST05).....                                                                                                                                                                                    | 246        |
| Tableau n°0141 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST06).....                                                                                                                                                                                    | 247        |
| Tableau n°0142 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST07).....                                                                                                                                                                                    | 248        |
| Tableau n°0143 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST08).....                                                                                                                                                                                    | 249        |
| Tableau n°0144 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST09).....                                                                                                                                                                                    | 250        |
| Tableau n°0145 :        | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST10).....                                                                                                                                                                                    | 251        |

|                  |                                                                                                |     |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau n°0146 : | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST11) .....                                               | 252 |
| Tableau n°0147 : | Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST12) .....                                               | 253 |
| Tableau n°0148 : | Annexe 06 : Récapitulatifs des données (poissons) : liste restreinte Cahier des Charges<br>254 |     |
| Tableau n°0149 : | Annexe 06 : Récapitulatifs des données (poissons) : liste totale .....                         | 255 |

## Liste des Figures

|                |                                                                                        |     |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure n°01 :  | Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long..... | 19  |
| Figure n°02 :  | Diagramme schématique d'un transect.....                                               | 21  |
| Figure n°03 :  | Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable .....          | 23  |
| Figure n°04 :  | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A.....                      | 32  |
| Figure n°05 :  | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B.....                      | 32  |
| Figure n°06 :  | Richesse spécifique par famille de poissons (ST01).....                                | 39  |
| Figure n°07 :  | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST01) .....            | 40  |
| Figure n°08 :  | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A.....                      | 43  |
| Figure n°09 :  | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B.....                      | 43  |
| Figure n°010 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST02).....                                | 50  |
| Figure n°011 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST02) .....            | 51  |
| Figure n°012 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03A.....                      | 55  |
| Figure n°013 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B.....                      | 55  |
| Figure n°014 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C.....                      | 56  |
| Figure n°015 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST03).....                                | 64  |
| Figure n°016 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST03) .....            | 65  |
| Figure n°017 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A.....                      | 69  |
| Figure n°018 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B.....                      | 69  |
| Figure n°019 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C.....                      | 70  |
| Figure n°020 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST04).....                                | 78  |
| Figure n°021 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST04) .....            | 78  |
| Figure n°022 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A.....                      | 83  |
| Figure n°023 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B.....                      | 83  |
| Figure n°024 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C.....                      | 84  |
| Figure n°025 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST05).....                                | 92  |
| Figure n°026 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST05) .....            | 92  |
| Figure n°027 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A.....                      | 97  |
| Figure n°028 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B.....                      | 97  |
| Figure n°029 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C.....                      | 98  |
| Figure n°030 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST06).....                                | 107 |
| Figure n°031 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST06) .....            | 107 |
| Figure n°032 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A.....                      | 111 |
| Figure n°033 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B.....                      | 111 |
| Figure n°034 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C.....                      | 112 |
| Figure n°035 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST07).....                                | 121 |
| Figure n°036 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST07) .....            | 121 |
| Figure n°037 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A.....                      | 125 |
| Figure n°038 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B.....                      | 125 |
| Figure n°039 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST08).....                                | 133 |
| Figure n°040 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST08) .....            | 133 |
| Figure n°041 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A.....                      | 137 |
| Figure n°042 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B.....                      | 137 |
| Figure n°043 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C.....                      | 138 |
| Figure n°044 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST09).....                                | 147 |



|                |                                                                                   |     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure n°045 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST09) .....       | 147 |
| Figure n°046 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A .....                | 151 |
| Figure n°047 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B .....                | 151 |
| Figure n°048 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C .....                | 152 |
| Figure n°049 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST10) .....                          | 160 |
| Figure n°050 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST10) .....       | 160 |
| Figure n°051 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A .....                | 165 |
| Figure n°052 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B .....                | 165 |
| Figure n°053 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C .....                | 166 |
| Figure n°054 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST11) .....                          | 175 |
| Figure n°055 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST11) .....       | 175 |
| Figure n°056 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A .....                | 179 |
| Figure n°057 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B .....                | 179 |
| Figure n°058 : | Richesse spécifique par famille de poissons (ST12) .....                          | 187 |
| Figure n°059 : | Densité (nb individus/m <sup>2</sup> ) par famille de poissons (ST12) .....       | 187 |
| Figure n°060 : | Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique ..... | 188 |
| Figure n°061 : | Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés .....                     | 189 |
| Figure n°062 : | Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station .....                            | 190 |
| Figure n°063 : | Densité (nb ind/m <sup>2</sup> ) de l'ichtyofaune par station .....               | 191 |
| Figure n°064 : | Biomasse (g/m <sup>2</sup> ) de l'ichtyofaune par station .....                   | 191 |
| Figure n°065 : | Densité moyenne (ind./m <sup>2</sup> ) sur les stations .....                     | 198 |
| Figure n°066 : | Moyenne de la Biomasse (g/m <sup>2</sup> ) sur l'ensemble des stations .....      | 199 |
| Figure n°067 : | Biodiversité $\alpha$ moyenne sur les stations .....                              | 200 |
| Figure n°068 : | Comparaison visuelle des valeurs de densité « toutes espèces » .....              | 202 |
| Figure n°069 : | Comparaison visuelle des valeurs de biomasse « toutes espèces » .....             | 202 |
| Figure n°070 : | Evolution du nombre d'espèces avec le nombre de stations .....                    | 205 |
| Figure n°071 : | Exemple de schéma descriptif d'une station .....                                  | 223 |

## Liste des Cartes

|               |                                                                                    |     |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Carte n°01 :  | Localisation des stations sur carte topographique (source DITTT) .....             | 17  |
| Carte n°02 :  | Localisation des stations sur la photographie aérienne (source Google Earth) ..... | 18  |
| Carte n°03 :  | Localisation de la station 01 (Casy) .....                                         | 28  |
| Carte n°04 :  | Localisation de la station 02 (Creek baie nord) .....                              | 41  |
| Carte n°05 :  | Localisation de la station 03 (Port) .....                                         | 52  |
| Carte n°06 :  | Localisation de la station 04 (Woodin) .....                                       | 66  |
| Carte n°07 :  | Localisation de la station 05 (Ioro) .....                                         | 80  |
| Carte n°08 :  | Localisation de la station 06 (Ionontea) .....                                     | 94  |
| Carte n°09 :  | Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron) .....                             | 108 |
| Carte n°010 : | Localisation de la station 08 (Pointe Puka) .....                                  | 122 |
| Carte n°011 : | Localisation de la station 09 (Bancs Kié) .....                                    | 134 |
| Carte n°012 : | Localisation de la station 10 (Ilôt Kié) .....                                     | 148 |
| Carte n°013 : | Localisation de la station 11 (Toémo) .....                                        | 162 |
| Carte n°014 : | Localisation de la station 12 (Ilôt Ugo) .....                                     | 176 |

## Liste des Photos

|               |                                                                           |     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Photo n°01 :  | Mise en place d'un piquet .....                                           | 24  |
| Photo n°02 :  | Piquets doublés en début de transect A avec le ruban métré déroulé.....   | 24  |
| Photo n°03 :  | Echantillonnage poissons.....                                             | 24  |
| 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 balise (ST01).....                   | 28  |
| Photo n°08 :  | Photographie aérienne du site de la station 01.....                       | 28  |
| Photo n°09 :  | <i>Lobophyllia corymbosa</i> , début transect A (ST01) .....              | 28  |
| Photo n°010 : | <i>Pocillopora damicornis</i> juvénile sur piquet (ST01A).....            | 29  |
| Photo n°011 : | Position en surface par rapport à la côte (ST02).....                     | 41  |
| Photo n°012 : | Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03).....     | 52  |
| Photo n°013 : | Photographie aérienne du site de la station 03.....                       | 52  |
| Photo n°014 : | Position en surface par rapport à la côte (ST04).....                     | 66  |
| Photo n°015 : | Photographie aérienne du site de la station 04.....                       | 66  |
| Photo n°016 : | Position en surface par rapport au feu signal (ST05).....                 | 80  |
| Photo n°017 : | Photographie aérienne du site de la station 05.....                       | 80  |
| Photo n°018 : | Position en surface par rapport à la côte (ST08).....                     | 122 |
| Photo n°019 : | Photographie aérienne du site de la station 08.....                       | 122 |
| Photo n°020 : | Position en surface par rapport à l'îlot (ST10).....                      | 148 |
| Photo n°021 : | Position en surface par rapport à la côte (ST11).....                     | 162 |
| Photo n°022 : | Position en surface par rapport à la côte (ST12).....                     | 176 |
| Photo n°023 : | Photographie aérienne du site de la station 12.....                       | 176 |
| Photo n°024 : | <i>Culcita novaeguineae</i> .....                                         | 212 |
| Photo n°025 : | Tapis de cyanobactéries.....                                              | 213 |
| Photo n°026 : | <i>Pocillopora damicornis</i> juvénile sur piquet (ST01A).....            | 217 |
| Photo n°027 : | Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat..... | 222 |

Crédit photographique : Grégory Lasne 2009, pour Biocénose, Valérie Vaillet 2009, 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.

L'atelier de travail s'est tenu le 3 mars 2006 à Nouméa avec la participation des experts institutionnels (Institut de Recherche pour le Développement, Université de Nouvelle Calédonie, Commission du Pacifique Sud) et des bureaux d'études locaux, et une démarche méthodologique d'échantillonnage et d'analyse a été proposée au regard des objectifs fixés.

Un programme détaillé pour réaliser le suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés sur un ensemble de 11 stations de mesures prédéfinies et suivant le protocole d'échantillonnage et les méthodes d'analyse validés à l'issue de l'atelier de travail précité a donc été rédigé pour servir de cahier des charges (cf. [annexe 01](#)).

La société Goro Nickel S.A.S., puis Vale Inco Nouvelle Calédonie, a alors fait réaliser une nouvelle campagne en septembre 2007 puis octobre 2008, 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 juin 2009 et répond aux exigences du cahier des charges initial, transmis lors de l'appel d'offre<sup>1</sup>.

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<sup>2</sup>.

Ce rapport est à compléter par deux autres documents :

- Un Atlas photographique : qui est composé de photographies *in situ* de la faune et de la flore 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 recueillis dans la bibliographie.
- Un rapport présentant des prestations complémentaires (soit deux stations supplémentaires et des réplicats à tous les transects de mi-profondeur), non exigées par le Client et ne faisant pas parties du cahier des charges, mais réalisées en vue d'un complément dans le but d'affiner, si nécessaire, le suivi temporel dans l'avenir.
- Une vidéo regroupant les films pris sur chaque transect.

<sup>1</sup> Avec le rajout d'une nouvelle station : ST12, sur l'îlot Ugo.

<sup>2</sup> Les données fournies par ces deux sociétés, le sont sous leur entière responsabilité. La SARL AQUA TERRA ne peut être tenue à une quelconque implication dans leurs résultats.





## 2 Objectif de l'étude

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

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

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

Pour le substrat, l'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, ....

Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique doivent également être mis en évidence.

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

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

L'analyse temporelle a été faite selon les données historiques disponibles des campagnes précédentes de 2005, 2007 et 2008.

Cependant, cette comparaison est limitée avec les résultats de 2005, car seulement 9 des 11 stations prédéfinies ont été échantillonnées 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 121 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 Inco Nouvelle-Calédonie pour l'appel d'offre préalable à ce contrat.*

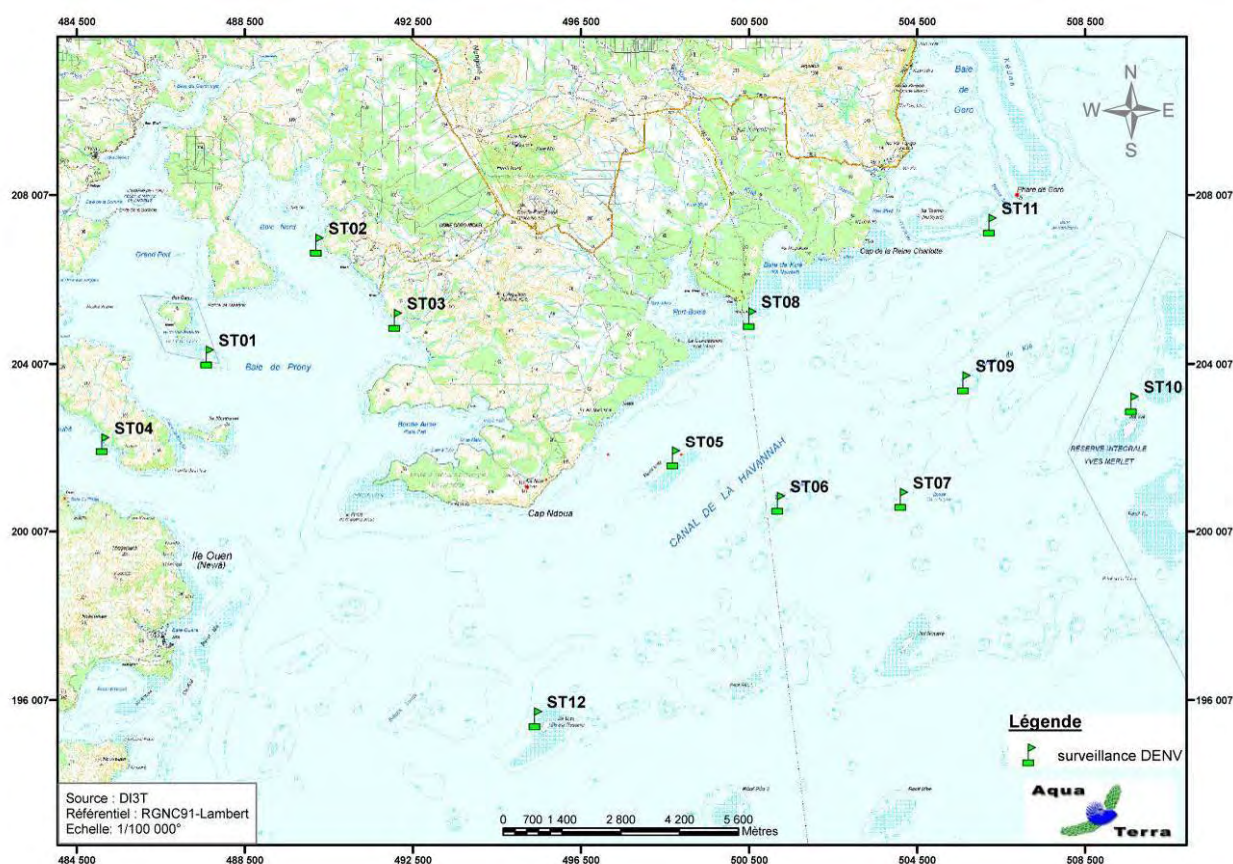
### 3.1 Zone d'étude

#### 3.1.1 Contexte général

La zone d'étude générale comprend la zone principale du lagon pouvant être influencé 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

Jusqu'à présent, l'étude portait sur les 11 stations de mesures prédéfinies.

Pour cette campagne, 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 dans le canal de la Havannah,
- dans la baie du Prony,
- 1 à l'entrée du canal Woodin.

Les coordonnées de ces stations sont données dans le [tableau 01](#).

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

Tableau n°01 : Coordonnées des stations d'échantillonnage

| STATIONS             |                   |    | Coordonnées (RGNC 91) |           |
|----------------------|-------------------|----|-----------------------|-----------|
|                      |                   |    | 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 la 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).

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

Tableau n°02 : *Caractéristiques des transects selon les stations*

| STATION | LOCALISATION      | NOMBRE DE TRANSECTS | PROFONDEUR (m) DES TRANSECTS |      |    |
|---------|-------------------|---------------------|------------------------------|------|----|
|         |                   |                     | A                            | B    | C  |
| 01      | Ilôt Casy         | 2                   | 7                            | 10   | -  |
| 02      | Creek Baie Nord   | 2                   | 9                            | 12   | -  |
| 03      | Port              | 3                   | 5                            | 10   | 13 |
| 04      | Woodin            | 3                   | 3.5                          | 10   | 20 |
| 05      | Récif Ioro        | 3                   | 5                            | 10   | 20 |
| 06      | Banc Ionontea     | 3                   | 9                            | 15   | 20 |
| 07      | Basse Chambeyron  | 3                   | 7                            | 17   | 20 |
| 08      | Récif pointe Puka | 2                   | 9                            | 11.5 | -  |
| 09      | Bancs de Kié      | 3                   | 7                            | 17   | 20 |
| 10      | Ilôt Kié          | 3                   | 9                            | 16   | 20 |
| 11      | Récif Toémo       | 3                   | 6                            | 10   | 20 |
| 12      | Ugo               | 2                   | 6.5                          | 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 2<sup>ème</sup> piquet a été posé au point 0 m du 1<sup>er</sup> transect (le plus haut). Une station classique (avec 3 transects) peut donc être schématisée comme dans la [figure 01](#).

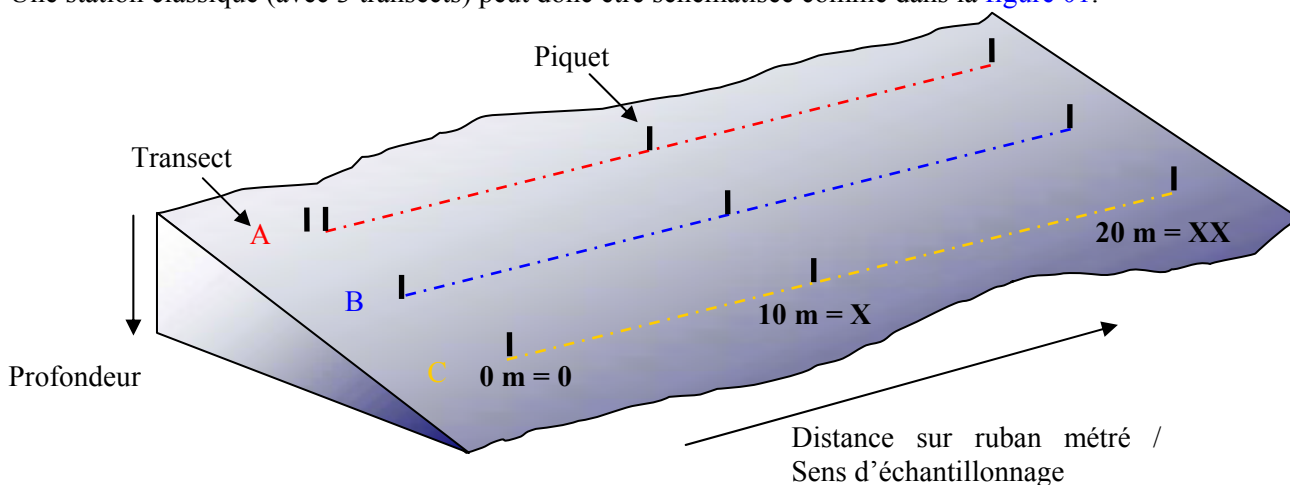


Figure n°01 : *Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long*



Par mesure de commodité, dans la suite du rapport, les photos, figures etc. seront notées en abrégé par rapport à leur situation : le numéro de la station, la lettre du transect et le chiffre (en romain) de la longueur par rapport au ruban. Ainsi une photo prise sur le piquet de fin (à 20 m de distance) du transect du milieu de la station de Casy, sera abrégée en : ST01BXX.

Dans les schémas structuraux, les encadrés des photos sont de la couleur du transect : rouge pour le A, bleu pour le B et jaune pour le C.

## 3.2 Les travaux d'échantillonnage

### 3.2.1 Vérification des stations

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

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

#### 3.2.1.1 Positionnement

Les coordonnées des stations, préalablement calculées grâce aux cartes fournies par le Client, ont été rentrées dans le GPS (appareil Garmin GPSmap 60CSx), dont la précision est métrique.

Une fois rendue sur place, l'équipe a vérifié la concordance entre ces coordonnées et les profondeurs aussi prévues selon les cartes, grâce au sondeur du bateau.

Une reconnaissance en PMT (palmes / masque / tuba, de la surface) a alors été effectuée afin de repérer les piquets marquant les transects de la station.

Les plongeurs emmenaient à cette occasion une bouée qu'ils attachaient au 1<sup>er</sup> piquet (0 m) du 1<sup>er</sup> transect haut (le A), afin de permettre la prise des coordonnées exactes par GPS.

Lorsque les transects sont éloignés les uns des autres, cette manœuvre était répétée pour chacun.

#### 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, en 2009, 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 influencer sur la biocénose : les mouvements des plongeurs et le bruit occasionné par les coups sur les piquets peuvent perturber la faune pélagique (attraction ou au contraire fuite).

Par ailleurs, selon le substrat, cet effort peut rendre la visibilité très mauvaise du fait de la mise en suspension de sédiments fins du fond.

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

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

### 3.2.2 Protocole pour l'étude du substrat

L'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, ....

Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique doivent aussi bien être mis en évidence.

Pour cela, c'est la méthode dite « LIT » qui a été appliquée.

La méthode du Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1997) [01] est largement utilisée par les experts locaux pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.

Cette méthode est dite à points fixes car seules les espèces et le substrat sous le transect sont annotés.

Cette méthode permet d'évaluer la variabilité du substrat (suivi environnemental tous les semestres et/ou tous les ans). Cependant le LIT n'est pas représentatif de la biodiversité de la zone car les données prises en compte sont exclusivement celles sous le ruban.

L'évaluation du substrat a été faite le long du transect (sous le ruban) selon le principe des classes continues, avec une résolution de 10 cm.

Le principe est de noter à chaque changement de catégorie de substrat (= classe) la distance donnée par le ruban, comme schématisé dans la figure 02 : le diagramme montre les points de transition (D) de chaque catégorie de substrat rencontré sous le transect. La différence entre deux points de transition est la "longueur" correspondante à cette catégorie.

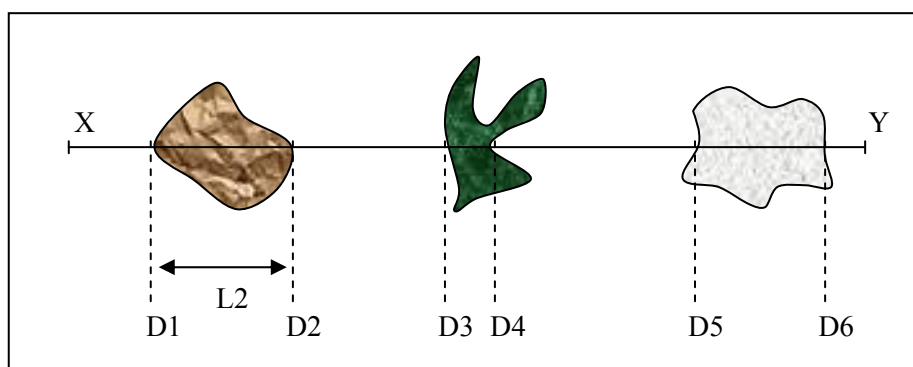
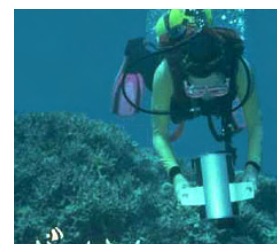


Figure n°02 : *Diagramme schématisé d'un transect*

Les classes retenues (au nombre de 28) sont adaptées de celles préconisées par English et al. [01] pour le « Line Intercept Transect » (« life forms »), et présentées dans le tableau 119 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 m<sup>2</sup> pour chaque transect soit 300 m<sup>2</sup> 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°03 : *Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique*

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

Certains genres de scléractiniaires (coraux durs) s'édifient en de grandes colonies de plusieurs mètres carrés (en particulier les formes massives, *Porites* spp., *Lobophyllia* spp., *Platygyra* spp., *Diploastrea heliopora*).

Une seule de ces colonies peut ainsi construire un massif atteignant jusqu'à 10 mètres de diamètre. Dans ce cas, le fait d'indiquer le nombre de colonies n'a pas de sens. Pour ces espèces, une échelle paramétrée supplémentaire de 1 à 5 tient compte des mètres carrés colonisés par les colonies sur le couloir (pourcentage de recouvrement) ([tableau 04](#)).

Tableau n°04 : *Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m<sup>2</sup>)*

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

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).

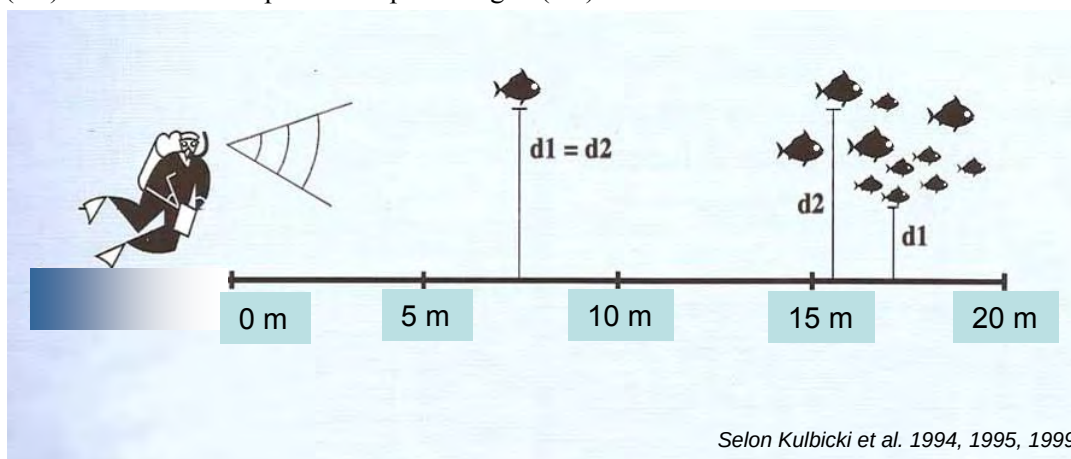


Figure n°03 : *Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable*

Les poissons qui doivent être comptabilisés sont listés dans le [tableau 120](#) de l'[annexe 01](#).

Ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

#### 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.

### 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 04 au 12 juin 2009.

Les paramètres de chaque plongée ont été notés par la personne de surface, au fur et à mesure.

Ils comprenaient notamment (liste non exhaustive) :

- le numéro de la station
- le nom du site
- les coordonnées de la station en degrés, minutes et dixièmes de minute pour la longitude et pour la latitude
- la date de la plongée
- l'heure du début de la plongée sur la station
- les conditions météorologiques lors de cette mission (vent, force et direction, pluie ou ensoleillement)
- la profondeur maximale et le temps de plongée
- l'horaire des marées et les coefficients
- le courant, la force approximative et la direction
- la houle ou les vagues et le ressac qui peuvent gêner la mission
- la visibilité
- l'état de la station, la maintenance effectuée et les difficultés ou remarques éventuelles
- la tâche effectuée par l'équipe et par chaque personne.

Ces données ont été regroupées dans un rapport de plongée présenté dans l'annexe 02 ([tableau 122](#) de l'[annexe 03](#)).

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



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 LITPhoto n°05 : Echantillonnage benthosPhoto n°06 : Vidéo

### 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°05 : 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 119](#) 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 a été établi, comme décrit dans le [tableau 06](#).

Tableau n°06 : Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station

|                                     |                                                                                                                                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nouvelle espèce recensée</b>     | Recrutement si la colonie est juvénile et/ou nouvelle espèce recensée dans le couloir ou la zone prospectée par rapport à la dernière mission |
| <b>Mortalité</b>                    | Espèce absente dans le couloir par rapport à la dernière mission                                                                              |
| <b>Blanchissement</b>               | Espèce influencée par le blanchissement et de couleur blanche                                                                                 |
| <b>Recolonisation zooxanthelles</b> | Colonie en cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle)<br>Elle présente de grandes chances de survie                         |
| <b>Echelle (1 à 5)</b>              | Augmentation de l'abondance par rapport à la dernière mission                                                                                 |
| <b>Echelle (1 à 5)</b>              | Diminution de l'abondance par rapport à la dernière mission                                                                                   |
| <b>Echelle (1 à 5)</b>              | 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 taxinomique des biocénoses benthiques,
- les tableaux des groupes biotiques et abondance,
- les commentaires des biocénoses par transect et station,
- un atlas photographique, illustrant les biocénoses.

### 3.4.3 Pour les poissons

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

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

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

Où :

- $L$  : longueur du transect (20 m)
- $n_i$  : nombre d'individus de l'espèce  $i$
- $w_i$  : poids de l'espèce  $i$  (g) (de l'espèce  $i$  : donc de tous les individus  $i$  de cette espèce)
- $d_i$  : distance moyenne de l'espèce  $i$  au transect (m)
- $p$  : nombre d'espèces.

Le poids des individus (en g) a été estimé d'après leur taille en utilisant une relation d'allométrie taille-poids,

du type :  $w_i = a l_i^b$

Où :

- $l_i$  = longueur du poisson
- $a$  et  $b$  = variables

Ces variables sont des coefficients mis au point par Kulbicki & al. [02] 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 07).

Tableau n°07 : *Exemple de calcul pour « poisson »*

| Espèce                       | Nombre (ni) | Longueur (li) cm | Poids (wi) g | D1 | D2  | Surf m <sup>2</sup> | Densité (D) / m <sup>2</sup> | Biomasse (W) g/m <sup>2</sup> | a     | b    |
|------------------------------|-------------|------------------|--------------|----|-----|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------|------|
| <i>Pomacentrus aurifrons</i> | 20          | 3                | 15,52        | 1  | 1,5 | 25                  | 0,8                          | 0,621                         | 0,028 | 3,02 |

ni = nombre de poissons observés de cette espèce = 20

li = longueur moyenne de chaque individu = 3 cm

wi = poids de tous les individus de cette espèce =  $(0.028 * 3^{3.02}) * 20 = 15.52$  g

D1 et D2 sont les distances minimale et maximale des individus observés = 1 m et 1.5 m

Surf = surface d'échantillonnage =  $d_i * L = (1+1.5) / 2 * 20 = 25$  m<sup>2</sup>

D = densité eg. le nombre de poissons par m<sup>2</sup> =  $20 / 25 = 0.8$  individu au m<sup>2</sup>

W = biomasse =  $15.52 / 25 = 0.621$  g/m<sup>2</sup>

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'**équité** (Indice de Shannon relatif)<sup>3</sup>.

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 120 en annexe 01).

<sup>3</sup> 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'Équité** 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  $\alpha$  est le nombre d'espèces n présentes sur une station.

$$B_{\alpha_i} = n_i$$

La biodiversité  $\beta$  ( $B_{\beta}$ ) est la diversité des valeurs de diversités  $\alpha$  ;

La biodiversité  $\gamma$  ( $B_{\gamma}$ ) est la biodiversité totale de la zone

$$B_{\gamma} = \cup B_{\alpha_i}$$

## 4 Résultats bruts par station

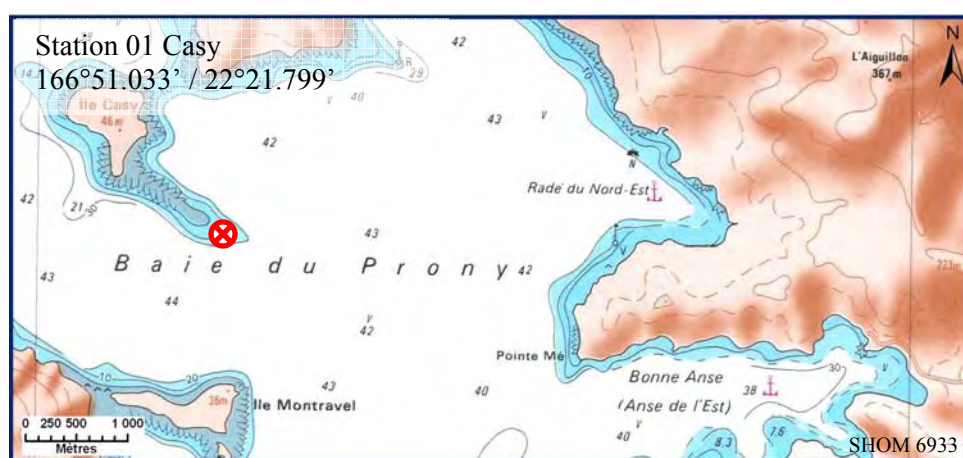
### 4.1 Station 01 = Casy

#### 4.1.1 Fiche descriptive (ST01)

##### 4.1.1.1 Localisation géographique (ST01)

La station 01 (Casy) est située au sud du platier de l'îlot Casy, à 100 m vers le sud-est de la bouée de balisage de réserve (croix jaune, [photographie 07](#)). Elle ne compte que deux transects qui sont positionnés sur la pente sédimentaire proche du platier (pente très douce). Les transects ont été installés à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre afin d'atteindre une profondeur de 7 et 10 mètres.

La pente est trop faible pour pouvoir installer un troisième transect (à 20 m de profondeur) à une distance raisonnable.



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

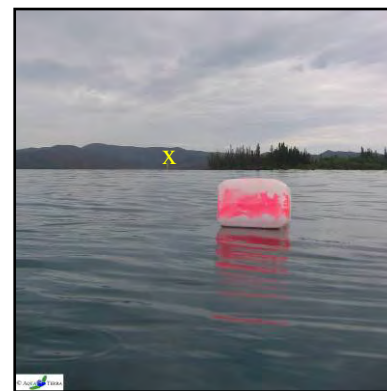


Photo n°07 : Position en surface par rapport à la balise (ST01)



Photo n°08 : Photographie aérienne du site de la station 01

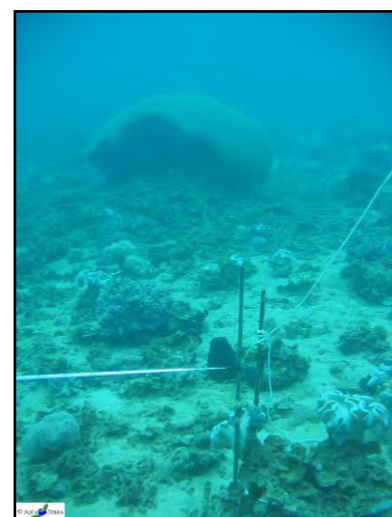


Photo n°09 : Lobophyllia corymbosa, début transect A (ST01)

Le transect A est positionné à 7 m de profondeur avec une orientation sud-est vers le nord-ouest. Une colonie de *Lobophyllia corymbosa*, de 2 m de diamètre, sert de point de repérage pour le début de ce transect



(photographie 09).

Le transect B est positionné à 10 m de profondeur dans la direction sud-est / nord-ouest.

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.* sont particulièrement bien développées.

#### 4.1.1.2 Description générale (ST01)

Cette station se caractérise par un recouvrement important en alcyonaires (principalement *Sarcophyton*, *Sinularia* et *Lobophytum* et dans une moindre mesure *Dendronephthya* et *Klyxum*). Les algues brunes occupent également une part importante du recouvrement (*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 cyanobactéries sont bien moins importantes que pour le mois d'octobre 2008. Ces dernières avaient été observées sur des *Lobophora variegata* (algue brune) localisées autour de la grande colonie de *Lobophyllia corymbosa*.

La richesse spécifique et le recouvrement corallien sont faibles, les colonies juvéniles sont nombreuses. Toutefois, la taille des colonies coralliennes scléractiniales reste de taille décimétrique (*Pocillopora damicornis*, *Barabattoia amicum*, *Galaxea fascicularis*, *Acanthastrea echinata*, *Goniastrea cf. pectinata*).

Par ailleurs, de nombreuses colonies coralliennes juvéniles s'édifient sur les massifs et même sur les piquets des transects (photographie 10 et cf. § 7.4) (*Pocillopora damicornis*, *Barabattoia amicum*, *Galaxea fascicularis*, *Acanthastrea echinata*).



Photo n°010 : *Pocillopora damicornis* juvénile sur piquet (ST01AXX)

#### 4.1.1.3 Caractéristiques principales (ST01)

- ↗ Recouvrement corallien faible.
- ↗ Recrutement corallien important (nombreuses colonies coralliennes juvéniles).
- ↗ Les colonies coralliennes sont de petites tailles (faible croissance).
- ↗ Recouvrement des alcyonaires et macrophytes important.
- ↗ Compétition spatiale entre les alcyonaires, les éponges encroûtantes et les coraux.
- ↗ Richesse spécifique importante des macrophytes et des alcyonaires.



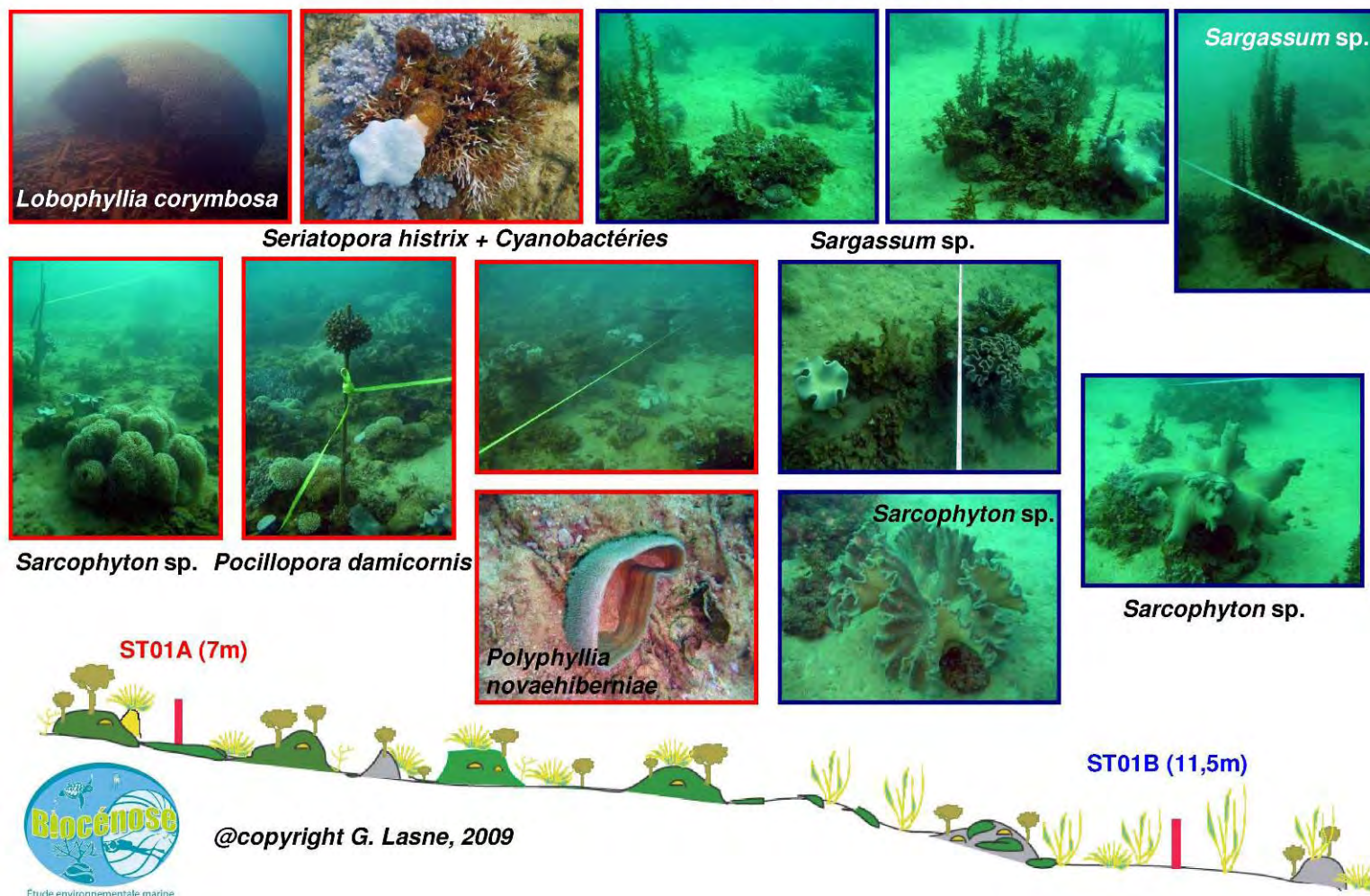
↪ Présence de l'algue brune *Sargassum* spp.

#### 4.1.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST01)

- ↪ Diminution du recouvrement de cyanobactéries localisées autour de la patate de *Lobophyllia corymbosa* et étendue sur les algues brunes (*Lobophora variegata*) voir des alcyonnaires.
- ↪ Absence des macrophytes du genre *Spatoglossum* et de *Triclogloea*.
- ↪ Richesse spécifique des coraux en légère augmentation.
- ↪ Richesse spécifique des invertébrés en légère augmentation.
- ↪ Très peu de blanchissement (une colonie de *Seriatopora histris*).

#### 4.1.2 Schéma structural (ST01)

##### STATION 1 - Ilot Casy sud (Pente sédimentaire exposée aux Alizés)



### 4.1.3 Le substrat (ST01)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 04](#) pour le transect A et dans la [figure 05](#) pour le transect B.

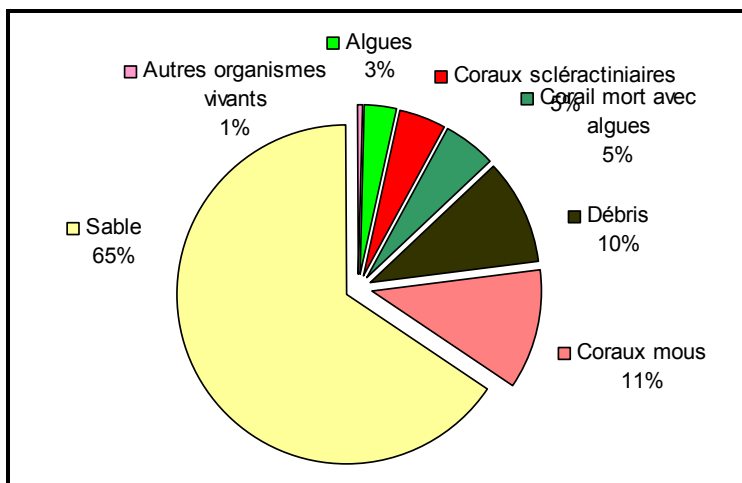


Figure n°04 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A

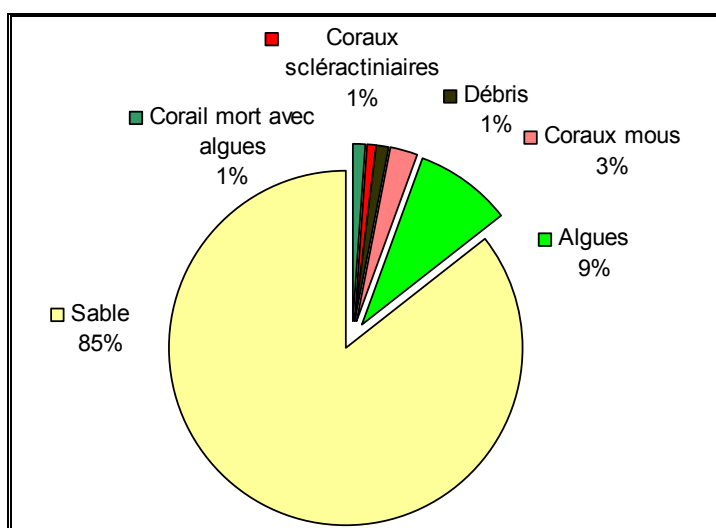


Figure n°05 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B

Le sable est prédominant avec respectivement plus de 65% et de 85% de recouvrement.

Cela entraîne évidemment que le substrat est majoritairement abiotique sur cette station : à 75.5% (contre 24.5% de biotique) au transect A et 86.5% (contre 13.5% de biotique) au transect B.

La partie biotique est constituée sur cette station essentiellement par des alcyonaires et des algues. Les coraux scléactiniaires sont faiblement représentés (4.5% et 1% sur respectivement sur chaque transect).

Il y a une légère baisse de la partie biotique sur le transect A (- 12.5%), par rapport à la campagne précédente du fait d'une moindre présence des algues (3% vs 14%).

### 4.1.4 Le benthos (ST01)

La liste des taxons cibles<sup>4</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 08](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

<sup>4</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).



Il faut noter des variations dans la couverture algale (disparition de certaines algues, apparition de nouvelles), la présence de quelques échinodermes et de clones (éponges perforantes), ainsi que l'absence de mollusques (dans ces taxons cibles).

Tableau n°08 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 01

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                 | ESPECE               | ABONDANCE  |            |
|---------------|-------------------|-----------------------|----------------------|------------|------------|
|               |                   |                       |                      | Transect A | Transect B |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>       | sp.                  | 2          | 4          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>     | sp.                  | 2          | 2          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>      | <i>variegata</i>     | 5          | 5          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>         | sp.                  | 2          |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>   | sp.                  | -2         | -2         |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>      | sp.                  |            | 5 (2spp.)  |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>     | <i>ornata</i>        | 2          | -2         |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>   | <i>armata</i>        |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | sp.                  |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | <i>van bossea</i>    |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>     | <i>hawaiiensis</i>   |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>      | <i>armatum</i>       |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | <i>fragilis</i>      |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | sp.                  |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura</i>      | <i>marginata</i>     |            |            |
|               | Indéterminée      |                       |                      |            |            |
|               | Liagoraceae       | <i>Triclogloea</i>    | <i>requienii</i>     | -2         |            |
|               | Peyssonneliaceae  | <i>Peyssonnelia</i>   | sp.                  |            |            |
| Algue verte   | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp1                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp2                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp3                  |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>mammillosum</i>   |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>platyclados</i>   |            |            |
|               | Dasycladaceae     | <i>Bornetella</i>     | <i>oligospora</i>    |            |            |
|               | Dasycladaceae     | <i>Neomeris</i>       | <i>van bosseae</i>   | 2          | 2          |
|               | Halimedaceae      | <i>Halimeda</i>       | sp.                  | 2          | 2          |
|               | Siphonocladaceae  | <i>Dictyosphaeria</i> | <i>verluisii</i>     |            |            |
|               | Udodeaceae        | <i>Chlorodesmia</i>   | <i>fastigiata</i>    |            |            |
| Cyanobacterie |                   | <i>Phormidium</i>     | sp.                  | 1          | -2         |
| Asterie       | Acanthasteridae   | <i>Acanthaster</i>    | <i>planci</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Celerina</i>       | <i>heffernani</i>    |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Gomophia</i>       | sp.                  |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>indica</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>milleporrella</i> |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>monilis</i>       |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | sp.                  |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Linckia</i>        | <i>multifora</i>     |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Nardoa</i>         | <i>gomophia</i>      | 2          | 1          |

|            |                |                        |                      |   |   |
|------------|----------------|------------------------|----------------------|---|---|
|            | Ophiasteridae  | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |   |   |
|            | Oreasteridae   | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |   |   |
| Crinoïde   | Colobometridae | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |   |   |
|            | Comasteridae   | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |   |   |
|            | Indéterminée   |                        |                      | 2 | 2 |
| Echinide   | Diadematidae   | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       | 1 |   |
|            | Echinometridae | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |   |   |
| Holothurie | Holothuriidae  | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        | 2 | 2 |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> | 2 | 2 |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |   |   |
| Mollusque  | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |   |   |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |   |   |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>        |   |   |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>      |   |   |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>     |   |   |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | sp.                  |   |   |
| Spongiaire | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>julliinei</i>     | 3 | 3 |
|            | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>orientalis</i>    | 2 | 2 |

#### 4.1.4.1 Benthos Transect 01 A

##### 4.1.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST01A)

La richesse spécifique est légèrement augmentée par rapport à l'année dernière (40 / 36 espèces) et les colonies sont généralement de petites tailles, voir juvéniles (*Pocillopora damicornis*, *Barabattoia amicum*, *Galaxea fascicularis*, *Acanthastrea echinata*). Cependant à 2 mètres du transect, une grande colonie de *Lobophyllia corymbosa* (2 m de diamètre) s'édifie et se fragmente tellement sa croissance est importante (phénomène normal pour une colonie de cette espèce). A noter : la présence de colonies massives (*Stylocoeniella armata*, *Barabattoia amicum*), de colonies foliacées (*Turbinaria stellulata*, *T. mesenterina*, *Merulina ampliata* et *M. scabricula*) et de *Tubipora musica*.

Tableau n°09 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 6              | 2                 |
| Agaraciidae                  | 1              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 2                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 3              | 2                 |
| Faviidae                     | 10             | 3                 |
| Fungiidae                    | 4              | 3                 |
| Merulinidae                  | 2              | 2                 |
| Mussidae                     | 3              | 4                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 1                 |
| Pocilloporidae               | 2              | 4                 |
| Poritidae                    | 3              | 2                 |
| Siderastreidae               | 0              | 0                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>38</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 1              | 1                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 3                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>40</b>      |                   |

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 40 espèces coralliennes. Les familles scléractiniales (36 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (10 taxons), les Acroporidae (6 taxons), les Fungiidae (4 taxons), les Mussidae (3 taxons) et les Poritidae (3 taxons).

#### 4.1.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A)

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

Les algues brunes du genre *Lobophora*, sont omniprésentes et envahissent l'ensemble des massifs, débris coralliens et le sable. Le recouvrement des algues brunes *Distromium* et *Dictyota* a diminué. Les algues vertes (*Halimeda*) sont peu abondantes et elles sont toujours réparties par petits bouquets sur les massifs coralliens.

On observe une cyclicité dans la présence et absence des algues et particulièrement pour les genres *Spatoglossum*, *Triclogloea* qui ne sont plus présents durant cette période.

Les alcyonaires sont nombreux (*Sarcophyton*, *Lobophytum* et *Sinularia*) et de grandes tailles. Ils colonisent aussi bien les massifs et débris coralliens que le substrat sableux. Ces alcyonaires sont remarquablement bien développés et atteignent parfois plus d'un mètre de diamètre.

De plus, les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) sont bien développés et ils encroûtent les massifs coralliens. *Sphaciospongia vagabunda* colonise le substratum sableux.

A ceux-ci s'ajoutent quelques ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*), de rares astéries (étoiles de mer : *Nardoa*

*gomophia*) et les holothuries sont plus nombreuses (*Holothuria edulis* et *H. fuscopunctata*).

Tableau n°010 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 9              | 5                 |
| Algue brune                       | 5              | 5                 |
| Algue rouge                       | 0              | 0                 |
| Algue verte                       | 2              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 3                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 1              | 2                 |
| Bryozoaire                        | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 1              | 2                 |
| Crinoïde                          | 1              | 2                 |
| Echinides                         | 1              | 1                 |
| Holothurie                        | 2              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 1              | 1                 |
| Spongiaire                        | 4              | 4                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>29</b>      |                   |

#### 4.1.4.2 Benthos Transect 01 B

##### 4.1.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST01B)

La richesse spécifique corallienne de ce niveau bathymétrique est l'une des plus faibles de toutes les stations de la baie de Prony. Les coraux privilégient la colonisation des substrats durs. Ces derniers ne représentent pas un recouvrement important et sont colonisés par de grands alcyonaires, les algues brunes (*Lobophora variegata* et *Sargassum*) et les éponges encroûtantes. Les coraux ont donc du mal à trouver un substrat pour se fixer.

On peut noter des espèces de petites tailles et résistantes de formes encroûtantes (*Leptastrea purpurea*, *Favia* spp., *Favites* spp.), de formes massives (*Goniopora* sp., *Oulophyllia crispa*, *Acanthastrea echinata*), de formes foliaires (*Merulina ampliata*, *Turbinaria mesenterina*) et de formes libres (*Cycloseris*, *Fungia* spp.).

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 29 espèces coralliennes dont une espèce de *Tubipora musica* et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (27 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (6 taxons), les Acroporidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons) et les Poritidae (3 taxons).



Tableau n°011 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 3              | 2                 |
| Agaraciidae                  | 2              | 1                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 1                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 1              | 1                 |
| Faviidae                     | 6              | 3                 |
| Fungiidae                    | 2              | 2                 |
| Merulinidae                  | 1              | 1                 |
| Mussidae                     | 2              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 2                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 1                 |
| Pocilloporidae               | 3              | 2                 |
| Poritidae                    | 3              | 2                 |
| Siderastreidae               | 0              | 0                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>27</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 1              | 1                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>29</b>      |                   |

#### 4.1.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B)

La richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (sarcophytos) de ce niveau bathymétrique est l'une des plus fortes de toutes les stations de la baie de Prony.

La zone est caractérisée par la présence de nombreuses espèces d'alcyonaires (*Sarcophyton*, *Sinularia*, *Lobophytum*, *Klyxum* et *Drendronephthya*). Ces espèces de taille importante colonisent de préférence les substrats durs.

D'autre part, les algues brunes (7 espèces) sont particulièrement bien développées. Surtout les *Sargassum* spp., longues algues brunes qui s'accrochent sur les petits massifs coralliens et sur les débris enfouis dans le sable. De même pour les *Lobophora variegata* qui étouffent les massifs coralliens. Les cyanobactéries sont absentes de ce niveau bathymétrique ainsi que les algues brunes *Turbinaria ornata* et *Spatoglossum* sp.

Les spongiaires sont bien développés (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) et encroûtés sur les massifs coralliens. *Sphaciospongia vagabonda* colonise les débris posés sur le substratum sableux.

Les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*) ont augmentées en nombre. A celles-ci s'ajoutent quelques holothuries (*Holothuria nobilis* et *H. fuscopunctata*).

Tableau n°012 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01B)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 6              | 5                 |
| Algue brune                       | 5              | 5                 |
| Algue rouge                       | 0              | 0                 |
| Algue verte                       | 2              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 1              | 4                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 1              | 1                 |
| Crinoïde                          | 1              | 2                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 3              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 1              | 2                 |
| Spongiaire                        | 3              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>24</b>      |                   |

#### 4.1.5 Les poissons (ST01)

La liste complète des résultats bruts<sup>5</sup> est fournie dans le [tableau 13](#).

Tableau n°013 : *Données sur les poissons (ST01)*

| CASY I Juin 2009 |                                 | Transect  |            |            | Transect |            |             | Toute la Station |             |             |
|------------------|---------------------------------|-----------|------------|------------|----------|------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| Fam              | Espèces                         | A         | A          | A          | B        | B          | B           | Total            | Moyenne     |             |
|                  | Biodiversité = 12               | Nb        | Den        | Bio        | Nb       | Den        | Bio         | Nb               | Dens        | Biom        |
| Aca              | <i>Naso unicornis juv</i>       | 1         | 0,1        | 0,5        |          |            |             | 1                | 0,03        | 0,25        |
| Gob              | <i>Amblygobius phalaena</i>     | 2         | 0,2        | 1,3        | 4        | 0,4        | 8,4         | 6                | 0,30        | 4,88        |
| Lab              | <i>Cheilinus chlorourus</i>     | 1         | 0,1        | 0,5        | 2        | 0,1        | 1,9         | 3                | 0,08        | 1,22        |
| Lab              | <i>Thalassoma lunare</i>        | 2         | 0,1        | 0,3        |          |            |             | 2                | 0,03        | 0,13        |
| Mic              | <i>Ptereleotris microlepis</i>  | 1         | 0,1        | 0,9        |          |            |             | 1                | 0,03        | 0,46        |
| Mul              | <i>Parupeneus barberinoides</i> | 2         | 0,1        | 1,0        |          |            |             | 2                | 0,03        | 0,52        |
| Nem              | <i>Scolopsis bilineatus</i>     | 2         | 0,0        | 1,4        |          |            |             | 2                | 0,02        | 0,71        |
| Pom              | <i>Chrysiptera rollandi</i>     | 4         | 0,4        | 0,1        |          |            |             | 4                | 0,20        | 0,04        |
| Pom              | <i>Dascyllus aruanus</i>        | 7         | 0,7        | 0,2        |          |            |             | 7                | 0,35        | 0,12        |
| Pom              | <i>Dascyllus reticulatus</i>    | 10        | 1,0        | 1,0        |          |            |             | 10               | 0,50        | 0,49        |
| Pom              | <i>Pomacentrus aurifrons</i>    | 10        | 0,3        | 0,3        |          |            |             | 10               | 0,17        | 0,13        |
| Pom              | <i>Pomacentrus moluccensis</i>  | 5         | 0,3        | 0,1        |          |            |             | 5                | 0,13        | 0,07        |
|                  | <b>Total</b>                    | <b>47</b> | <b>3,2</b> | <b>7,7</b> | <b>6</b> | <b>0,5</b> | <b>10,4</b> | <b>53</b>        | <b>1,85</b> | <b>9,01</b> |

Sur l'ensemble de la station, 53 individus appartenant à 12 espèces différentes ([figure 06](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.85 poisson / m<sup>2</sup> ([figure 07](#)) pour une biomasse de 9 g/m<sup>2</sup>.

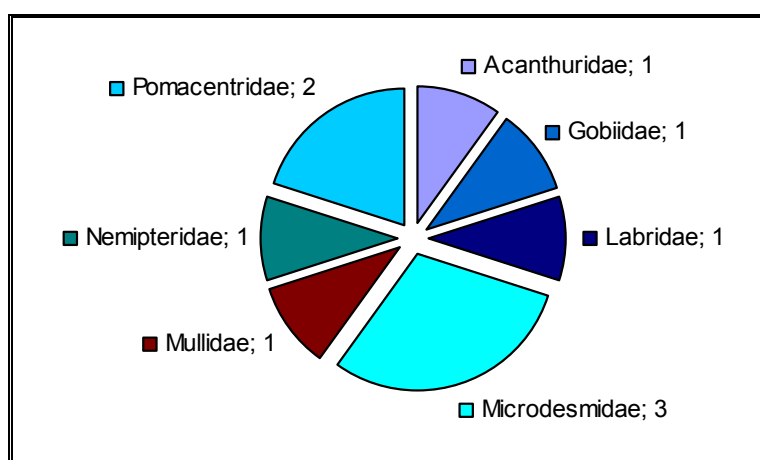


Figure n°06 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST01)*

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

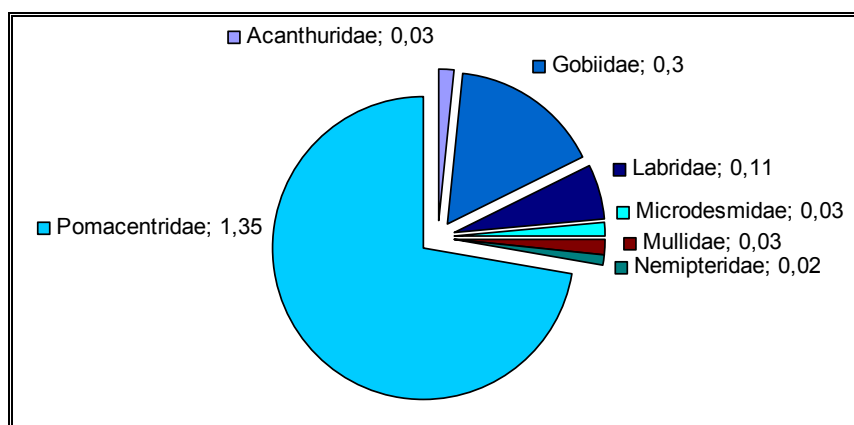


Figure n°07 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST01)

## 4.2 Station 02 = Creek baie nord

### 4.2.1 Fiche descriptive (ST02)

#### 4.2.1.1 Localisation géographique (ST02)

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



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



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

#### 4.2.1.2 Description générale (ST02)

Cette station est originale par l'importance de la richesse spécifique corallienne, la rareté des espèces coralliennes qui lui sont inféodées et par une multitude d'alcyonaires recouvrant le substratum. Les espèces benthiques vivant dans ce biotope sont adaptées aux conditions de turbidité 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).

#### 4.2.1.3 Caractéristiques principales (ST02)

- ↪ Recrutement corallien important (nombreuses colonies coralliennes juvéniles).
- ↪ Recrutement alcyonaire important (*Sarcophyton*).
- ↪ Richesse spécifique importante des coraux (la plus importante de toutes les stations de suivi environnemental de la baie de Prony).
- ↪ Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide (et avec une faible pénétration de la lumière dans l'eau) : croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation.
- ↪ Colonisation spatiale des alcyonaires et des algues brunes à la défaveur des coraux scléractiniaires.

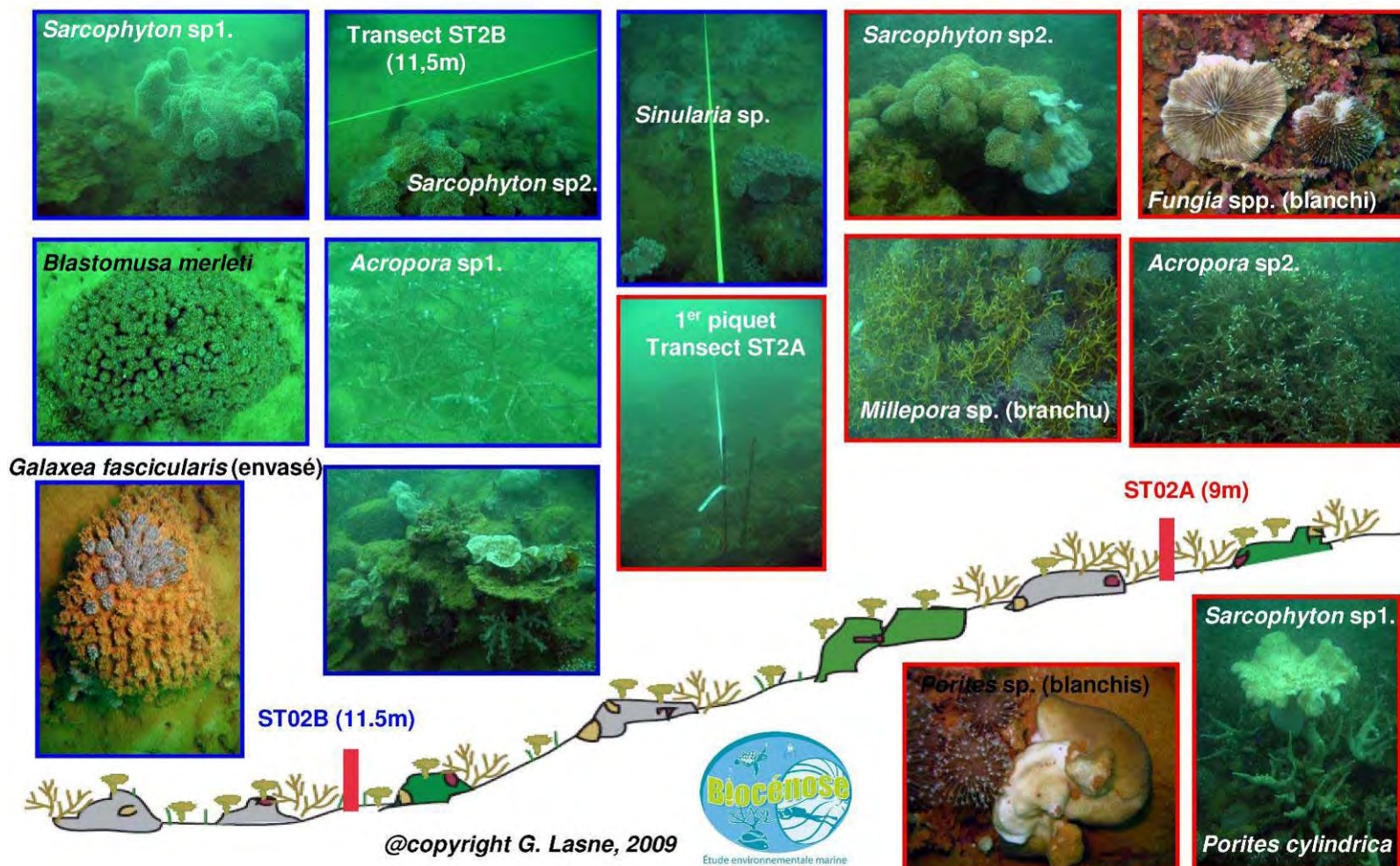
#### 4.2.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST02)

- ↪ Augmentation de la richesse spécifique des coraux.
- ↪ Peu de blanchissement. Le transect supérieur ST2A présente quelques colonies blanchies d'*Anacropora* sp. et *Fungia* sp. et quelques colonies de couleur pâle d'*Acropora* et *Merulina ampliata*.
- ↪ Hyper sédimentation : les petites colonies coralliennes ont tendance à s'envaser (*Galaxea fascicularis* et *Porites lobata*).
- ↪ Recouvrement des macrophytes avec peu d'évolution. Les quelques algues vertes *Dictyosphaeria* et *Caulerpa* ne sont plus présentes, le recouvrement des *Halimeda* a légèrement augmenté. Les *Lobophora variegata* sont dominantes.
- ↪ Les invertébrés (hors coraux) sont en augmentation (mollusques et holothuries).



#### 4.2.2 Schéma structural (ST02)

### STATION 02 - Sud du Creek baie Nord (Début de la pente sédimentaire, milieu très turbide)



### 4.2.3 Le substrat (ST02)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 08](#) pour le transect A et dans la [figure 09](#) pour le transect B.

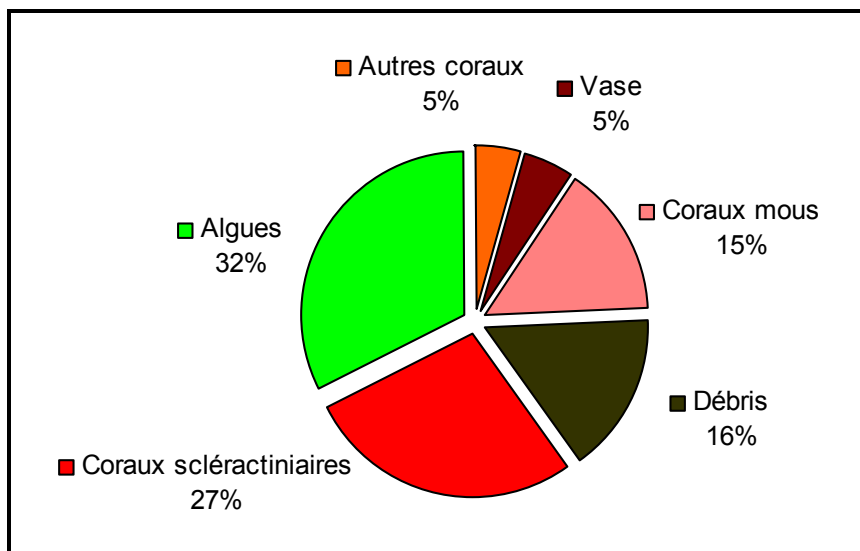


Figure n°08 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A*

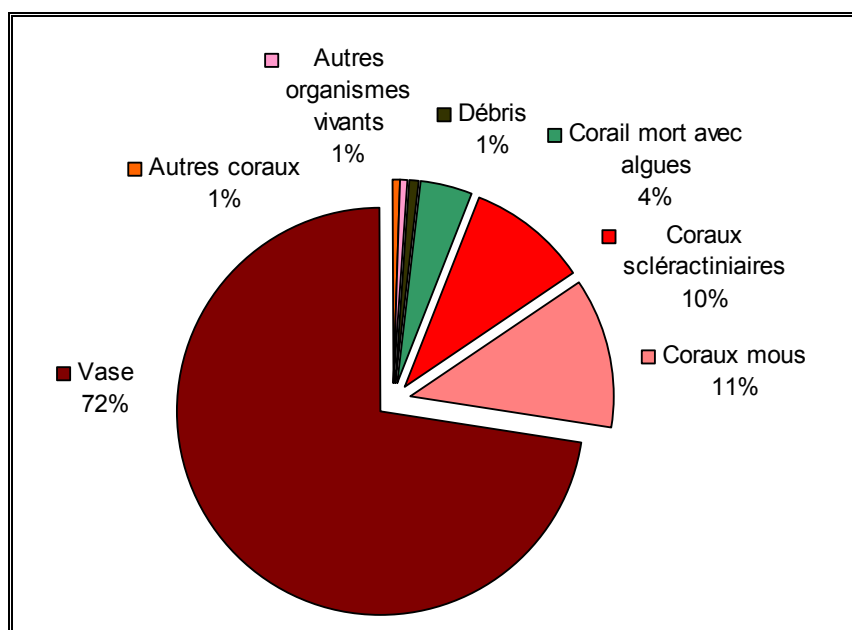


Figure n°09 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B*

Le transect A est caractérisé par un substrat largement biotique (79.5%), qui est composé d'algues (32.5%) et de coraux scléactiniaires (27.5%).

Au contraire, sur le transect B, le substrat est majoritairement abiotique (73.5%), avec principalement de la vase (72.5%). La partie biotique est constituée essentiellement pas des alcyonnaires et des coraux scléactiniaires (respectivement 12% et 9.5%).

Par rapport aux missions précédentes : le transect B est complètement stable vis-à-vis des campagnes d'avril 2009 et octobre 2008. Le transect A présente des résultats similaires par rapport à la campagne d'octobre 2008, mais avec des variations par rapport à la campagne d'avril 2009, dues à une fluctuation algale

(beaucoup moins présente en avril 2009 : 11.5% vs 32.5% pour cette mission de juin 2009). La saisonnalité des algues est ici bien démontrée.

#### 4.2.4 Le benthos (ST02)

La liste des taxons cibles<sup>6</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 14](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Tableau n°014 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 02

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                 | ESPECE               | ABONDANCE  |            |
|---------------|-------------------|-----------------------|----------------------|------------|------------|
|               |                   |                       |                      | Transect A | Transect B |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>       | sp.                  |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>     | sp.                  |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>      | <i>variegata</i>     | 5          | 5          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>         | sp.                  | 2          | 3          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>   | sp.                  |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>      | sp.                  |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>     | <i>ornata</i>        |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>   | <i>armata</i>        |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | sp.                  | 3          | 3          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | <i>van bossea</i>    |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>     | <i>hawaiiensis</i>   |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>      | <i>armatum</i>       |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | <i>fragilis</i>      |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | sp.                  |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura</i>      | <i>marginata</i>     |            |            |
|               | Indéterminée      |                       |                      |            |            |
|               | Liagoraceae       | <i>Triclogloea</i>    | <i>requienii</i>     |            |            |
|               | Peyssonneliaceae  | <i>Peyssonnelia</i>   | sp.                  |            |            |
| Algue verte   | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp1                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp2                  | -1         |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp3                  |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>mammillosum</i>   |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>platyclados</i>   |            |            |
|               | Dasycladacea      | <i>Bornetella</i>     | <i>oligospora</i>    |            |            |
|               | Dasycladacea      | <i>Neomeris</i>       | <i>van bosseae</i>   | 2          |            |
|               | Halimedaceae      | <i>Halimeda</i>       | sp.                  | 5 (3spp)   | 3 (3spp)   |
|               | Siphonocladaceae  | <i>Dictyosphaeria</i> | <i>verluisii</i>     | -2         | -2         |
|               | Udodeaceae        | <i>Chlorodesmia</i>   | <i>fastigiata</i>    |            |            |
| Cyanobacterie |                   | <i>Phormidium</i>     | sp.                  |            |            |
| Asterie       | Acanthasteridae   | <i>Acanthaster</i>    | <i>planci</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Celerina</i>       | <i>heffernani</i>    |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Gomophia</i>       | sp.                  |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>indica</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>milleporrella</i> |            |            |

<sup>6</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).



|            |                |                        |                      |    |    |
|------------|----------------|------------------------|----------------------|----|----|
|            | Ophiasteridae  | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |    |    |
|            | Ophiasteridae  | <i>Fromia</i>          | sp.                  | -2 | -2 |
|            | Ophiasteridae  | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |    |    |
|            | Ophiasteridae  | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |    | 1  |
|            | Ophiasteridae  | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |    |    |
|            | Oreasteridae   | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |    |    |
| Crinoïde   | Colobometridae | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |    |    |
|            | Comasteridae   | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |    |    |
|            | Indeterminée   |                        |                      |    |    |
| Echinide   | Diadematidae   | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |    |    |
|            | Echinometridae | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |    |    |
| Holothurie | Holothuriidae  | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |    |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |    |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |    |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        |    | 2  |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> | 3  | 3  |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |    |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |    |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |    |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |    |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |    |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |    |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |    |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |    |    |
| Mollusque  | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |    |    |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |    | 1  |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>        |    |    |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>      |    |    |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>     |    |    |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | sp.                  |    |    |
| Spongiaire | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>jullienei</i>     | 2  | 2  |
|            | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>orientalis</i>    | 2  | 3  |

Il faut noter la présence d'algues, d'échinodermes, de rares mollusques et de quelques éponges perforantes.

#### 4.2.4.1 Benthos Transect 02 A

##### 4.2.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 81 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* branchu, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniales (77 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (11 espèces), les Fungiidae (9 espèces), les Agariciidae (8 espèces), les Poritidae (7 taxons) et les Dendrophyllidae (6 taxons).

Tableau n°015 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 17             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 8              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 3                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 6              | 3                 |
| Faviidae                     | 11             | 3                 |
| Fungiidae                    | 9              | 3                 |
| Merulinidae                  | 5              | 3                 |
| Mussidae                     | 5              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 2              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 2              | 1                 |
| Poritidae                    | 7              | 3                 |
| Siderastreidae               | 2              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>77</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 3              | 3                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 1              | 1                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>81</b>      |                   |

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

Ainsi, par exemple :

- ↳ La famille des Dendrophyllidae est particulièrement bien représentée (6 taxa : *Turbinaria frondens*, *T. heronensis*, *T. mesenterina*, *T. patula*, *T. reniformis*, *T. stellulata*). Ces espèces n'ont pas besoin de beaucoup de lumière pour se développer et elles adoptent généralement des formes foliacées.
- ↳ D'autres espèces sélectionnées ont de grands polypes qui leur permettent de se dégager des particules sédimentaires (*Alveopora* spp., *A. catalai*, *A. spongiosa* et *Goniopora* spp.).
- ↳ Les *Porites* sécrètent du mucus afin de lutter contre la sédimentation (cf. [Atlas photographique](#)).
- ↳ Le genre *Acropora* (17 espèces) et l'espèce *Hydnophora rigida* sont caractérisés par une croissance rapide (pointes blanches signifiant une croissance rapide car les zooxanthelles n'ont pas encore colonisées leurs extrémités). Ces espèces forment de grands massifs branchus et occupent un recouvrement très important.

On peut noter la présence de *Anacropora* sp. et de *Acropora grandis*.

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

#### 4.2.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

Le recouvrement par les macrophytes et les invertébrés est important dans cette station. De nombreux

alcyonaires (surtout *Sarcophyton* et *Sinularia*) peuvent atteindre de grande taille (50 cm de hauteur) et leur recrutement est important car de nombreuses colonies juvéniles recouvrent en masse la roche et les débris coralliens. Les autres espèces d'alcyonaires ont un recouvrement moindre (*Nephthea*, *Lobophytum* et *Cladiella*).

Tableau n°016 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 9              | 5                 |
| Algue brune                       | 2              | 5                 |
| Algue rouge                       | 1              | 3                 |
| Algue verte                       | 4              | 5                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 0              | 0                 |
| Bryozoaire                        | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 0              | 0                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 1              | 3                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 3                 |
| Mollusque                         | 4              | 2                 |
| Spongiaire                        | 4              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>27</b>      |                   |

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

Les spongiaires (*Cliona jullieni*, *C. orientalis* et *Stellata globostellata*) ne présentent pas d'évolution et colonisent toujours préférentiellement les roches au détriment des colonies coralliennes.

Une holothurie (*Holothuria flovomaculata*) sillonne les débris coralliens sur la vase fine. Cette dernière espèce n'est recensée en Nouvelle-Calédonie que dans la baie de Prony.

#### 4.2.4.2 Benthos Transect 02 B

##### 4.2.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B)

Les coraux branchus sont dominants mais ne forment pas d'aussi larges massifs qu'à l'étage supérieur. A noter la présence de *Anacropora* sp., *Hydnophora rigida*, *Lithophyllum edwardsi*, *Cyphastrea japonica*, *Porites cylindrica*, *Pavona cactus*, *Turbinaria mesenterina* et *T. stellulata*.

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

La richesse spécifique des scléractiniaires est la plus importante de la baie de Prony pour ce niveau bathymétrique (65 espèces) réparties préférentiellement dans les familles des Acroporidae (14 espèces), Faviidae (11 espèces), Agaraciidae (5 espèces), Mussidae (5 espèces), Pectiniidae (5 espèces), Merulinidae

(5 espèces) et Siderastreidae (4 espèces).

Tableau n°017 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 14             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 5              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 2              | 2                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 3              | 3                 |
| Faviidae                     | 11             | 4                 |
| Fungiidae                    | 3              | 2                 |
| Merulinidae                  | 5              | 4                 |
| Mussidae                     | 5              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 4                 |
| Pectiniidae                  | 5              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 3              | 2                 |
| Poritidae                    | 3              | 2                 |
| Siderastreidae               | 4              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>65</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 3              | 3                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>68</b>      |                   |

#### 4.2.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)

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

Le recouvrement par les macrophytes et les alcyonaires est important. Les algues brunes *Lobophora variegata* abondent sur tous les substrats durs et les algues vertes du genre *Halimeda* sont présentes à cette profondeur, dispersées par thalles sur la roche. A noter que le genre *Dictyosphaeria* n'a pas été recensé lors de cet inventaire ainsi que l'astérie du genre *Fromia*.

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

Des zoanthaires indéterminés sont disséminés à travers les algues ou bien dans des petites cavités de la dalle. A noter la présence de l'ascidie *Clavelina detorta* et d'un mollusque d'une quarantaine de centimètre (*Tridacna derasa*) et de deux espèces d'holothuries (*Holothuria flovomaculata* et *H. edulis*).

Tableau n°018 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)*

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

#### 4.2.5 Les poissons (ST02)

La liste complète des résultats bruts<sup>7</sup> est fournie dans le [tableau 19](#).

Tableau n°019 : *Données sur les poissons (ST02)*

| CREEK Juin 2009 |                                 | Transect  |            |             | Transect  |            |            | Toute la Station |             |             |
|-----------------|---------------------------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|------------|------------------|-------------|-------------|
| Fam             | Espèces                         | B         | B          | B           | C         | C          | C          | Total            | Moyenne     |             |
|                 | Biodiversité = 9                | Nb        | Den        | Bio         | Nb        | Den        | Bio        | Nb               | Dens        | Biom        |
| Ble             | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i> |           |            |             | 1         | 0,1        | 0,0        | 1                | 0,03        | 0,00        |
| Cha             | <i>Chaetodon lunulatus</i>      |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,2        | 1                | 0,02        | 0,11        |
| Epi             | <i>Cephalopholis boenak</i>     | 1         | 0,1        | 0,2         |           |            |            | 1                | 0,03        | 0,08        |
| Epi             | <i>Plectropomus leopardus</i>   | 1         | 0,0        | 8,9         |           |            |            | 1                | 0,01        | 4,47        |
| Lab             | <i>Cheilinus chlorourus</i>     |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,3        | 1                | 0,02        | 0,15        |
| Nem             | <i>Scolopsis bilineatus</i>     | 3         | 0,0        | 1,5         |           |            |            | 3                | 0,02        | 0,77        |
| Pom             | <i>Abudefduf whiteleyi</i>      | 3         | 0,1        | 0,5         |           |            |            | 3                | 0,04        | 0,24        |
| Pom             | <i>Chrysiptera rollandi</i>     | 3         | 0,3        | 0,1         | 3         | 0,3        | 0,1        | 6                | 0,30        | 0,06        |
| Pom             | <i>Pomacentrus aurifrons</i>    | 30        | 0,8        | 0,6         | 15        | 0,8        | 0,6        | 45               | 0,75        | 0,58        |
|                 | <b>Total</b>                    | <b>41</b> | <b>1,2</b> | <b>11,8</b> | <b>21</b> | <b>1,2</b> | <b>1,2</b> | <b>62</b>        | <b>1,20</b> | <b>6,46</b> |

Sur l'ensemble de la station, 62 individus appartenant à 9 espèces différentes ([figure 10](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.2 poisson / m<sup>2</sup> ([figure 11](#)) pour une biomasse de 6.5 g/m<sup>2</sup>.

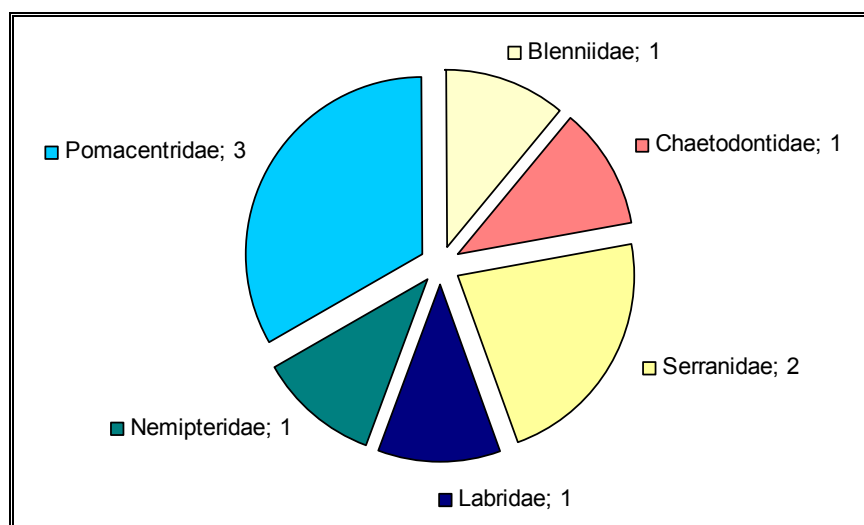


Figure n°010 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST02)*

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

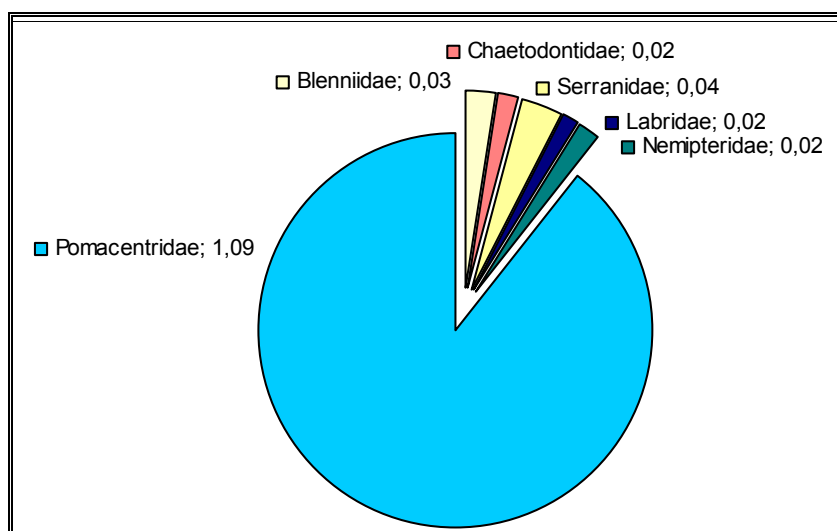


Figure n°011 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST02)



## 4.3 Station 03 = Port

### 4.3.1 Fiche descriptive (ST03)

#### 4.3.1.1 Localisation géographique (ST03)

La station est située au sud sud-est des quais du projet Goro Nickel (à +/- 150 m au plus près). Un petit creek (visible sur la [photographie 12](#)) débouche sur la côte, légèrement à l'est.

Attention, car sur cette photographie (n°12), les différentes structures relatives au projet n'apparaissent pas, du fait de son ancienneté.



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



Photo n°012 : Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03)



Photo n°013 : Photographie aérienne du site de la station 03

Cette station est un récif frangeant qui a été fortement envasé. 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 est réduite à cause des matières en suspension et l'apport d'eau douce de la rivière et de résurgences.

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.

Les transects ont été placés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 13 mètres profondeur, dans une direction est-ouest.

#### 4.3.1.2 Description générale (ST03)

Le haut du récif est composé de vase sur laquelle se développe, pour cette mission, une très grande surface de cyanobactéries. De nombreux blocs coralliens sont dispersés de manières hétérogènes et sont recouverts principalement par des algues brunes et des colonies coralliennes. Sur le tombant, les coraux branchus et les coraux à longs polypes se développent préférentiellement dans ce milieu vaseux. Pour le premier cas la croissance est plus rapide que l'envasement, les colonies ne sont jamais recouvertes. Pour le second 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.

#### 4.3.1.3 Caractéristiques principales (ST03)

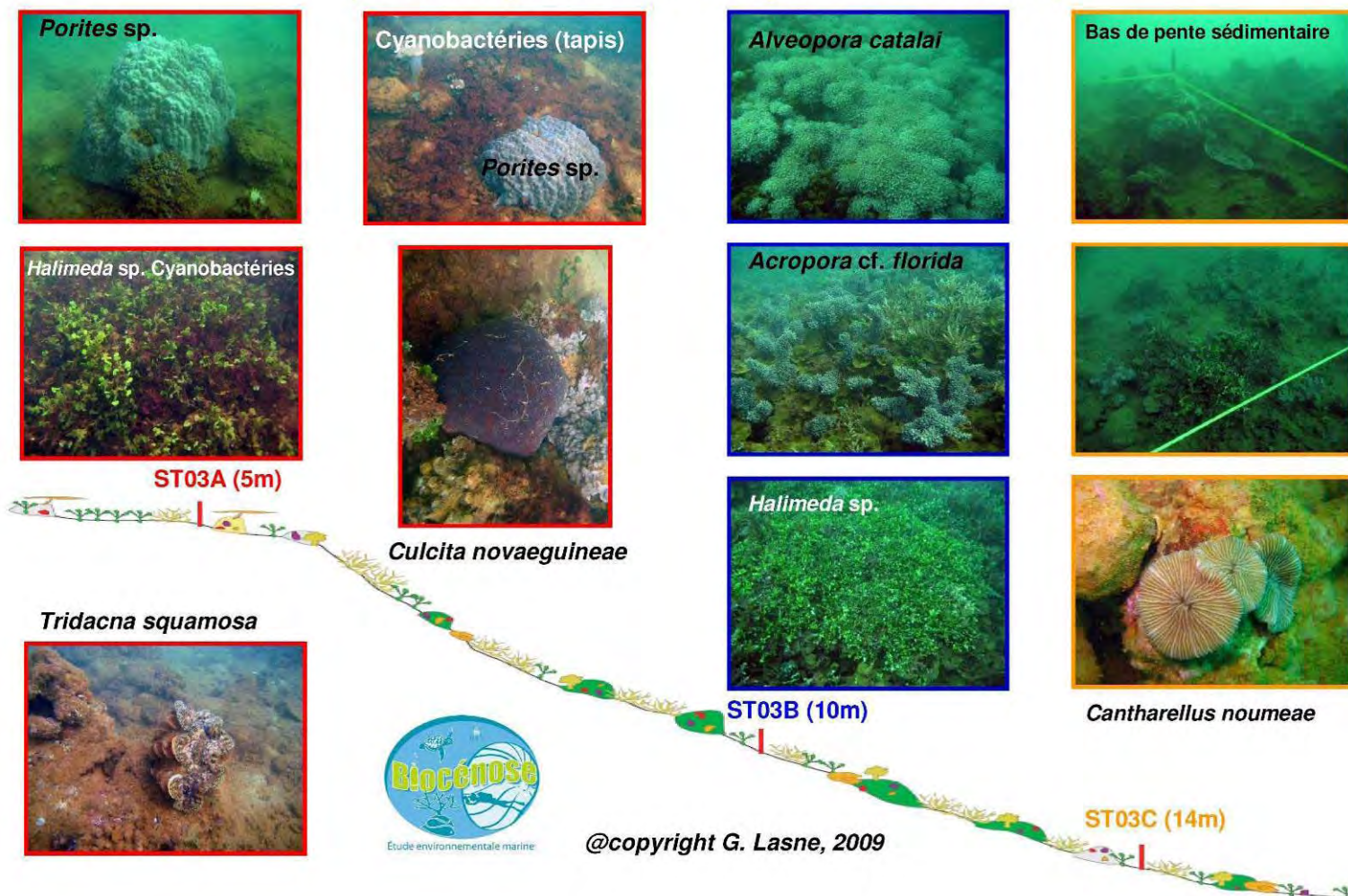
- ↪ Recrutement corallien faible (colonies coralliennes juvéniles présentent mais en faible nombre).
- ↪ Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide (faible pénétration de la lumière dans l'eau) : croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation.
- ↪ Présence en grand nombre de *Alveopora spp.* à mi pente.
- ↪ Mortalité corallienne et nombreux débris.

#### 4.3.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST03)

- ↪ Présence de l'astérie : *Culcita novaeguineae* (une étoile de mer en coussin, prédatrice des coraux).
- ↪ Prolifération très importante de cyanobactéries en haut du récif frangeant.
- ↪ Richesse spécifique des coraux en légère augmentation.
- ↪ Faible blanchissement corallien, quelques colonies concernées (*Acropora*, *Montipora*, *Merulina ampliata*, *Porites cylindrica*, *Porites Lobata*).
- ↪ Absence de la cigale de 30 cm (*Arcitides sp.*) et de la langouste de 80 cm (*Panulirus ornatus*) vues en octobre 2008.

### 4.3.2 Schéma structural (ST03)

#### STATION 3 - Wharf Prony (Récif frangeant et début de pente sédimentaire)



### 4.3.3 Le substrat (ST03)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 12](#) pour le transect A, dans la [figure 13](#) pour le transect B et dans la [figure 14](#) pour le transect C.

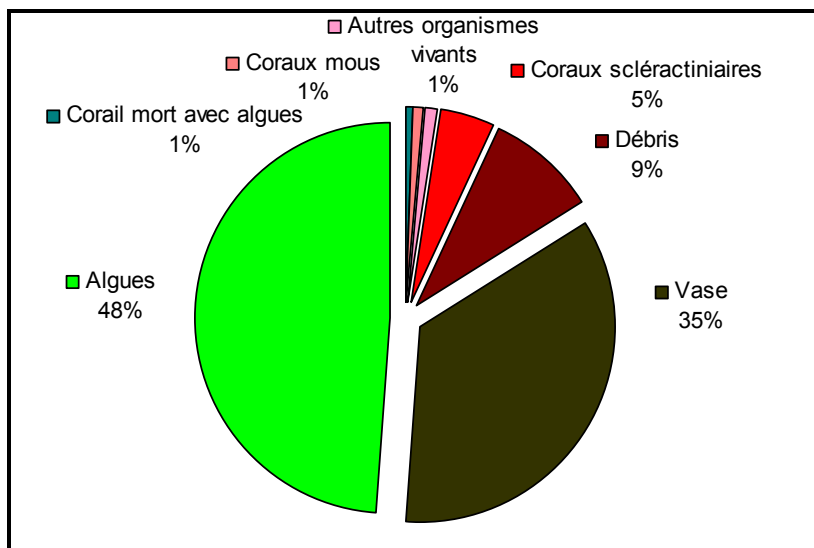


Figure n°012 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03A*

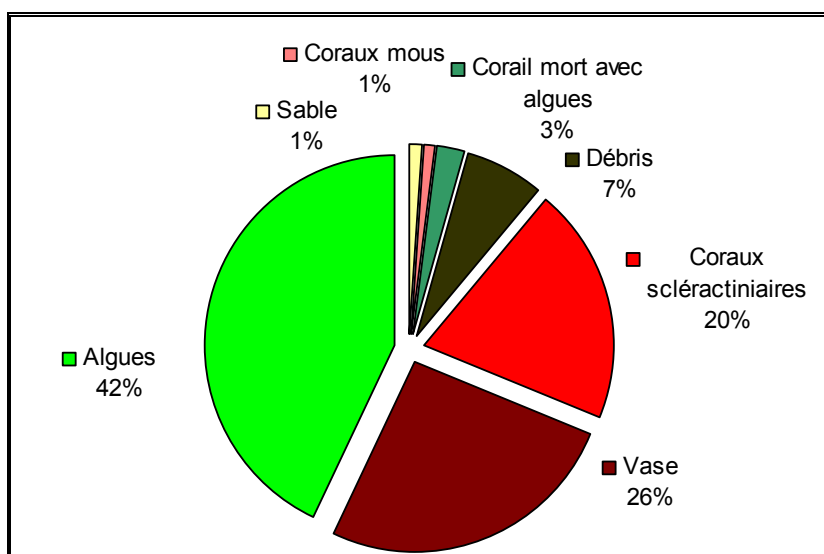


Figure n°013 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B*

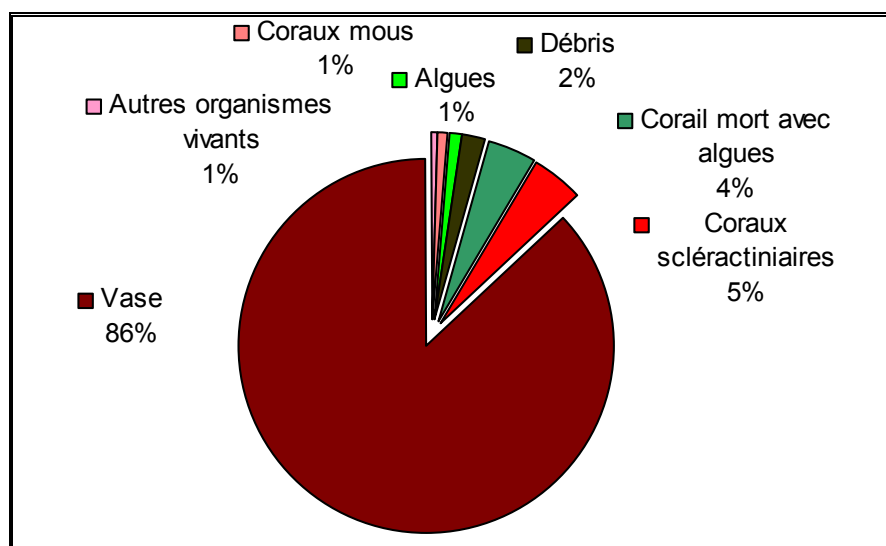


Figure n°014 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Les transects sont très variés pour cette campagne, avec une dominance du biotique sur les deux premiers (respectivement 56% et 66.5%) et plus que 11% au transect C.

La partie biotique est composée majoritairement d'algues (respectivement 49% et 43% sur les deux premiers transects). Ces chiffres sont supérieurs à ceux de la campagne précédente, avec en particulier une explosion de cyanobactéries sur le transect A (46.5% de recouvrement).

Les scléactiniaires ne sont présents en quantité que sur le transect B (20%).

La partie abiotique est composée de débris et de vase (jusqu'à 87% au transect C).

Le transect C est stable.

#### 4.3.4 Le benthos (ST03)

La liste des taxons cibles<sup>8</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 20](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence d'algues, de quelques échinodermes et mollusques et de plusieurs éponges perforantes.

Tableau n°020 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 03

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE               | ESPECE            | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                     |                   | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>     | sp.               | 3          |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>   | sp.               |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>    | <i>variegata</i>  | 4          | 5          | 5          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>       | sp.               | 2          |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i> | sp.               |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>    | sp.               |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>   | <i>ornata</i>     |            |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i> | <i>armata</i>     |            |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | sp.               | 3          | 4          | 2          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | <i>van bossea</i> |            |            |            |

<sup>8</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).

|               |                  |                        |                      |          |          |          |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|----------|----------|----------|
|               | Dumontiaceae     | <i>Gibsmithia</i>      | <i>hawaiiensis</i>   |          |          |          |
|               | Florideophyceae  | <i>Plocamium</i>       | <i>armatum</i>       |          |          |          |
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | <i>fragilis</i>      |          |          |          |
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | sp.                  |          |          |          |
|               | Galaxauraceae    | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>     |          |          |          |
|               | Indéterminée     |                        |                      |          |          |          |
|               | Liagoraceae      | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>     |          |          |          |
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |          |          |          |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  |          |          |          |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  |          |          |          |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |          |          |          |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |          |          |          |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |          |          |          |
|               | Dasycladaceae    | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |          |          |          |
|               | Dasycladaceae    | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   | 3        |          |          |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 5 (4spp) | 4 (2spp) | 3 (2spp) |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluisii</i>     |          |          |          |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastigiata</i>    |          |          |          |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  | 5+++     |          |          |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |          |          | 1        |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |          |          |          |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      | 1        | 1        | -1       |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  | 1        | 1        |          |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  | 1        |          |          |
| Crinoïde      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |          |          |          |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |          |          |          |
|               | Indéterminée     |                        |                      |          |          |          |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       | 2        |          |          |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |          |          |          |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         | 1        |          |          |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |          |          |          |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |          |          |          |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        | 2        |          | -1       |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flvomaculata</i>  |          |          | 1        |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |          |          |          |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |          |          |          |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |          |          |          |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |          |          |          |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |          |          |          |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |          |          |          |



|            |               |                  |                   |   |   |   |
|------------|---------------|------------------|-------------------|---|---|---|
|            | Stichoporidae | <i>Thelenota</i> | <i>ananas</i>     |   |   |   |
|            | Stichoporidae | <i>Thelenota</i> | <i>anax</i>       |   |   |   |
| Mollusque  | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>crocea</i>     |   |   |   |
|            | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>derasa</i>     |   |   |   |
|            | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>maxima</i>     | 1 |   |   |
|            | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>squamosa</i>   | 2 |   |   |
|            | Trochidae     | <i>Trochus</i>   | <i>niloticus</i>  |   |   |   |
|            | Trochidae     | <i>Trochus</i>   | sp.               |   |   |   |
| Spongiaire | Clionidae     | <i>Cliona</i>    | <i>jullienei</i>  | 4 | 3 | 3 |
|            | Clionidae     | <i>Cliona</i>    | <i>orientalis</i> |   | 2 | 2 |

#### 4.3.4.1 Benthos Transect 03 A

##### 4.3.4.1.1 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* 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.). Ce dernier genre se développe particulièrement bien et les colonies sont éparpillées entre les débris coralliens et les blocs rocheux.

Tableau n°021 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 7              | 5                 |
| Agaraciidae                  | 2              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 2                 |
| Caryophyllidae               | 1              | 1                 |
| Dendrophyllidae              | 0              | 0                 |
| Faviidae                     | 7              | 3                 |
| Fungiidae                    | 3              | 3                 |
| Merulinidae                  | 1              | 3                 |
| Mussidae                     | 4              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 3              | 3                 |
| Poritidae                    | 5              | 3                 |
| Siderastreidae               | 0              | 0                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>37</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>38</b>      |                   |

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 38 espèces coralliennes dont une espèce de Tubiporidae (*Tubipora musica*). Les familles scléractiniaires (37 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (7 taxons), les Faviidae (7 taxons), les Poritidae (5 taxons) et les Mussidae (4 taxons).

#### 4.3.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A)

La prolifération de cyanobactéries est généralisée sur l'ensemble du substrat vaseux situé en haut du récif frangeant. Les cyanobactéries ne paraissent pas dégrader les communautés coralliennes mais leur développement est très important et doit être surveillé.

Une astérie *Culcita novaeguinea* est logée sous une roche à proximité du transect.

Les algues vertes du genre *Halimeda* et les spongiaires *Spheciospongia vagabunda* colonisent la vase coquillée, les débris coralliens et quelques blocs rocheux.

Ces blocs sont colonisés principalement par les algues brunes (*Lobophora variegata*) et les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*). Cette prédominance des algues et des spongiaires est à la défaveur des colonies coralliennes qui représentent un faible recouvrement sur ce transect.

Tableau n°022 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 4              | 3                 |
| Algue brune                       | 3              | 4                 |
| Algue rouge                       | 1              | 3                 |
| Algue verte                       | 5              | 5                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 5                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 1              | 2                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 3              | 2                 |
| Crinoïde                          | 0              | 0                 |
| Echinides                         | 1              | 2                 |
| Holothurie                        | 2              | 2                 |
| Synapse                           | 1              | 2                 |
| Hydraire                          | 0              | 0                 |
| Mollusque                         | 3              | 2                 |
| Spongiaire                        | 2              | 4                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>27</b>      |                   |

Les holothuries (*Boahschia argus* et *Holothuria edulis*) sillonnent les vases et les débris coralliens. Des oursins *Diadema setosum* se logent dans les cavités basses des gros blocs et de la dalle.

Les mollusques *Tridacna squamosa* et *T. maxima* sont de grandes tailles et particulièrement bien ouverts avec de belles couleurs, ce qui signifie une concentration importante en zooxanthelles dans leur stissus.

#### 4.3.4.2 Benthos Transect 03 B

##### 4.3.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST03B)

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. Le blanchissement est faible mais la mortalité corallienne est importante. 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* (juvénile), *Leptoseris gardineri*, *Porites nigrescens* et *Porites cylindrica*.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 42 espèces coralliennes. Les familles scléractiniaires (42 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (12 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Faviidae (6 taxons) et les Poritidae (5 taxons).

Tableau n°023 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03B)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 12             | 5                 |
| Agariciidae                  | 7              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 2              | 2                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 0              | 0                 |
| Faviidae                     | 6              | 3                 |
| Fungiidae                    | 3              | 3                 |
| Merulinidae                  | 2              | 2                 |
| Mussidae                     | 1              | 1                 |
| Oculinidae                   | 1              | 1                 |
| Pectiniidae                  | 0              | 0                 |
| Pocilloporidae               | 2              | 3                 |
| Poritidae                    | 5              | 5                 |
| Siderastreidae               | 1              | 1                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>42</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>42</b>      |                   |

##### 4.3.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B)

Les macrophytes et les invertébrés représentent un recouvrement important du substratum mais les espèces ne sont pas très variées. En effet la richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est l'une des plus faibles de la baie de Prony et du canal de la Havannah pour les groupes macrophytes et invertébrés inventoriés.



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.

Bien que la richesse spécifique soit faible, les macrophytes représentent une part importante du recouvrement. Les algues brunes (*Lobophora variegata*) recouvrent les blocs et débris coralliens. Les algues vertes (*Halimeda* spp) sont entremêlées avec les coraux branchus. Les algues rouges (*Amphiroa* et une algue calcaire indéterminée) sont moins nombreuses et dissimulées à travers les débris et la dalle.

Les alcyonaires (*Sarcophyton* et *Simularia*) sont installés sur les coraux morts et les débris coralliens enfouis ou non dans la vase.

Tableau n°024 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03B)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 3              | 3                 |
| Algue brune                       | 1              | 5                 |
| Algue rouge                       | 1              | 4                 |
| Algue verte                       | 2              | 4                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 0              | 0                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 2              | 2                 |
| Crinoïde                          | 0              | 0                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 0              | 0                 |
| Mollusque                         | 0              | 0                 |
| Spongiaire                        | 3              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>12</b>      |                   |

#### 4.3.4.3 Benthos Transect 03 C

##### 4.3.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST03C)

L'envasement est de plus en plus important en bas de pente. Les colonies doivent avoir une croissance rapide pour lutter contre cet envasement. Les espèces *Cyphastrea japonica* et *Acropora* branchus sont particulièrement bien développées. Les coraux adoptent des formes particulières car ils encroûtent des galeries de vers (*Astreopora* sp., *A. explanata*, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata* et *Psammocora profundacella*). A noter, la présence de *Leptoseris gardineri* et *L. scabra*.

Ce niveau bathymétrique ne présente pas de blanchissement corallien. Par contre, il existe une mortalité corallienne, induite par l'hyper sédimentation.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 47 espèces coralliennes, la richesse spécifique ayant augmentée

depuis le dernier recensement (35 à 47). Les familles scléractiniaires (37 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Agariciidae (8 taxons), les Faviidae (8 taxons), les Acroporidae (6 taxons) et les Poritidae (5 taxons).

Tableau n°025 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 6              | 5                 |
| Agariciidae                  | 8              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 2              | 5                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 2              | 2                 |
| Faviidae                     | 8              | 4                 |
| Fungiidae                    | 4              | 3                 |
| Merulinidae                  | 2              | 3                 |
| Mussidae                     | 2              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 4              | 5                 |
| Pocilloporidae               | 1              | 3                 |
| Poritidae                    | 5              | 5                 |
| Siderastreidae               | 1              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>47</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>47</b>      |                   |

#### 4.3.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C)

Les algues couvrent la plus grande surface des groupes biotiques. 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 et sont recouvertes par une fine couche de sédiment. Les alcyonaires des genres *Sarcophyton* et *Sinularia* commencent à se développer : leur développement est difficile car ils recherchent des substrats durs 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 (*Fromia monilis*), l'holothurie (*Holothuria flovomaculata*), les éponges (*Hamigera strongylata*, *Cliona orientalis* et *C. jullienei*) et les anémones (*Discosoma* sp.)

Tableau n°026 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03C)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 5              | 5                 |
| Algue brune                       | 1              | 5                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 2              | 3                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 1              | 2                 |
| Ascidies                          | 0              | 0                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 1              | 1                 |
| Crinoïde                          | 0              | 0                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 1              | 1                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 0              | 0                 |
| Mollusque                         | 1              | 0                 |
| Spongiaire                        | 3              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>16</b>      |                   |

### 4.3.5 Les poissons (ST03)

La liste complète des résultats bruts<sup>9</sup> est fournie dans le [tableau 27](#).

Tableau n°027 : *Données sur les poissons (ST03)*

| PORT I Juin 2009 |                                | Transect  |            |            | Transect  |            |            | Transect  |            |            | Toute la Station |             |             |
|------------------|--------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------------|-------------|-------------|
| Fam              | Espèces                        | A         | A          | A          | B         | B          | B          | C         | C          | C          | Total            | Moyenne     |             |
|                  | Biodiversité = 9               | Nb        | Den        | Bio        | Nb        | Den        | Bio        | Nb        | Den        | Bio        | Nb               | Dens        | Biom        |
| Ble              | <i>Ecsenius bicolor</i>        | 1         | 0,1        | 0,1        |           |            |            |           |            |            | 1                | 0,03        | 0,03        |
| Cha              | <i>Chaetodon lunulatus</i>     | 2         | 0,1        | 1,0        |           |            |            |           |            |            | 2                | 0,02        | 0,34        |
| Epi              | <i>Cephalopholis boenak</i>    | 2         | 0,1        | 0,3        |           |            |            |           |            |            | 2                | 0,02        | 0,12        |
| Nem              | <i>Scolopsis bilineatus</i>    | 1         | 0,0        | 1,2        |           |            |            |           |            |            | 1                | 0,01        | 0,40        |
| Pom              | <i>Abudefduf whiteleyi</i>     | 4         | 0,2        | 2,1        |           |            |            |           |            |            | 4                | 0,07        | 0,70        |
| Pom              | <i>Chrysiptera rollandi</i>    | 3         | 0,3        | 0,1        | 5         | 0,5        | 0,1        | 2         | 0,2        | 0,0        | 10               | 0,33        | 0,07        |
| Pom              | <i>Dascyllus aruanus</i>       | 10        | 1,0        | 0,3        | 5         | 0,3        | 0,1        | 5         | 0,5        | 0,2        | 20               | 0,58        | 0,19        |
| Pom              | <i>Pomacentrus aurifrons</i>   | 20        | 2,0        | 1,6        | 20        | 0,7        | 0,5        | 15        | 0,8        | 0,6        | 55               | 1,14        | 0,88        |
| Pom              | <i>Pomacentrus moluccensis</i> | 10        | 0,5        | 0,3        | 7         | 0,4        | 0,2        | 10        | 0,5        | 0,3        | 27               | 0,45        | 0,25        |
|                  | <b>Total</b>                   | <b>53</b> | <b>4,3</b> | <b>6,9</b> | <b>37</b> | <b>1,8</b> | <b>0,9</b> | <b>32</b> | <b>2,0</b> | <b>1,1</b> | <b>122</b>       | <b>2,66</b> | <b>2,97</b> |

Sur l'ensemble de la station, 122 individus appartenant à 9 espèces différentes ([figure 15](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.7 poisson / m<sup>2</sup> ([figure 16](#)) pour une biomasse de 3 g/m<sup>2</sup>.

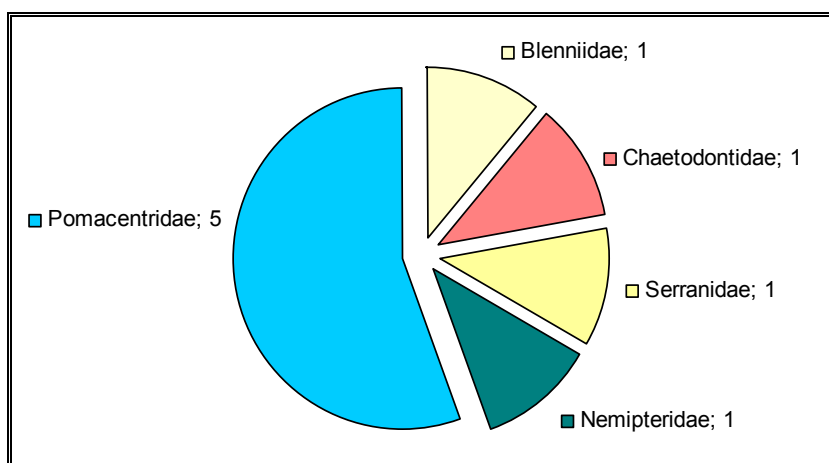


Figure n°015 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST03)*

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

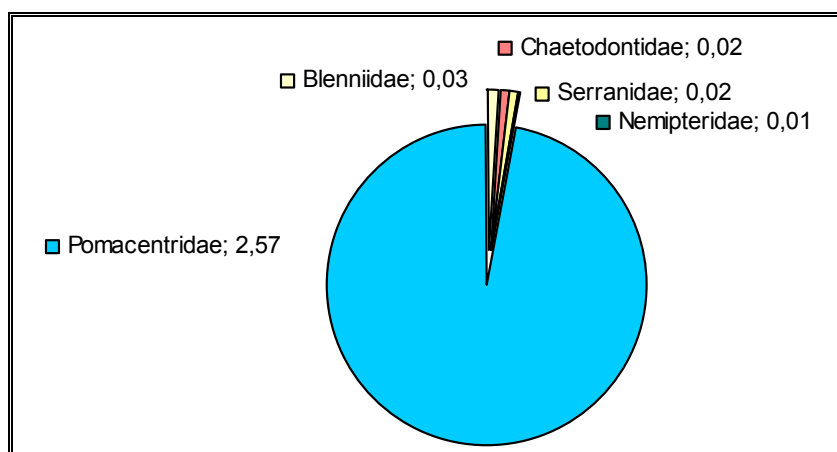


Figure n°016 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST03)

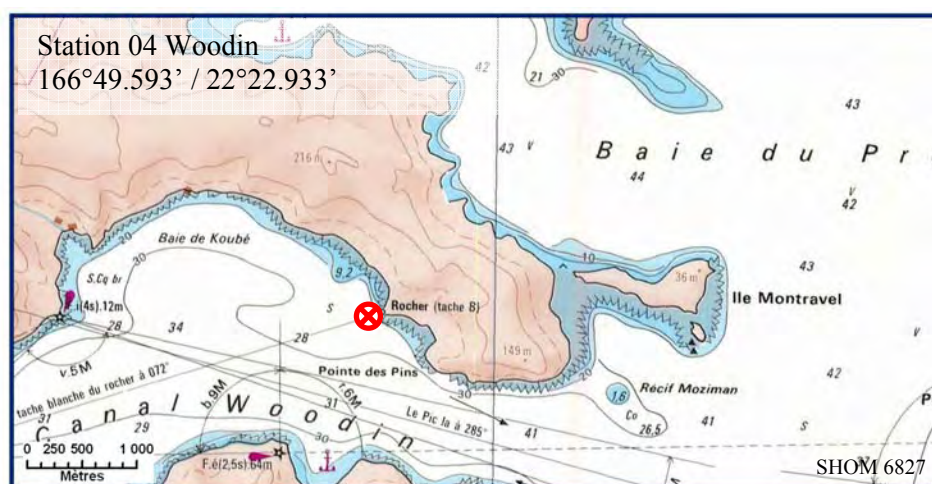
## 4.4 Station 04 = Woodin

### 4.4.1 Fiche descriptive (ST04)

#### 4.4.1.1 Localisation géographique (ST04)

La station 04 est située dans le canal Woodin.

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).



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



Photo n°014 : Position en surface par rapport à la côte (ST04)



Photo n°015 : Photographie aérienne du site de la station 04

La station est située face à un rocher blanc qui se trouve en bordure du rivage est du canal Woodin (photographie 14).

Elle a été installée sur le front récifal d'un récif frangeant. La pente est abrupte (40°), nivelée par trois étages de communautés coralliennes distinctes. Les trois transects ont été positionnés à 3.5 m, 10 m et 20 m de

profondeur afin de décrire chaque zone, en parallèle à la pente et dans une direction du sud-est vers le nord-ouest.

Le transect A est positionné à 3.5 mètres de profondeur, parallèlement à la pente. La colonisation des *Millepora* et de *Seriatopora hystrix* 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 (Erica ?) a certainement arraché les massifs du sommet de la pente. Ce phénomène est récent car le recouvrement corallien est faible et de petites colonies coralliennes recolonisent les roches.

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. Cependant les débris coralliens de cette même espèce jalonnent le substrat sableux du bas de tombant.

Attention : Le courant dans ce canal peut être très fort et il est impératif de se présenter à un étable pour pouvoir échantillonner cette station.

#### 4.4.1.2 Description générale (ST04)

Cette station présente un écosystème qui est singulier en Nouvelle-Calédonie : en sommet de récif frangeant, les *Millepora* forment de grands massifs de 3 mètres de diamètre et les *Seriatopora hystrix* se répartissent uniformément sur le substrat dur avec un recouvrement important. Le tombant est jalonné de blocs rocheux et de débris coralliens où s'édifient de petites colonies coralliennes ainsi que des massifs de *Millepora* et des *Tubastrea micrantha*. En bas de tombant, les colonies de *Tubastrea micrantha* sont remarquablement bien développées.

#### 4.4.1.3 Caractéristiques principales (ST04)

- ↳ Richesse spécifique des coraux en nette augmentation.
- ↳ Originalité des espèces benthiques adaptées à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée et turbidité soutenue).
- ↳ Présence en grand nombre de *Millepora*, *Seriatopora hystrix* et *Tubastrea micrantha*.
- ↳ Mortalité corallienne et nombreux débris.

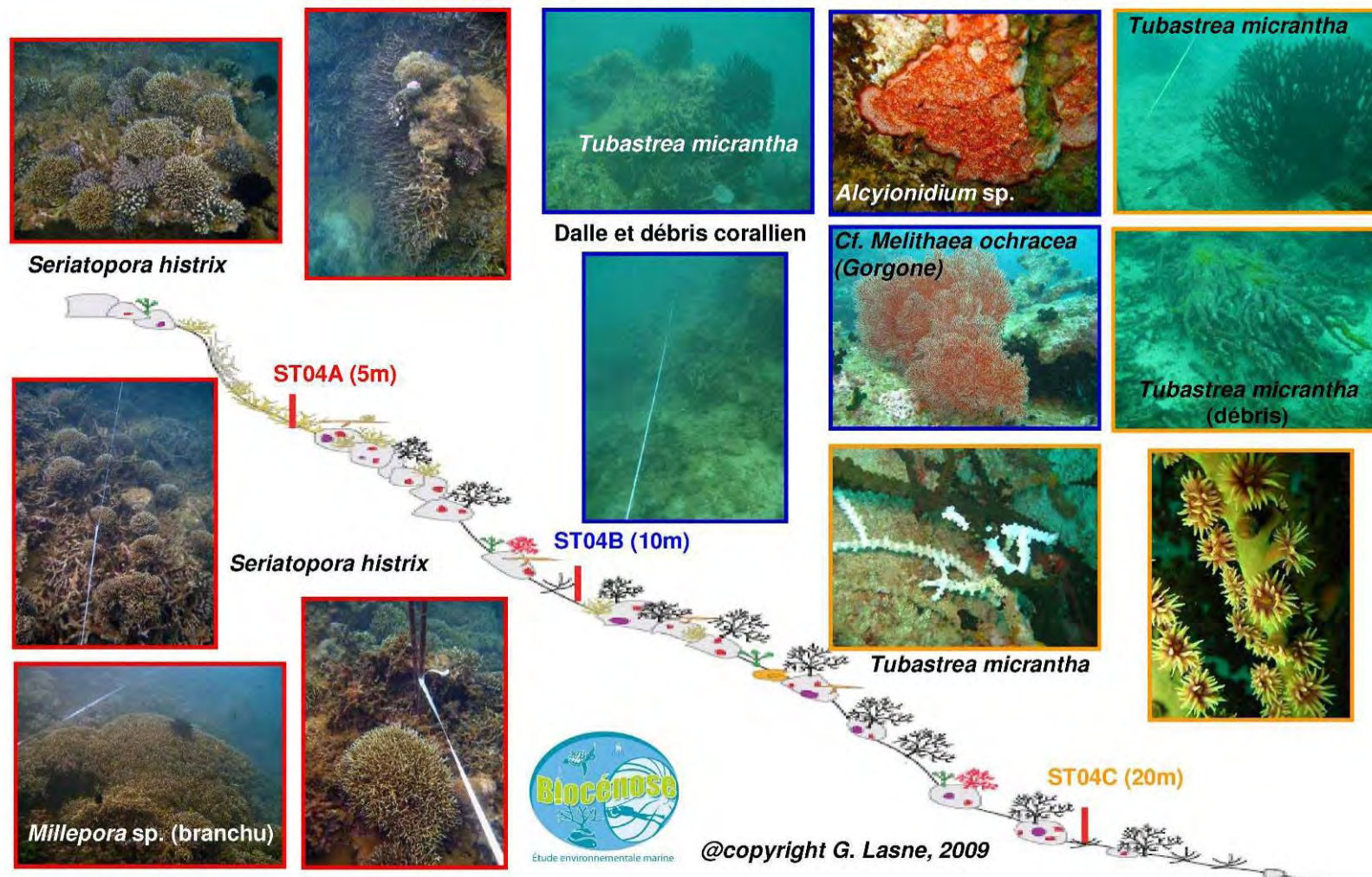
#### 4.4.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST04)

- ↳ Croissance importante des *Millepora*, des espèces *Seriatopora hystrix* et *Tubastrea micrantha*.
- ↳ Développement important de *Hamigera strongylata* et *Cymbastella cantharella* (éponges) et de *Alcyonidium* sp. (bryzoaire).
- ↳ Recrutement corallien faible (mais quelques colonies coralliennes juvéniles présentes).
- ↳ Faible blanchissement corallien, quelques colonies présentent des stigmates (*Seriatopora hystrix*, *Stylophora pistillata*, *Tubastrea micrantha*, *Fungia*, *Montipora* et quelques *Acropora*).



#### 4.4.2 Schéma structural (ST04)

### STATION 4 - Canal Woodin (Récif frangeant de canal, courant de marée très fort)





#### 4.4.3 Le substrat (ST04)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 17](#) pour le transect A, dans la [figure 1789](#) pour le transect B et dans la [figure 19](#) pour le transect C.

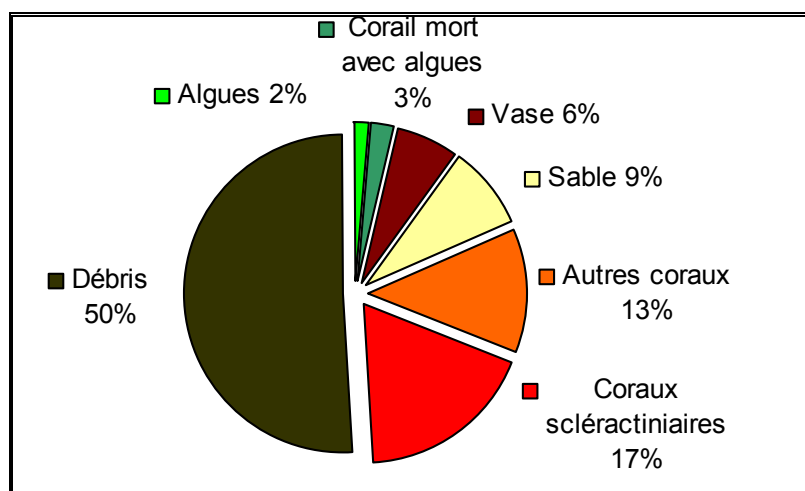


Figure n°017 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A*

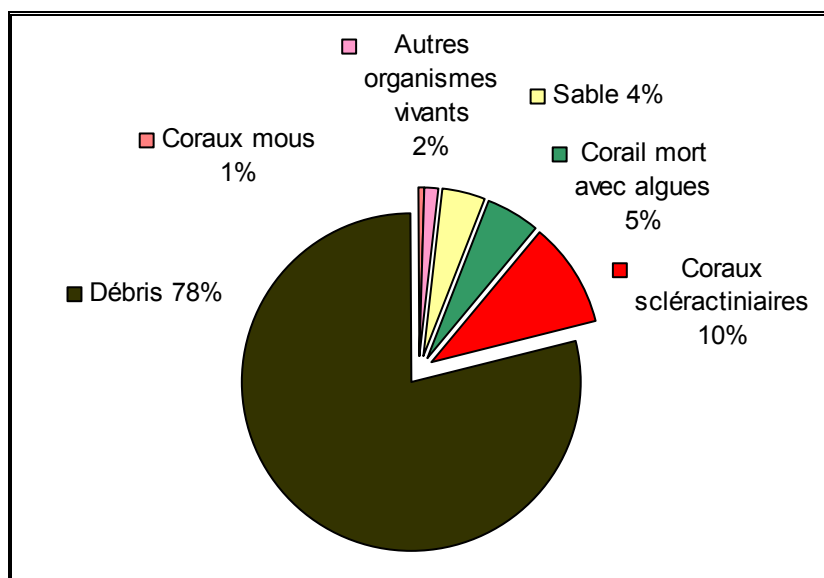


Figure n°018 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B*

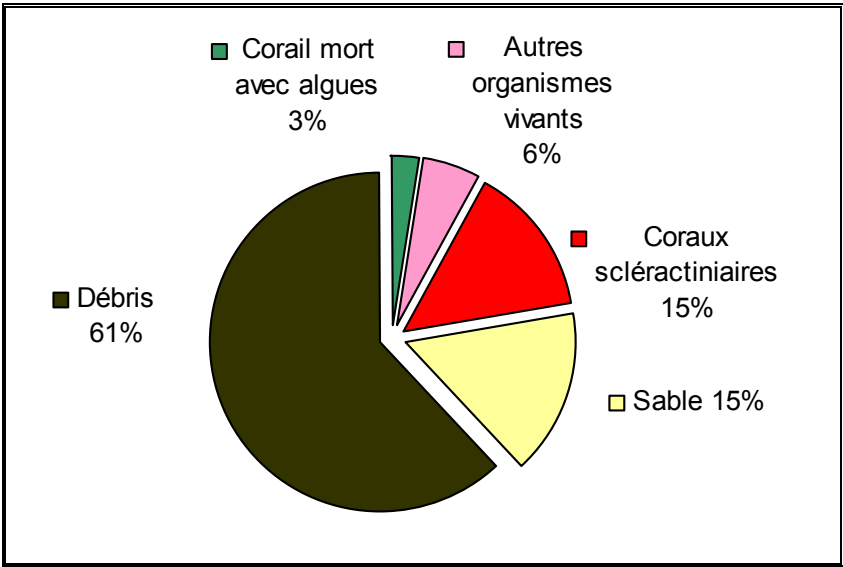


Figure n°019 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C

Le substrat est majoritairement abiotique à cette station et composé de débris avec un peu de sable en bas de tombant.

Les coraux scléactiniaires sont bien représentés aux 3 transects (18%, 10% et 14.5%) et il faut surtout signaler la présence de corail de feu (*Millepora*) sur le transect A (12.5%).

Les 3 transects sont globalement stables par rapport à la mission précédente.

4.4.4 Le benthos (ST04)

La liste des taxons cibles<sup>10</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 25](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de quelques algues, échinodermes et mollusques et de plusieurs éponges perforantes.

Tableau n°028 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 04

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                | ESPECE             | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                      |                    | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>      | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>    | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>     | <i>variegata</i>   |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>        | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>  | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>     | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>    | <i>ornata</i>      |            |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>  | <i>armata</i>      |            |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | sp.                | 2          | 2          | 1          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | <i>van bossea</i>  |            |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>    | <i>hawaiiensis</i> |            |            |            |
|               | Floriophyceae     | <i>Plocamium</i>     | <i>armatum</i>     |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | <i>fragilis</i>    |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | sp.                |            |            |            |

<sup>10</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).

|               |                  |                        |                      |          |          |   |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|----------|----------|---|
|               | Galaxauraceae    | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>     |          |          |   |
|               | Indéterminée     |                        |                      |          |          |   |
|               | Liagoraceae      | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>     |          |          |   |
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |          |          |   |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  |          |          |   |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  | 2        | -2       |   |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |          |          |   |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |          |          |   |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |          |          |   |
|               | Dasycladacea     | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |          |          |   |
|               | Dasycladacea     | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   | 2        | 2        | 2 |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 4 (3spp) | 2 (2spp) |   |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluisii</i>     |          |          |   |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastigiata</i>    | 2        |          |   |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  |          |          |   |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       | -1       |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |          | -1       |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |          |          |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |          | -1       |   |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |          |          |   |
| Crinoide      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  | 2        |          |   |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |          |          |   |
|               | Indéterminée     |                        |                      | 3        | 3        | 4 |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       | 2        | 2        |   |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |          |          |   |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |          |          |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |          |          |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |          |          |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        | 2        |          | 2 |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |          |          |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |          |          |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |          |          |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |          |          |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |          |          |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |          |          |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |          |          |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |          |          |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |          |          |   |
| Mollusque     | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |          |          |   |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |          |          |   |

|            |             |                 |                   |   |   |   |
|------------|-------------|-----------------|-------------------|---|---|---|
|            | Tridacnidae | <i>Tridacna</i> | <i>maxima</i>     | 1 |   |   |
|            | Tridacnidae | <i>Tridacna</i> | <i>squamosa</i>   | 1 | 1 |   |
|            | Trochidae   | <i>Trochus</i>  | <i>niloticus</i>  |   |   |   |
|            | Trochidae   | <i>Trochus</i>  | sp.               |   |   |   |
| Spongiaire | Clionidae   | <i>Cliona</i>   | <i>jullienei</i>  | 3 | 3 | 3 |
|            | Clionidae   | <i>Cliona</i>   | <i>orientalis</i> | 3 | 3 | 2 |

#### 4.4.4.1 Benthos Transect 04 A

##### 4.4.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST04A)

Les conditions hydrodynamiques intenses (courant de marée) et la luminosité réduite par la turbidité de l'eau favorisent le développement de certaines espèces. Les colonies de *Millepora* branchues et encroûtantes sont particulièrement bien étendues (2 à 3 mètres de diamètre). Les *Seriatopora hystrix* se développent en petits buissons répartis de manière homogène en haut de récif. Cependant la zone présente une mortalité corallienne importante, de grandes colonies d'*Acropora* tabulaires sont retournées ou bien encore en place et colonisées par des éponges, des alcyonaires et des *Tubastrea* sp.

A noter la présence de *Psammocora profundacella*, *Coscinaraea columna*, *C. exesa* et de *Polyphyllia talpina*.

Tableau n°029 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04A)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 7              | 5                    |
| Agaraciidae                  | 2              | 2                    |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 4              | 4                    |
| Faviidae                     | 10             | 3                    |
| Fungiidae                    | 3              | 2                    |
| Merulinidae                  | 1              | 2                    |
| Mussidae                     | 2              | 2                    |
| Oculinidae                   | 2              | 2                    |
| Pectiniidae                  | 1              | 2                    |
| Pocilloporidae               | 3              | 5                    |
| Poritidae                    | 1              | 2                    |
| Siderastreidae               | 4              | 2                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>40</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 3              | 5                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>43</b>      |                      |

La richesse spécifique des coraux a augmenté : ce niveau bathymétrique est colonisé par 43 espèces

coralliennes (vs 28 en 2008) dont trois espèces de *Millepora* (encroûtant, branchu et sub massif). Les familles scléractiniaires (25 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (6 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons) et les Dendrophyllidae (3 taxons).

#### 4.4.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A)

Les éponges encroûtantes, *Cliona* cf. *jullieni* et *Cliona orientalis* colonisent les coraux morts et les débris coralliens, ce qui dénote un affaiblissement des scléractiniaires.

Les alcyonaires sont variés (*Sarcophyton*, *Lobophytum*, *Drendronephthya*, *Klyxum* et *Nephthea*) mais leur recouvrement est faible. Les crinoïdes affectionnent la colonisation des *Tubastrea micrantha* et des *Acropora* tabulaires morts.

Les algues vertes sont moins abondantes (*Halimeda* sp., *Neomeris van bossea* et *Caulerpa* sp.) mais sont toujours éparpillées sur les débris coralliens et le sable.

Les oursins (*Diadema setosum*) sont dissimulés dans les cavités des roches. On retrouve une distribution variable entre les missions. Les oursins sont plus ou moins abondants selon les niveaux bathymétriques et les périodes de recensement.

Tableau n°030 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 6              | 4                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 6              | 4                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 0              | 0                 |
| Bryzoaire                         | 1              | 4                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 2              | 3                 |
| Echinides                         | 1              | 2                 |
| Holothurie                        | 1              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 3              | 2                 |
| Spongiaire                        | 4              | 4                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>26</b>      |                   |

#### 4.4.4.2 Benthos Transect 04 B

##### 4.4.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST04B)

Les éboulements de roche n'ont pas tout détruit, plusieurs grandes colonies de *Millepora* et de *Tubastrea micrantha* se développent. Les massifs de *Millepora* sont de taille plus petite qu'au niveau bathymétrique supérieur mais restent toujours importante. Les grandes colonies de *Tubastrea micrantha* se développent

perpendiculairement au courant de marée. Les autres colonies de scléactiniaires sont de petites tailles et la richesse spécifique est faible. A noter la présence de *Cyphastrea japonica*, *Mycedium elephantotus*, *Scolymia vitiensis*, *Merulina scabricula*, *Stylocoeniella armata* et de *Polyphyllia talpina*.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 39 espèces coralliennes dont trois espèces de *Millepora* (encroûtant, branchu et sub massif), deux espèces d'antipathaire et une espèce de gorgone (*Astrogorgia mangolia*). Les familles scléactiniales (32 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (8 taxons), les Acroporidae (4 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons) et les Fungiidae (3 taxons).

Tableau n°031 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04B)*

| Famille                     | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|-----------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléactiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                 | 4              | 2                    |
| Agaraciidae                 | 1              | 2                    |
| Astrocoeniidae              | 1              | 1                    |
| Caryophyllidae              | 0              |                      |
| Dendrophyllidae             | 4              | 5                    |
| Faviidae                    | 8              | 3                    |
| Fungiidae                   | 3              | 2                    |
| Merulinidae                 | 2              | 3                    |
| Mussidae                    | 2              | 2                    |
| Oculinidae                  | 2              | 2                    |
| Pectiniidae                 | 1              | 1                    |
| Pocilloporidae              | 3              | 3                    |
| Poritidae                   | 1              | 2                    |
| Siderastreidae              | 0              | 0                    |
| <b>Total scléactiniaire</b> | <b>32</b>      |                      |
| <b>Non Scléactiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                | 3              | 5                    |
| Tubiporidae                 | 0              | 0                    |
| Gorgone                     | 2              | 2                    |
| Antipathaire                | 2              | 2                    |
| <b>Total coraux</b>         | <b>39</b>      |                      |

#### 4.4.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B)

Les éboulis de roche et les conditions hydrodynamiques et de turbidité ont favorisé la colonisation des macrophytes et des spongiaires à la défaveur des madréporaires.

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est la plus importante des stations de la baie de Prony et du canal Woodin.

Parmi les éponges *Hamigera strongylata*, *Cliona* cf. *jullienei*, *C. orientalis* et *Stellata globostellata* encroûtent de manière importante les blocs rocheux et les débris coralliens. Une éponge noire (indéterminée) se répartie par petites colonies sur les substrats durs. A noter la présence de *Cymbastella cantharella*.

Les alcyonaires sont de petite taille et un peu plus abondants que pour le niveau bathymétrique supérieur (*Sarcophyton*, *Lobophytum*, *Nephthea* et *Dreidronephthya*). Les crinoïdes affectionnent les colonies coralliennes de *Tubastrea micrantha* et des *Acropora* tabulaires morts (colonies exposées aux courants).

Les algues vertes (*Halimeda* sp.) se développent modérément sur les débris coralliens et sur le sable (absence de *Caulerpa* sp.). Les algues rouges sont représentées par les *Amphiroa* et les algues brunes sont absentes.

Les bryozoaires *Alcyonidium* sp. sont particulièrement bien développés, ils recouvrent les blocs rocheux sur des surfaces de 0.5 m<sup>2</sup>.

Tableau n°032 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04B)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 5              | 3                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 3              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 0              | 0                 |
| Bryzoaire                         | 1              | 5                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 3                 |
| Echinides                         | 1              | 2                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 3                 |
| Mollusque                         | 4              | 2                 |
| Spongiaire                        | 7              | 5                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>25</b>      |                   |

#### 4.4.4.3 Benthos Transect 04 C

##### 4.4.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST04C)

La richesse spécifique corallienne est réduite et figure en dernière position au regard de tous les transects étudiés dans le canal de la Havannah et de la baie de Prony. Ce transect présente seulement 13 espèces coralliennes. Les colonies de *Tubastrea micrantha* sont bien développées mais le reste des espèces est représenté par une ou deux colonies *Pachyseris speciosa*, *Cyphastrea* sp., *C. chalciculum*, *Oxypora glabra*. *Acropora* tabulaire, *Favites* et *Psammocora superficialis*.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 13 espèces coralliennes dont une gorgone *Astrogorgia mangolia*. Les familles scléractiniales (12 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (5 taxons) et les Acroporidae (3 taxons).

Tableau n°033 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 3              | 2                 |
| Agaraciidae                  | 1              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 1              | 5                 |
| Faviidae                     | 5              | 2                 |
| Fungiidae                    | 1              | 1                 |
| Merulinidae                  | 0              | 0                 |
| Mussidae                     | 0              | 0                 |
| Oculinidae                   | 0              | 0                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 1                 |
| Pocilloporidae               | 0              | 0                 |
| Poritidae                    | 0              | 0                 |
| Siderastreidae               | 0              | 0                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>12</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 1              | 1                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>13</b>      |                   |

#### 4.4.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C)

Les éponges encroûtantes *Hamigera strongylata*, *Cliona julliinei* 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. De grandes *Dactylia delicata* se développent en orgue sur les débris coralliens.

Les crinoïdes sont nombreuses et installées sur les *Tubastrea micrantha* vivants (colonies exposées aux courants) et le reste des substrats durs exposés aux courants (débris, roches).

Tout comme la zone des 10 mètres de profondeur, les bryozoaires *Alcyonidium* sp. sont particulièrement bien développés et recouvrent les blocs rocheux sur des surfaces de 0.5 m².

Les alcyonaires sont de petite taille et peu abondants (*Lobophytum*, *Sinularia* et *Drendronephthya*).

Les macrophytes se développent très peu dans ce milieu turbide, car la pénétration de la lumière est atténuée par les particules sédimentaires et ne permet pas une bonne photosynthèse. Les algues brunes sont absentes et seuls quelques thalles d'algues vertes (*Neomeris van bossea*) et d'algues rouges (*Amphiroa* sp.) se répartissent à travers les débris coralliens.



Tableau n°034 : *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                       | 1              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 0              | 0                 |
| Bryzoaire                         | 1              | 5                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 4                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 1              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 3                 |
| Mollusque                         | 2              | 3                 |
| Spongiaire                        | 8              | 4                 |
| Zoanthaire                        | 2              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>21</b>      |                   |

#### 4.4.5 Les poissons (ST04)

Sur l'ensemble de la station<sup>11</sup>, 386 individus appartenant à 36 espèces différentes (figure 20) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.8 poissons / m<sup>2</sup> (figure 21) pour une biomasse de 428.3 g/m<sup>2</sup>.

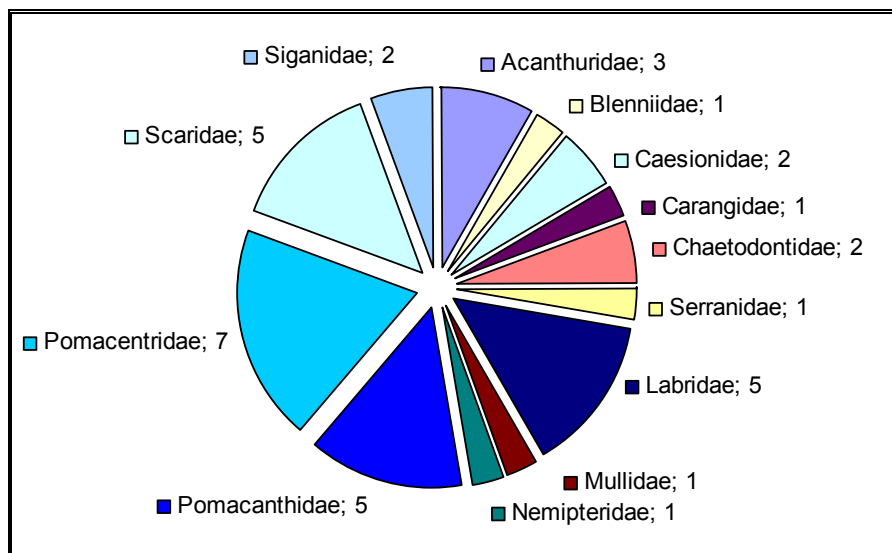


Figure n°020 : *Richeur spécifique par famille de poissons (ST04)*

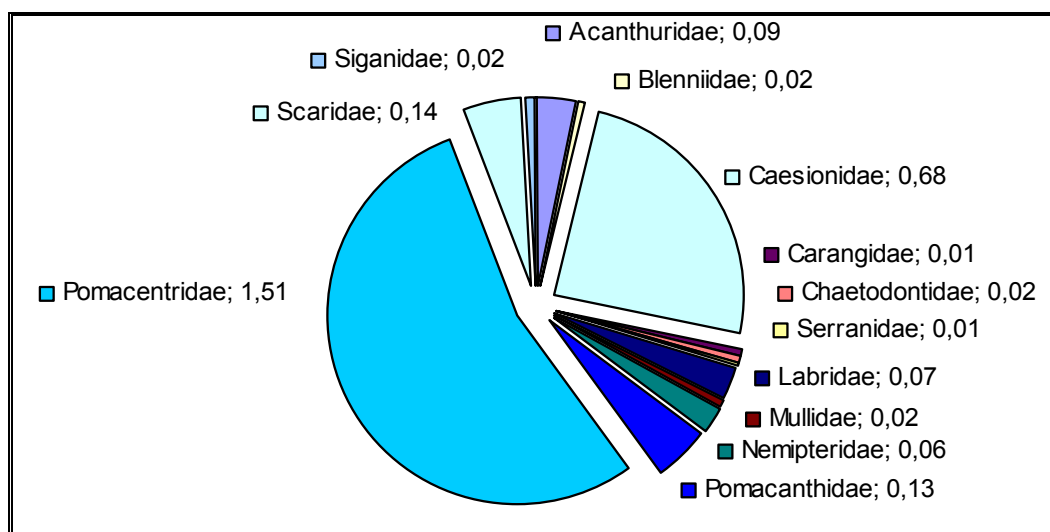


Figure n°021 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST04)*

La liste complète des résultats bruts est fournie dans le [tableau 35](#).

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

Tableau n°035 : Données sur les poissons (ST04)

| WOODIN Juin 2009 |                                       | Transect  |            |             | Transect   |            |              | Transect   |            |              | Toute la Station |             |               |
|------------------|---------------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------------|-------------|---------------|
| Fam              | Espèces                               | A         | A          | A           | B          | B          | B            | C          | C          | C            | Total            | Moyenne     |               |
|                  | Biodiversité = 36                     | Nb        | Den        | Bio         | Nb         | Den        | Bio          | Nb         | Den        | Bio          | Nb               | Dens        | Biom          |
| Aca              | <i>Acanthurus blochii</i>             |           |            |             | 2,00       | 0,0        | 8,8          | 4          | 0,1        | 60,4         | 6                | 0,04        | 23,10         |
| Aca              | <i>Ctenochaetus striatus</i>          | 4         | 0,1        | 1,6         |            |            |              |            |            |              | 4                | 0,03        | 0,55          |
| Aca              | <i>Zebrasoma scopas</i>               | 1         | 0,0        | 1,6         | 3          | 0,1        | 1,0          |            |            |              | 4                | 0,02        | 0,87          |
| Ble              | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>       |           |            |             | 1          | 0,1        | 0,0          |            |            |              | 1                | 0,02        | 0,01          |
| Cae              | <i>Caesio caeruleaurea</i>            |           |            |             | 50         | 0,7        | 216,8        | 100        | 0,7        | 202,4        | 150              | 0,46        | 139,74        |
| Cae              | <i>Caesio cuning</i>                  |           |            |             | 15         | 0,2        | 32,0         | 20         | 0,5        | 324,0        | 35               | 0,22        | 118,67        |
| Car              | <i>Caranx papuensis</i>               |           |            |             | 1          | 0,0        | 3,7          |            |            |              | 1                | 0,01        | 1,24          |
| Cha              | <i>Coradion altivelis</i>             |           |            |             |            |            |              | 2          | 0,1        | 1,9          | 2                | 0,02        | 0,63          |
| Cha              | <i>Heniochus acuminatus</i>           |           |            |             |            |            |              | 1          | 0,0        | 171,0        | 1                | 0,00        | 57,01         |
| Epi              | <i>Plectropomus leopardus</i>         |           |            |             |            |            |              | 2          | 0,0        | 40,4         | 2                | 0,01        | 13,48         |
| Lab              | <i>Anampses femininus</i>             | 1         | 0,1        | 0,4         |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,02        | 0,13          |
| Lab              | <i>Cheilinus chlorourus</i>           |           |            |             |            |            |              | 1          | 0,0        | 0,5          | 1                | 0,01        | 0,15          |
| Lab              | <i>Cheilinus trilobatus</i>           |           |            |             | 1          | 0,0        | 1,6          |            |            |              | 1                | 0,01        | 0,53          |
| Lab              | <i>Labroides dimidiatus</i>           |           |            |             | 2          | 0,1        | 0,1          |            |            |              | 2                | 0,02        | 0,02          |
| Lab              | <i>Thalassoma lunare</i>              |           |            |             | 2          | 0,0        | 0,4          |            |            |              | 2                | 0,01        | 0,13          |
| Mul              | <i>Parupeneus ciliatus</i>            |           |            |             | 2          | 0,1        | 0,6          |            |            |              | 2                | 0,02        | 0,21          |
| Nem              | <i>Scolopsis bilineatus</i>           | 3         | 0,1        | 19,0        | 4          | 0,1        | 3,0          |            |            |              | 7                | 0,06        | 7,35          |
| Poc              | <i>Centropyge bicolor</i>             |           |            |             | 2          | 0,1        | 0,3          | 2          | 0,0        | 0,2          | 4                | 0,04        | 0,17          |
| Poc              | <i>Centropyge tibicen</i>             |           |            |             | 3          | 0,1        | 0,3          |            |            |              | 3                | 0,02        | 0,09          |
| Poc              | <i>Chaetodontoplus conspicillatus</i> |           |            |             |            |            |              | 4          | 0,1        | 13,0         | 4                | 0,00        | 4,32          |
| Poc              | <i>Pomacanthus semicirculatus</i>     |           |            |             | 1          | 0,0        | 23,5         |            |            |              | 1                | 0,01        | 7,85          |
| Poc              | <i>Pygoplites diacanthus</i>          |           |            |             | 2          | 0,1        | 79,5         |            |            |              | 2                | 0,03        | 26,49         |
| Pom              | <i>Abudefduf whiteleyi</i>            | 12        | 0,3        | 6,8         | 50         | 0,7        | 2,5          |            |            |              | 62               | 0,34        | 3,10          |
| Pom              | <i>Chrysiptera rollandi</i>           | 4         | 0,2        | 0,0         | 3          | 0,3        | 0,1          |            |            |              | 7                | 0,17        | 0,02          |
| Pom              | <i>Chrysiptera taupou</i>             | 5         | 0,2        | 0,0         |            |            |              |            |            |              | 5                | 0,06        | 0,01          |
| Pom              | <i>Dascyllus reticulatus</i>          |           |            |             | 10         | 0,3        | 0,3          |            |            |              | 10               | 0,11        | 0,11          |
| Pom              | <i>Dascyllus trimaculatus</i>         |           |            |             | 10         | 1,0        | 1,1          |            |            |              | 10               | 0,33        | 0,36          |
| Pom              | <i>Pomacentrus aurifrons</i>          | 25        | 0,8        | 0,6         |            |            |              |            |            |              | 25               | 0,28        | 0,22          |
| Pom              | <i>Pomacentrus moluccensis</i>        | 5         | 0,5        | 0,2         | 5          | 0,2        | 0,1          |            |            |              | 10               | 0,22        | 0,09          |
| Sca              | <i>Scarus altipinnis</i>              | 2         | 0,0        | 19,6        |            |            |              |            |            |              | 2                | 0,01        | 6,53          |
| Sca              | <i>Scarus bleekeri</i>                | 1         | 0,0        | 7,8         |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,00        | 2,59          |
| Sca              | <i>Scarus flavipectoralis</i>         |           |            |             | 3          | 0,1        | 7,0          | 10         | 0,2        | 14,0         | 13               | 0,10        | 7,01          |
| Sca              | <i>Scarus ghobban</i>                 |           |            |             | 1          | 0,0        | 3,5          |            |            |              | 1                | 0,00        | 1,18          |
| Sca              | <i>Cetoscarus ocellatus</i>           |           |            |             | 1          | 0,1        | 0,5          |            |            |              | 1                | 0,03        | 0,16          |
| Sig              | <i>Siganus argenteus</i>              |           |            |             |            |            |              | 1          | 0,0        | 11,9         | 1                | 0,01        | 3,95          |
| Sig              | <i>Siganus puellus</i>                |           |            |             | 2          | 0,0        | 0,7          |            |            |              | 2                | 0,01        | 0,24          |
|                  | <b>Total</b>                          | <b>63</b> | <b>2,2</b> | <b>57,6</b> | <b>176</b> | <b>4,3</b> | <b>387,5</b> | <b>147</b> | <b>1,7</b> | <b>839,7</b> | <b>386</b>       | <b>2,78</b> | <b>428,27</b> |

## 4.5 Station 05 = Récif Ioro

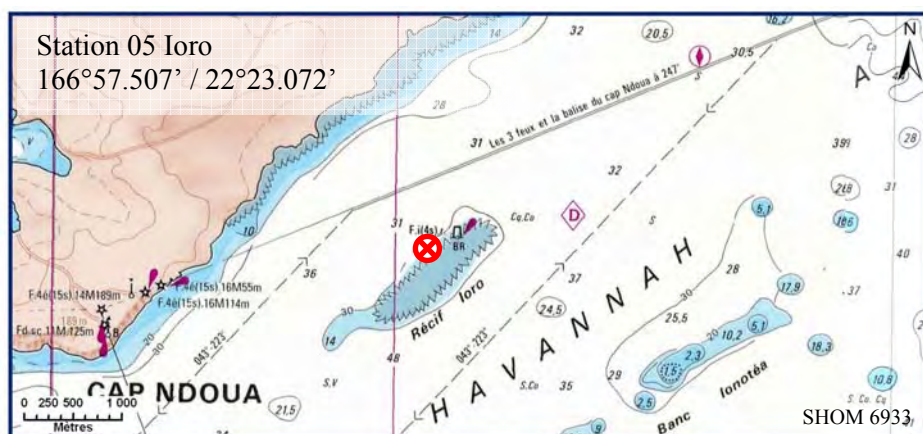
### 4.5.1 Fiche descriptive (ST05)

#### 4.5.1.1 Localisation géographique (ST05)

La station se situe sur la façade nord-est du récif de Ioro. Ce récif est soumis aux courants de marée et subi sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés, alors que sa façade nord-est est plus protégée.

La station est donc positionnée sous le vent, à environ 200 mètres dans le sud-ouest du feu signal de Ioro (photographie 16).

Cette façade est composée par une pente sédimentaire détritique (sable, débris et roche) inclinée à environ 35°. Les 3 transects ont été placés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 20 mètres profondeur et sont orientés du sud-ouest vers le nord-est.



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



Photo n°016 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05)



Photo n°017 : Photographie aérienne du site de la station 05

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.

#### 4.5.1.2 Description générale (ST05)

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.

#### 4.5.1.3 Caractéristiques principales (ST05)

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée).
- ↳ Présence en grand nombre de *Porites* massifs et branchus, *Millepora*, *Tubastrea micrantha*.
- ↳ Mortalité corallienne et nombreux débris.
- ↳ Attaque ancienne d'*Acanthaster planci*.
- ↳ Saisonnalité des algues rouges et vertes.

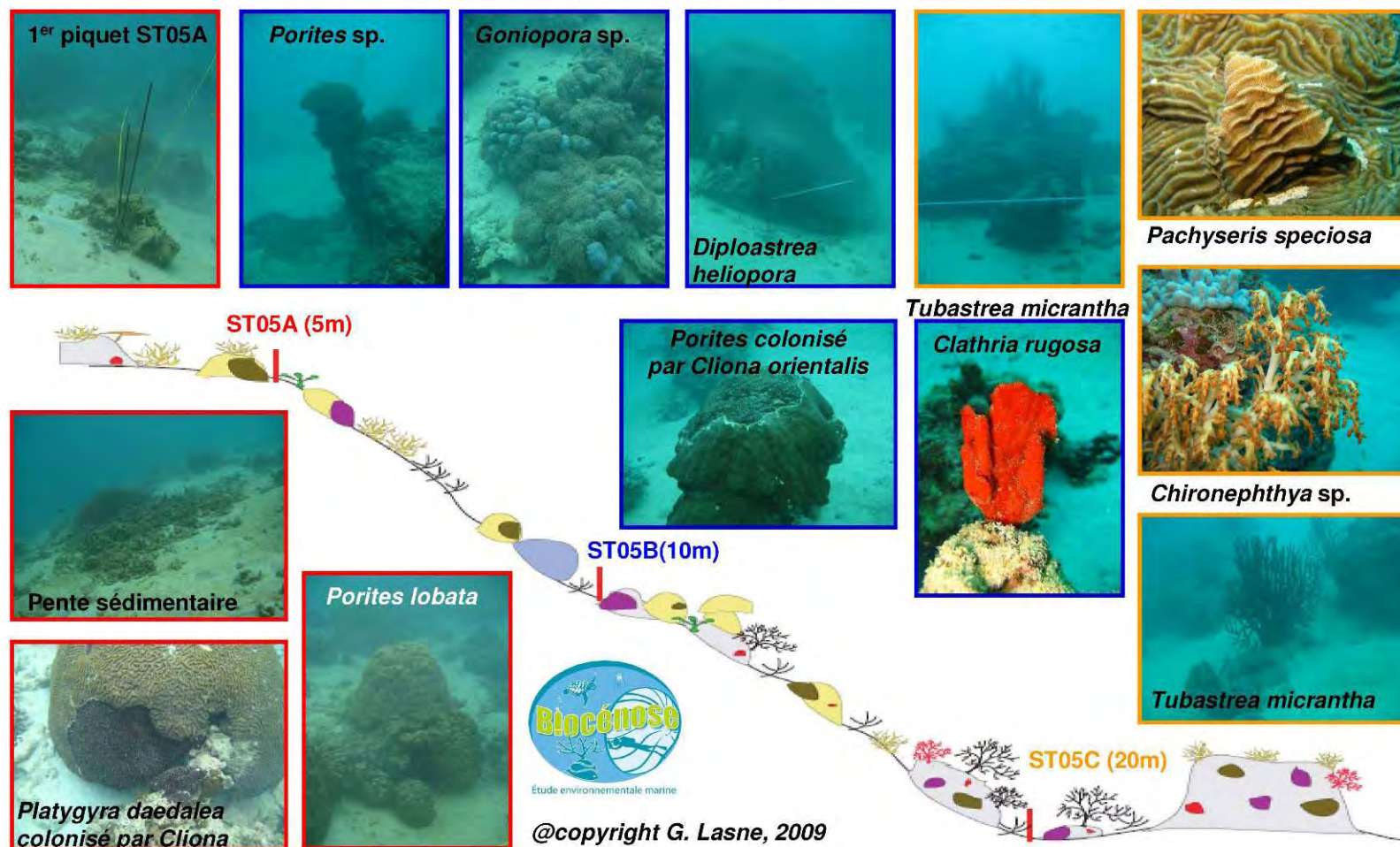
#### 4.5.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST05)

- ↳ Croissance des *Tubastrea micrantha*, *Porites nigrescens*, *Porites cylindrica*, *Porites* spp. massifs.
- ↳ Les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développés et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants.
- ↳ Développement de *Hamigera strongylata* (éponge encroûtante).
- ↳ Pas d'*Acanthaster planci* sur la station, ni sur le platier récifale à 500 m de la station.
- ↳ Richesse spécifique des coraux en augmentation.
- ↳ Richesse spécifique des invertébrés (hors coraux) en légère diminution pour les transect ST5A et ST5C et augmentation pour ST5B. Variation de niveau bathymétrique des *Holothurians*.
- ↳ Peu de blanchissement. Quelques colonies observées sur le transect supérieur (*Acropora* spp., *Pavona decussata*, *Pectinia paeonia*, *Seriatopora hystrix*).



## 4.5.2 Schéma structural (ST05)

### STATION 5 – Banc loro (Récif ennoyé, coté nord protégé des Alizés)



### 4.5.3 Le substrat (ST05)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 22](#) pour le transect A, dans la [figure 23](#) pour le transect B et dans la [figure 24](#) pour le transect C.

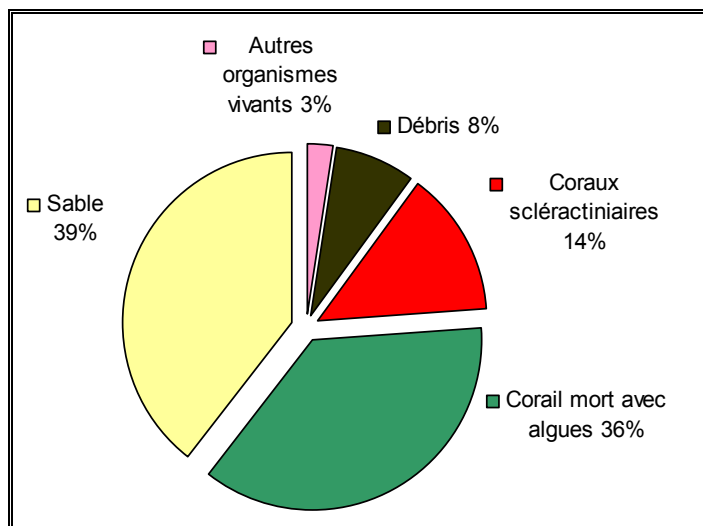


Figure n°022 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A*

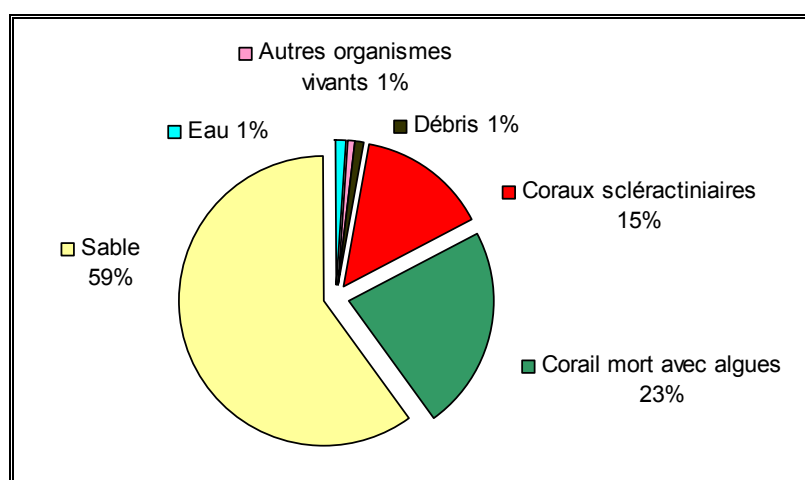


Figure n°023 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B*

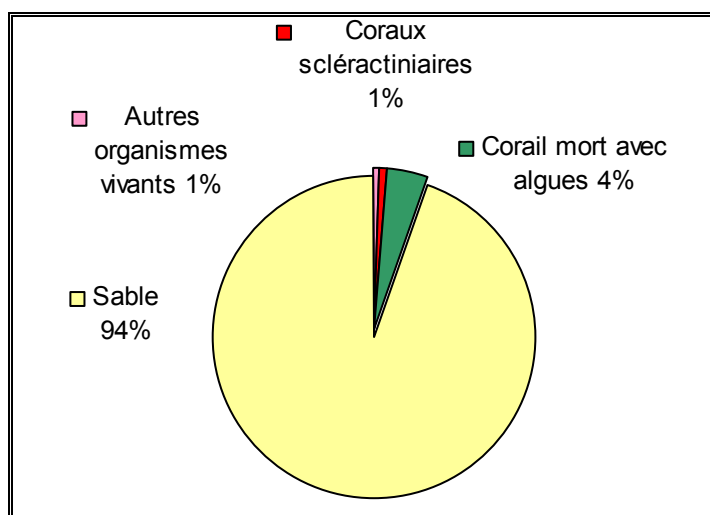


Figure n°024 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C

Le substrat est majoritairement abiotique à cette station, avec une proportion de sable qui augmente avec la profondeur (39.5%, 60% puis 94.5%).

Les coraux scléractiniaires ne sont représentés seulement que sur les deux premiers transects (14 et 14.5%).

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 substrat est peu colonisé, ce transect n'est cependant pas représentatif de cette zone, où on peut observer notamment de très beaux *Tubastrea micrantha*.

Les trois transects sont stables par rapport à la mission précédente.

#### 4.5.4 Le benthos (ST05)

La liste des taxons cibles<sup>12</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 36](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de rares algues, de quelques échinodermes (apparition d'étoiles de mer) et mollusques et de plusieurs éponges perforantes.

Tableau n°036 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 05

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE               | ESPECE             | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                     |                    | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>     | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>   | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>    | <i>variegata</i>   |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>       | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i> | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>    | sp.                | 2          |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>   | <i>ornata</i>      | 2          |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i> | <i>armata</i>      |            |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | sp.                | 3          | 2          | 2          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | <i>van bossea</i>  |            |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>   | <i>hawaiiensis</i> |            |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>    | <i>armatum</i>     |            |            |            |

<sup>12</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).



|               |                  |                        |                      |    |   |    |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|----|---|----|
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | <i>fragilis</i>      |    |   |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | sp.                  |    |   |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>     |    |   |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      |    |   |    |
|               | Liagoraceae      | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>     |    |   |    |
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |    |   |    |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  |    |   |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  |    |   |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |    |   |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |    |   |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |    |   |    |
|               | Dasycladaceae    | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |    |   |    |
|               | Dasycladaceae    | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   |    |   |    |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 2  |   |    |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluisii</i>     |    |   |    |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastgiata</i>     | 2  | 2 | 1  |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  |    |   |    |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |    | 1 |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |    |   |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |    | 1 |    |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |    |   |    |
| Crinoide      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |    |   |    |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |    | 2 |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      |    | 2 | 2  |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       | 2  | 2 | 2  |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   | 2  |   |    |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         | -1 |   |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |    |   |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |    |   |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        | -1 |   | -1 |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |    |   |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |    | 1 |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       | -2 | 1 |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |    |   |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |    |   |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |    |   | -1 |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |    |   |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |    | 1 | -1 |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |    |   |    |

|            |              |                 |                   |    |   |   |
|------------|--------------|-----------------|-------------------|----|---|---|
| Mollusque  | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>crocea</i>     |    |   |   |
|            | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>derasa</i>     |    |   |   |
|            | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>maxima</i>     | 2  |   |   |
|            | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>squamosa</i>   | -1 |   |   |
|            | Trochidae    | <i>Trochus</i>  | <i>niloticus</i>  |    |   |   |
|            | Trochidae    | <i>Trochus</i>  | sp.               |    |   |   |
| Spongiaire | Clionidae    | <i>Cliona</i>   | <i>jullienei</i>  | 3  | 2 | 2 |
|            | Clionidae    | <i>Cliona</i>   | <i>orientalis</i> | 3  | 4 | 4 |

#### 4.5.4.1 Benthos Transect 05 A

##### 4.5.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST05A)

Les familles scléractiniales Poritidae et Acroporidae sont particulièrement bien développées, ces 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.) et des formes branchues (*Porites cylindrica* et *Porites nigrescens*) ainsi que 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 petites tailles (*Cyphastrea japonica*, *Pectinia lactuca*, *Turbinaria mesenterina*, *T. peltata*, *T. reniformis*).

Tableau n°037 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05A)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 12             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 4              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 2                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 3              | 2                 |
| Faviidae                     | 9              | 4                 |
| Fungiidae                    | 2              | 3                 |
| Merulinidae                  | 2              | 2                 |
| Mussidae                     | 2              | 2                 |
| Oculinidae                   | 1              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 2              | 1                 |
| Pocilloporidae               | 3              | 3                 |
| Poritidae                    | 7              | 5                 |
| Siderastreidae               | 1              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>49</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 1              | 3                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>50</b>      |                   |

La mortalité corallienne est importante au regard des nombreux débris coralliens et des grosses patates de *Porites* mortes (encore à nue ou bien envahies par les éponges encroûtantes). Les dégradations sont de plusieurs types, dans le premier cas les conditions hydrodynamiques entraînent une casse importante des colonies branchues, dans le second les *Acanthaster planci* observées les années passées ont dévoré les colonies massives et les éponges encroûtantes sont en compétition spatiale avec les madrépores.

La richesse spécifique corallienne a augmenté. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 50 espèces coralliennes (vs 39), dont une espèce de *Millepora* branchu. Les familles scléractinaires (49 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (12 taxons), les Faviidae (9 taxons), les Poritidae (7 taxons) et les Agariciidae (4 taxons).

#### 4.5.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A)

Les macrophytes ne présentent pas un recouvrement important. Les algues rouges (*Amphiroa*), les algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata*) et les algues brunes (*Turbinaria ornata* et *Sargassum*) 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.

Tableau n°038 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05A)

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

Le haut de récif est dépourvu d'alcyonaire : seul un petit *Sarcophyton* s'est installé cette année. A contrario, les spongiaires sont relativement bien développés (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) et colonisent les substrats durs et empiètent sur les coraux vivants (espèces bio indicatrices de l'affaiblissement des coraux). A noter la présence rare de *Clathria rugosa*.

Les holothuries sont descendues au niveau bathymétrique inférieur (*Holothuria edulis*, *H. nobilis*, *Bohadschia argus*). Les échinides (*Diadema setosum*) se camouflent dans les cavités des blocs coralliens.

#### 4.5.4.2 Benthos Transect 05 B

##### 4.5.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST05B)

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 grandes tailles (2 à 3 mètres de diamètre). Les colonies branchues forment de petits massifs (*Porites nigrescens*, *Porites cylindrica* et *Millepora*). Les espèces *Merulina scabricula* et *Pachyseris speciosa* se développent aussi particulièrement bien.

Cependant comme pour le transect ST5A à 5 mètres de profondeur, nous avons constaté la détérioration antérieure d'une partie de la communauté corallienne (coraux morts en place) par les *Acanthaster planci* et par la colonisation spatiale des éponges encroûtantes.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 49 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchu. Les familles scléractiniales (48 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (10 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Faviidae (6 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons) et les Agariciidae (4 taxons).

Tableau n°039 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05B)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 10             | 4                    |
| Agariciidae                  | 4              | 3                    |
| Astrocoeniidae               | 1              | 1                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 4              | 2                    |
| Faviidae                     | 6              | 3                    |
| Fungiidae                    | 1              | 1                    |
| Merulinidae                  | 3              | 2                    |
| Mussidae                     | 2              | 2                    |
| Oculinidae                   | 2              | 3                    |
| Pectiniidae                  | 1              | 2                    |
| Pocilloporidae               | 5              | 3                    |
| Poritidae                    | 7              | 5                    |
| Siderastreidae               | 2              | 2                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>48</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 1              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>49</b>      |                      |

##### 4.5.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B)

Les macrophytes ont un recouvrement très faible. Quelques thalles de *Chlorodesmis fastigiata* et d'*Amphiroa* sont disséminés à travers les débris et les massifs coralliens.

Les alcyonaires (*Sarcophyton* et *Simularia*) et les ascidies *Polycarpa cryptocarpa* et une *P. clavata* sont également très peu représentés dans cette station.

Les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développés et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants. A noter la présence des spongiaires *Hamigera strongylata*, *Clathria bargibanti* et *C. rugosa*.

Les mollusques *Arca ventricosa* sont incrustés dans les patates de *Porites* et les espèces *Hyotissa sp.*, *Lopha crystagali*, *Pedum spondylcidum* et *Spondylus sp.* sont camouflées sur les blocs coralliens.

L'évolution notable est caractérisée par la présence nouvelle de bryozoaires (*Alcyonidium*), d'astéries (*Gomophia*, *Nardoa*) et d'holothuries (*H. fuscopunctata*, *T. ananas*, et *H. nobilis*) recensés aux étages supérieurs et inférieurs les missions précédentes.

Tableau n°040 : 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                 |
| Cyanobactérie                     | 0              | 0                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 2              | 2                 |
| Bryzoaire                         | 1              | 3                 |
| Astérie                           | 2              | 2                 |
| Crinoïde                          | 2              | 2                 |
| Echinides                         | 1              | 2                 |
| Holothurie                        | 3              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 2              | 2                 |
| Mollusque                         | 6              | 4                 |
| Spongiaire                        | 5              | 5                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 1                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>29</b>      |                   |

#### 4.5.4.3 Benthos Transect 05 C

##### 4.5.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST05C)

Les colonies coralliennes de *Tubastrea micrantha* sont nombreuses et bien développées (perpendiculairement au courant). Les autres espèces sont en majorité de petites tailles 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 amicornum*, *Turbinaria mesenterina* et *T. Peltata*).

La richesse spécifique et le recouvrement corallien en bas de pente sédimentaire ont augmenté. Ce niveau

bathymétrique est colonisé par 44 espèces coralliennes (vs 33 en octobre 2008) dont une espèce de *Millepora* branchu et deux espèces d'antipathaires. Les familles scléractiniaires (41 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Acroporidae (4 taxons), les Agariciidae (3 taxons) et les Dendrophyllidae (3 taxons).

Tableau n°041 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 4              | 2                    |
| Agariciidae                  | 3              | 2                    |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 3              | 4                    |
| Faviidae                     | 13             | 3                    |
| Fungiidae                    | 1              | 2                    |
| Merulinidae                  | 2              | 2                    |
| Mussidae                     | 6              | 3                    |
| Oculinidae                   | 2              | 2                    |
| Pectiniidae                  | 1              | 0                    |
| Pocilloporidae               | 2              | 2                    |
| Poritidae                    | 2              | 2                    |
| Siderastreidae               | 2              | 1                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>41</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 1              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 2              | 2                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>44</b>      |                      |

#### 4.5.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C)

Le recouvrement abiotique est majoritairement composé de sable coquillé : peu d'organismes colonisent ce substrat meuble : les holothuries (*Stichopus stichopus*, *Thelenota ananas* et *Holothuria edulis*) ont migré pour le niveau bathymétrique supérieur.

Quelques spongiaires *Clathria rugosa* et de rares ascidies *Polycarpa clavata* ont été observées. Elles sont fixées sur des débris coralliens enfouis dans le sable.

Les algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata*), les algues rouges (*Amphiroa*) et les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*) sont installées sur les débris et les massifs coralliens. Les alcyonaires sont peu nombreux mais sont un peu plus variés que pour les niveaux bathymétriques supérieurs (*Sarcophyton*, *Lobophytum*, *Sinularia* et *Drendronephthya*). A noter la présence d'alcyonaire (*Chironephthya*) qui paraît être flétri mais c'est une variation de morphologie selon la saisonnalité.

Les bryozoaires (*Alcyonidium* 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.

Tableau n°042 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05C)*

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 5              | 3                    |
| Algue brune                          | 0              | 0                    |
| Algue rouge                          | 1              | 2                    |
| Algue verte                          | 1              | 1                    |
| Cyanobactérie                        | 0              | 0                    |
| Anémone                              | 1              | 1                    |
| Ascidies                             | 1              | 2                    |
| Bryzoaire                            | 1              | 4                    |
| Astérie                              | 0              | 0                    |
| Crinoïde                             | 1              | 2                    |
| Echinides                            | 1              | 2                    |
| Holothurie                           | 0              | 0                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 1              | 3                    |
| Mollusque                            | 2              | 1                    |
| Spongiaire                           | 7              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 1              | 2                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>23</b>      |                      |

#### 4.5.5 Les poissons (ST05)

Sur l'ensemble de la station<sup>13</sup>, 554 individus appartenant à 45 espèces différentes (figure 25) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.8 poissons / m<sup>2</sup> (figure 26) pour une biomasse de 300 g/m<sup>2</sup>.

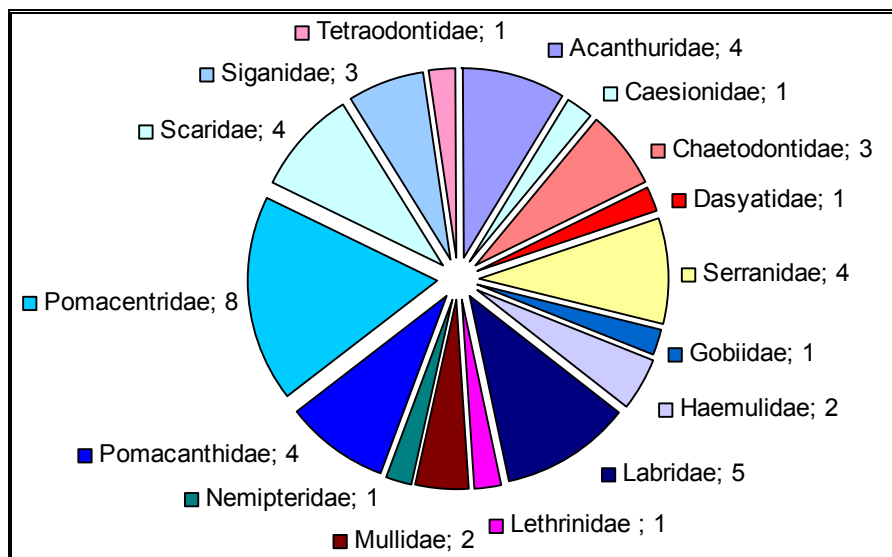


Figure n°025 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST05)*

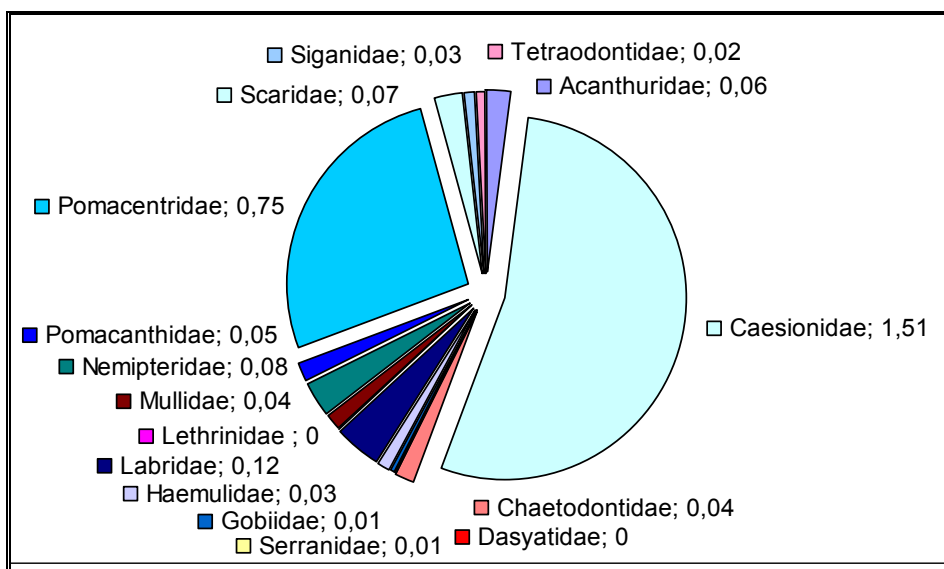


Figure n°026 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST05)*

La liste complète des résultats bruts est fournie dans le [tableau 43](#).

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



Tableau n°043 : Données sur les poissons (ST05)

| IORO Juin 2009 |                                      | Transect  |            |              | Transect   |            |              | Transect   |            |              | Toute la Station |             |               |
|----------------|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------------|-------------|---------------|
| Fam            | Espèces                              | A         | A          | A            | B          | B          | B            | C          | C          | C            | Total            | Moyenne     |               |
|                | Biodiversité = 45                    | Nb        | Den        | Bio          | Nb         | Den        | Bio          | Nb         | Den        | Bio          | Nb               | Dens        | Biom          |
| Aca            | <i>Acanthurus blochii</i>            |           |            |              | 1          | 0,0        | 4,8          |            |            |              | 1                | 0,00        | 1,61          |
| Aca            | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 4         | 0,1        | 5,3          |            |            |              |            |            |              | 4                | 0,02        | 1,76          |
| Aca            | <i>Naso unicornis</i>                | 3         | 0,0        | 23,3         |            |            |              | 1          | 0,0        | 10,3         | 4                | 0,02        | 11,20         |
| Aca            | <i>Zebrasoma scopas</i>              | 4         | 0,1        | 1,9          |            |            |              |            |            |              | 4                | 0,02        | 0,64          |
| Cae            | <i>Caesio caeruleaurea</i>           |           |            |              | 150        | 1,7        | 159,6        | 200        | 2,9        | 273,7        | 350              | 1,51        | 144,44        |
| Cha            | <i>Chaetodon auriga</i>              |           |            |              | 1          | 0,0        | 0,2          |            |            |              | 1                | 0,00        | 0,08          |
| Cha            | <i>Chaetodon plebeius</i>            | 1         | 0,0        | 0,5          |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,01        | 0,16          |
| Cha            | <i>Chaetodon speculum</i>            | 2         | 0,1        | 5,9          |            |            |              |            |            |              | 2                | 0,03        | 1,96          |
| Das            | <i>Dasyatis kuhlii</i>               | 1         | 0,0        | 20,1         |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,00        | 6,68          |
| Epi            | <i>Cephalopholis boenak</i>          |           |            |              |            |            |              | 1          | 0,0        | 0,5          | 1                | 0,01        | 0,18          |
| Epi            | <i>Epinephelus cyanopodus</i>        |           |            |              |            |            |              | 1          | 0,0        | 7,4          | 1                | 0,00        | 2,48          |
| Epi            | <i>Epinephelus maculatus</i>         |           |            |              |            |            |              | 1          | 0,0        | 7,0          | 1                | 0,00        | 2,34          |
| Epi            | <i>Plectropomus leopardus</i>        |           |            |              |            |            |              | 1          | 0,0        | 8,6          | 1                | 0,00        | 2,86          |
| Gob            | <i>Amblygobius phalaena</i>          | 1         | 0,0        | 0,8          |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,01        | 0,26          |
| Hae            | <i>Plectorhinchus flavomaculatus</i> |           |            |              | 2          | 0,1        | 42,8         |            |            |              | 2                | 0,02        | 0,02          |
| Hae            | <i>Plectorhinchus lineatus</i>       |           |            |              | 1          | 0,0        | 25,7         |            |            |              | 1                | 0,01        | 8,55          |
| Lab            | <i>Bodianus loxozomus</i>            |           |            |              | 1          | 0,0        | 9,7          | 1          | 0,0        | 4,2          | 2                | 0,02        | 4,64          |
| Lab            | <i>Cheilinus chlorourus</i>          | 1         | 0,0        | 0,9          |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,00        | 0,31          |
| Lab            | <i>Choerodon graphicus</i>           | 1         | 0,0        | 21,7         |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,00        | 7,22          |
| Lab            | <i>Labroides dimidiatus</i>          |           |            |              |            |            |              | 4          | 0,1        | 1,4          | 4                | 0,03        | 0,48          |
| Lab            | <i>Thalassoma lunare</i>             | 6         | 0,1        | 0,5          | 5          | 0,1        | 0,1          |            |            |              | 11               | 0,07        | 0,21          |
| Let            | <i>Lethrinus nebulosus</i>           |           |            |              |            |            |              | 1          | 0,0        | 90,1         | 1                | 0,00        | 30,03         |
| Mul            | <i>Mulloidichthys flavolineatus</i>  |           |            |              | 2          | 0,0        | 1,3          |            |            |              | 2                | 0,01        | 0,43          |
| Mul            | <i>Parupeneus spilurus</i>           |           |            |              | 3          | 0,1        | 30,3         |            |            |              | 3                | 0,03        | 10,10         |
| Nem            | <i>Scolopsis bilineatus</i>          | 5         | 0,1        | 20,1         | 3          | 0,1        | 6,9          |            |            |              | 8                | 0,08        | 9,01          |
| Poc            | <i>Centropyge bicolor</i>            |           |            |              | 2          | 0,0        | 1,1          |            |            |              | 2                | 0,01        | 0,38          |
| Poc            | <i>Centropyge bispinosus</i>         | 2         | 0,0        | 0,3          |            |            |              |            |            |              | 2                | 0,01        | 0,10          |
| Poc            | <i>Centropyge tibicen</i>            |           |            |              |            |            |              | 2          | 0,0        | 0,2          | 2                | 0,01        | 0,07          |
| Poc            | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>       |           |            |              | 1          | 0,0        | 14,3         | 2          | 0,0        | 23,8         | 3                | 0,02        | 12,71         |
| Pom            | <i>Abudefduf whiteleyi</i>           |           |            |              | 10         | 0,2        | 3,2          |            |            |              | 10               | 0,07        | 1,05          |
| Pom            | <i>Amphiprion chrysopterus</i>       | 3         | 0,1        | 0,2          |            |            |              |            |            |              | 3                | 0,02        | 0,06          |
| Pom            | <i>Chrysiptera rollandi</i>          | 20        | 0,7        | 0,5          | 10         | 0,3        | 0,2          |            |            |              | 30               | 0,33        | 0,25          |
| Pom            | <i>Chrysiptera taupou</i>            | 3         | 0,1        | 0,1          | 3          | 0,1        | 0,0          | 6          | 0,1        | 0,1          | 12               | 0,07        | 0,09          |
| Pom            | <i>Dascyllus aruanus</i>             |           |            |              | 12         | 0,2        | 0,4          |            |            |              | 12               | 0,05        | 0,13          |
| Pom            | <i>Dascyllus reticulatus</i>         |           |            |              | 5          | 0,1        | 2,5          |            |            |              | 5                | 0,03        | 0,84          |
| Pom            | <i>Dascyllus trimaculatus</i>        | 20        | 0,3        | 1,8          |            |            |              | 15         | 0,2        | 0,8          | 35               | 0,15        | 0,87          |
| Pom            | <i>Stegastes aureus</i>              |           |            |              | 5          | 0,1        | 0,5          |            |            |              | 5                | 0,03        | 0,16          |
| Sca            | <i>Scarus ghobban</i>                | 3         | 0,0        | 13,6         |            |            |              |            |            |              | 3                | 0,01        | 4,53          |
| Sca            | <i>Scarus schlegeli</i>              | 1         | 0,0        | 8,0          | 1          | 0,0        | 12,7         |            |            |              | 2                | 0,01        | 6,90          |
| Sca            | <i>Scarus sordidus</i>               | 10        | 0,1        | 10,4         |            |            |              |            |            |              | 10               | 0,05        | 3,47          |
| Sca            | <i>Scarus spinus</i>                 | 1         | 0,0        | 1,7          |            |            |              |            |            |              | 1                | 0,00        | 0,58          |
| Sig            | <i>Siganus argenteus</i>             | 2         | 0,0        | 6,6          |            |            |              |            |            |              | 2                | 0,01        | 2,19          |
| Sig            | <i>Siganus doliatus</i>              |           |            |              | 2          | 0,0        | 5,4          |            |            |              | 2                | 0,01        | 1,79          |
| Sig            | <i>Siganus puellus</i>               |           |            |              | 2          | 0,0        | 5,4          |            |            |              | 2                | 0,01        | 1,79          |
| Tet            | <i>Canthigaster valentini</i>        | 1         | 0,0        | 0,1          | 1          | 0,0        | 0,1          |            |            |              | 2                | 0,02        | 0,07          |
|                | <b>Total</b>                         | <b>95</b> | <b>1,9</b> | <b>144,4</b> | <b>223</b> | <b>3,2</b> | <b>327,3</b> | <b>236</b> | <b>3,3</b> | <b>428,1</b> | <b>554</b>       | <b>2,83</b> | <b>299,92</b> |

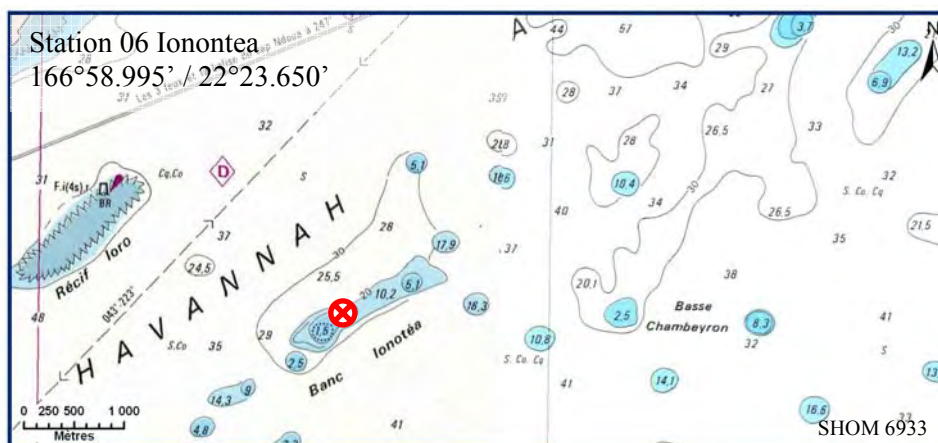
## 4.6 Station 06 = Banc Ionontea

### 4.6.1 Fiche descriptive (ST06)

#### 4.6.1.1 Localisation géographique (ST06)

Le banc de Ionontea se situe 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.

La station est positionnée au nord-est du banc Ionontea, sur une pente abrupte inclinée entre 40-50° pour les profondeurs de 6 et 20 mètres. Les trois transects ont été positionnés parallèlement à la rupture de pente sous une orientation du sud-ouest vers le nord-est à 9 m, 15 m et 20 m de profondeur.



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

Le transect A se situe au début de la rupture de pente du récif, à 9 mètres de profondeur.

Le transect B a été installé à 15 mètres de profondeur et 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 à 20 m de profondeur 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.

#### 4.6.1.2 Description générale (ST06)

Le banc est recouvert à son sommet principalement par des coraux du genre *Acropora* tabulaires et sub massif *Pocillopora* puis par une algue d'algues brunes des genres *Turbinaria* et *Sargassum*. Cette zone est fréquentée par de nombreuses tortues qui viennent se nourrir de ces algues. On note également la présence de deux couloirs d'avalanches avec des débris coralliens où les madrépores sont quasiment inexistantes.

#### 4.6.1.3 Caractéristiques principales (ST06)

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée).
- ↳ Présence de grandes colonies de *Porites* massifs à mi pente (10 m de profondeur).
- ↳ Mortalité corallienne et nombreux débris.
- ↳ Présence de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) à 20 m de profondeur (observations en 2007, 2008 et augmentation en 2009).
- ↳ Peu de blanchissement corallien (*Acropora*, *Echinopora gemmacea*, *Montipora*, *Psammocora* sp.).

#### 4.6.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST06)

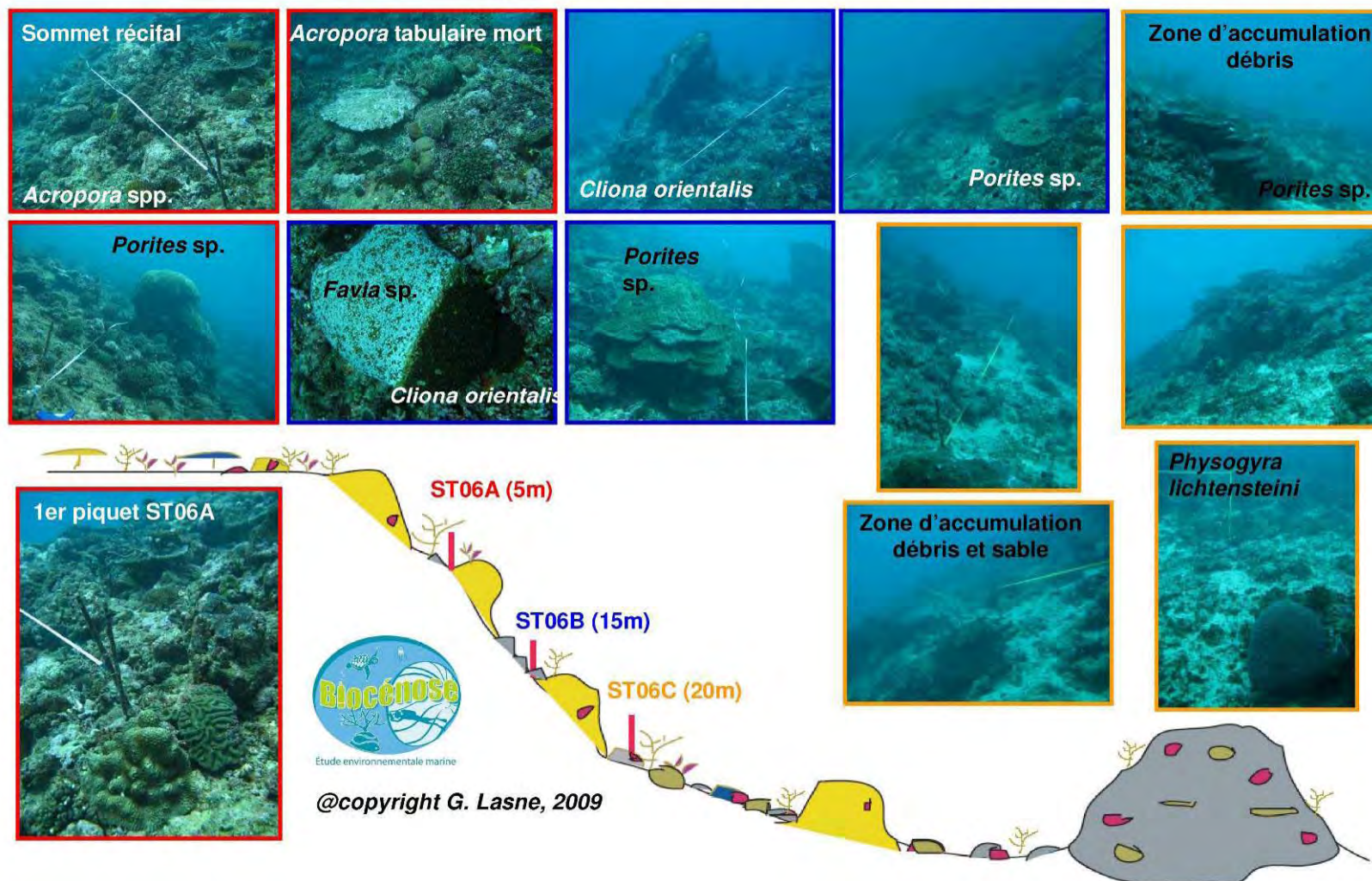
- ↳ Les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développés et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants.



- ⇒ Présence de colonies coralliennes juvéniles.
- ⇒ Richesse spécifique des coraux en augmentation.
- ⇒ Richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés en augmentation.
- ⇒ Grande diminution de l'abondance des algues rouges (voir absence pour certains niveaux bathymétriques de *Triclogloea requienii* et *Asparagopsis armata*).
- ⇒ Variation dans les « présence / absence » des holothuries.
- ⇒ Augmentation des cyanobactéries.

#### 4.6.2 Schéma structural (ST06)

##### STATION 6 - Corne Nord Est de Ionontea (Récif ennoyé, exposé à la houle et aux forts courants)





#### 4.6.3 Le substrat (ST06)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 27](#) pour le transect A, dans la [figure 28](#) pour le transect B et dans la [figure 29](#) pour le transect C.

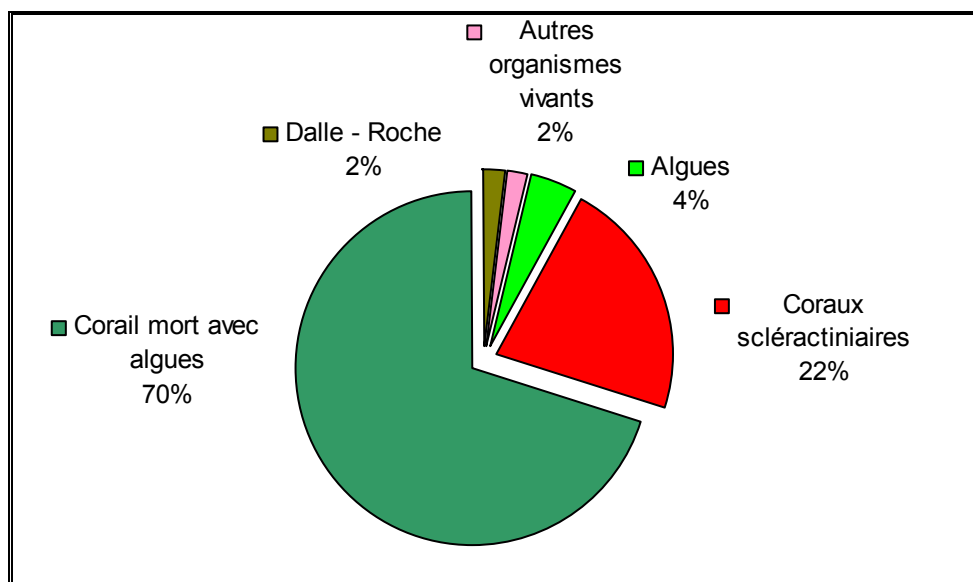


Figure n°027 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A*

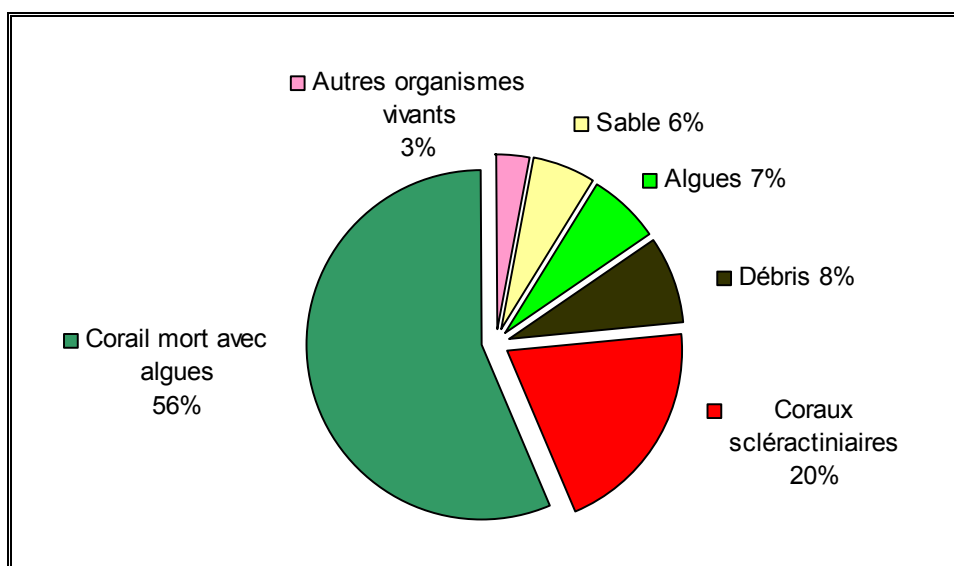


Figure n°028 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B*

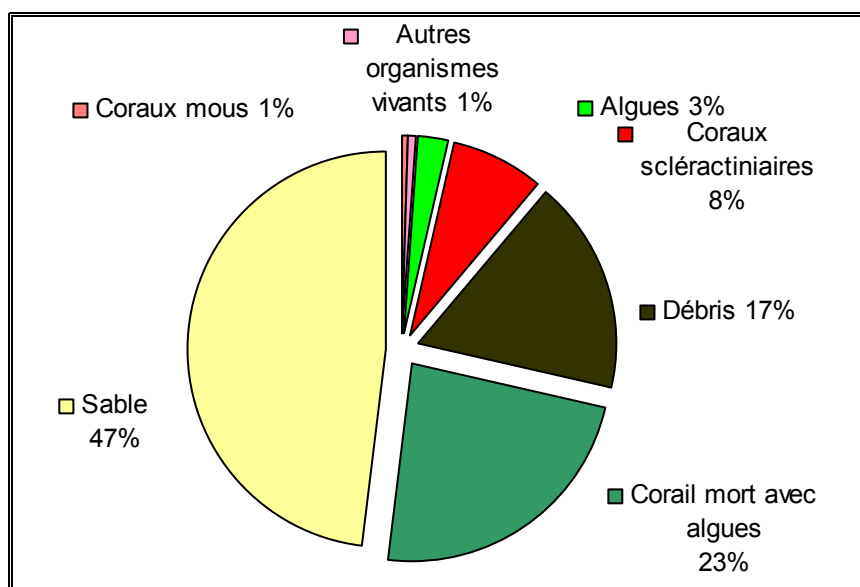


Figure n°029 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C

Le substrat est très recouvert à cette station, notamment de coraux morts anciennement et colonisés par des algues calcaires encroûtantes.

Les coraux scléactiniaires sont bien représentés particulièrement sur les 2 transects haut (22% et 20%).

A noter : 2% de cyanobactéries sur le transect du bas.

#### 4.6.4 Le benthos (ST06)

La liste des taxons cibles<sup>14</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 44](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de nombreuses algues (même si leur abondance diminue), dont des cyanobactéries (en augmentation), de quelques échinodermes et de plusieurs éponges perforantes. A noter : l'absence de mollusque (en taxons cibles).

Tableau n°044 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 06

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                | ESPECE             | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                      |                    | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>      | sp.                | 2          | 2          | 2          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>    | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>     | <i>variegata</i>   |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>        | sp.                | 2          | 2          | -2         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>  | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>     | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>    | <i>ornata</i>      | 4          |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>  | <i>armata</i>      | 2          | -5         | -5         |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | sp.                | 2          | 2          | 2          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | <i>van bossea</i>  | 2          | 2          | 2          |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>    | <i>hawaiiensis</i> |            |            |            |
|               | Floriophyceae     | <i>Plocamium</i>     | <i>armatum</i>     |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | <i>fragilis</i>    |            |            |            |

<sup>14</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).

|               |                  |                        |                      |    |    |    |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|----|----|----|
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | sp.                  |    |    |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>     |    |    |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      |    |    |    |
|               | Liagoraceae      | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>     | -2 | -4 | -4 |
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |    |    |    |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  |    | 2  | 1  |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  |    |    |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |    |    |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |    |    |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |    |    |    |
|               | Dasycladaceae    | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |    |    |    |
|               | Dasycladaceae    | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   |    |    |    |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 2  | 2  | -3 |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluyssii</i>    |    |    |    |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastigiata</i>    | 3  | 2  |    |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  | 1  | 3  | 4  |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  | 1  |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |    |    | 1  |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |    |    |    |
| Crinoïde      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |    |    |    |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |    |    |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      | 3  | 2  | 2  |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |    |    |    |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |    |    |    |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        | 2  | -1 | -2 |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |    | -1 | -1 |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |    |    |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |    |    | 1  |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |    |    |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |    |    |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |    |    | 1  |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |    |    | -2 |
| Mollusque     | Tridacnidae      | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |    |    |    |

|            |              |                 |                   |   |   |   |
|------------|--------------|-----------------|-------------------|---|---|---|
|            | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>derasa</i>     |   |   |   |
|            | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>maxima</i>     |   |   |   |
|            | Tridacniidae | <i>Tridacna</i> | <i>squamosa</i>   |   |   |   |
|            | Trochidae    | <i>Trochus</i>  | <i>niloticus</i>  |   |   |   |
|            | Trochidae    | <i>Trochus</i>  | sp.               |   |   |   |
| Spongiaire | Clionidae    | <i>Cliona</i>   | <i>jullienei</i>  | 1 | 2 | 2 |
|            | Clionidae    | <i>Cliona</i>   | <i>orientalis</i> | 3 | 4 | 5 |

#### 4.6.4.1 Benthos Transect 06 A

##### 4.6.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST06A)

Au sommet du récif, le taux de recouvrement corallien vivant est faible mais la richesse spécifique est relativement importante (73 espèces de coraux). 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 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 hystrix*, *S. calendrium*). A noter la présence rare de *Gardineroseris planulata* et *Barabattoia amicum*.

Tableau n°045 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 19             | 5                 |
| Agariciidae                  | 6              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 4              | 2                 |
| Faviidae                     | 16             | 4                 |
| Fungiidae                    | 2              | 2                 |
| Merulinidae                  | 7              | 3                 |
| Mussidae                     | 6              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 6              | 4                 |
| Poritidae                    | 2              | 3                 |
| Siderastreidae               | 2              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>73</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>73</b>      |                   |



Ce niveau bathymétrique est colonisé par 73 espèces coralliennes. Les familles scléractiniales (73 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (19 taxons), les Faviidae (16 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons) et les Mussidae (6 taxons).

#### 4.6.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A)

Les espèces de macrophytes et d'invertébrés sont adaptées aux milieux balayés par les courants. Les macrophytes sont abondantes et sont disséminées à même la dalle. Les algues rouges *Triclogloea requienii* sont absentes. Le recouvrement en *Asparagopsis armata* a fortement diminué et les quelques *Amphiroa* sp., n'ont pas évolué. Les algues brunes (*Turbinaria* sp. *Dictyota* sp. et *Padina* sp. ) sont dispersées par thalles et enfin quelques *Chlorodesmis fastigiata* et *Halimeda* sp. se développent à travers les colonies coralliennes.

Les spongiaires ne sont pas très variés (*Cliona jullieni* et *C. orientalis*) et sont dispersés par plaque sur la dalle et les petits massif coralliens. Les ascidies privilégient ce genre de biotope balayé par les courants de marée et où les eaux sont continuellement renouvelées (*Polycarpa cryptocarpa*, *P. clavata* et *Clavelina detorta*). Les zoanthaires (*Palythoa* sp.) forment de petites plaques et colonisent la dalle.

Tableau n°046 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 3              | 3                 |
| Algue brune                       | 3              | 4                 |
| Algue rouge                       | 3              | 3                 |
| Algue verte                       | 2              | 3                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 1                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 3              | 4                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 1              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 3                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 1              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 1              | 2                 |
| Spongiaire                        | 3              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>24</b>      |                   |

#### 4.6.4.2 Benthos Transect 06 B

##### 4.6.4.2.1 Les Scléractiniales (ST06B)

Le recouvrement en coraux vivant diminue par rapport au niveau bathymétrique supérieur. De nombreuses colonies coralliennes de ce niveau ont été ensevelies, cassées ou entraînées par les éboulis de roche et de coraux morts provenant de l'étage supérieur.

Cependant, de grandes colonies de *Porites lobata* (2 m de diamètre) s'édifient sur la pente abrupte et de

nouvelles colonies recouvrent les débris et la dalle (*Pocillopora damicornis*, *Scolymia vitiensis*, *Pachyseris speciosa*, *Turbinaria mesenterina*, *Turbinaria peltata*, *Psammocora contigua*, *Cyphastrea japonica*, *Echinopora lamellosa*, *Favites abdita*...)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 60 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* encroûtant. Les familles scléractiniaires (59 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons) les Merulinidae (6 taxons) et les Agariciidae (4 taxons).

Tableau n°047 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 9              | 4                    |
| Agariciidae                  | 4              | 3                    |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 2              | 3                    |
| Faviidae                     | 15             | 5                    |
| Fungiidae                    | 3              | 3                    |
| Merulinidae                  | 6              | 5                    |
| Mussidae                     | 6              | 4                    |
| Oculinidae                   | 2              | 4                    |
| Pectiniidae                  | 3              | 4                    |
| Pocilloporidae               | 6              | 4                    |
| Poritidae                    | 2              | 3                    |
| Siderastreidae               | 1              | 2                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>59</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 1              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>60</b>      |                      |

#### 4.6.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B)

Les spongiaires (*Cliona*), les alcyonaires et les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*, *P. clavata*) sont en compétition avec les coraux pour la colonisation du milieu. La place perdue par les coraux lors de l'effondrement de blocs (hypothèse du cyclone Erica) a été compensée par ces invertébrés.

Plusieurs exemples d'encroûtement de coraux scléractiniaires par les *Cliona orientalis* sont les marqueurs de cette dégradation et de la faiblesse des scléractiniaires dans ce milieu.

Les macrophytes ont un recouvrement qui a nettement diminué par rapport à la mission précédente (saisonnalité des algues rouges et particulièrement des genres *Triclogloea requienii* et *Asparagopsis armata* qui sont absentes pour ce niveau bathymétrique).

Tableau n°048 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06B)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 3              | 2                 |
| Algue brune                       | 2              | 2                 |
| Algue rouge                       | 2              | 2                 |
| Algue verte                       | 3              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 3                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 3              | 3                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 2                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 1              | 2                 |
| Spongiaire                        | 5              | 5                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>23</b>      |                   |

#### 4.6.4.3 Benthos Transect 06 C

##### 4.6.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST06C)

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 hystrix*, *Galaxea astreata*, *G. fascicularis* et *Pocillopora damicornis*). A noter la présence rare de *Leptoseris scabra*, *L. hawaiiensis*, *Pavona decussata*, *Sandalolitha robusta*, *Turbinaria mesenterina*, *Oulastrea crispa*, *Pectinia lactuca*, *P. pæonia*, *Psammocora contigua* *Hydnophora microconos* et *Acanthastrea echinata*.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 63 espèces coralliennes. Les familles scléractiniaires (63 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Mussidae (5 taxons) et les Pocilloporidae (5 taxons)

Tableau n°049 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 9              | 2                 |
| Agaraciidae                  | 9              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 1              | 1                 |
| Dendrophyllidae              | 3              | 3                 |
| Faviidae                     | 15             | 4                 |
| Fungiidae                    | 4              | 3                 |
| Merulinidae                  | 3              | 2                 |
| Mussidae                     | 5              | 3                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 4              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 5              | 3                 |
| Poritidae                    | 2              | 2                 |
| Siderastreidae               | 1              | 1                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>63</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>63</b>      |                   |

#### 4.6.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C)

La dégradation mécanique des coraux en sommet de récif puis l'éboulement de ces derniers jusqu'en bas de pente a favorisé le développement des cyanobactéries, des spongiaires, des macrophytes et des ascidies.

Les cyanobactéries (*Phormidium* sp.) sont présentes et leur concentration est en augmentation au fur et à mesure des missions. Elles se répartissent sur la dalle et les coraux morts.

D'autre part, les spongiaires (*Cliona orientalis* et *C. jullienei*) se développent sur quelques colonies coralliennes vivantes et de nombreux débris coralliens. Leur évolution est en augmentation mais reste modérée.

Le recouvrement des macrophytes a nettement diminué, quelques thalles de *Dictyota*, *Caulerpa* et *Amphiroa* se répartissent sur la dalle alors que les espèces normalement abondantes ont totalement disparues (algues rouges : *Asparagopsis armata* et *Triclogloea requienii* ; algues brunes : *Padina* ; algues vertes : *Halimeda*).

L'espèce d'ascidie *Polycarpa cryptocarpa* est dominante alors que *Polycarpa clavata* est beaucoup plus rare. Les crinoïdes sont fixées à même la dalle ou bien sur les promontoires coralliens afin de pouvoir être exposées aux courants de marée.

Les holothuries sont rares et colonisent le substrat sableux (*Thelenota ananas* et *Stichopus pseudhorrens*). Ce dernier spécimen n'a été observé que pour cette mission et cette station.

Tableau n°050 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06C)*

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 3              | 2                    |
| Algue brune                          | 1              | 2                    |
| Algue rouge                          | 2              | 2                    |
| Algue verte                          | 1              | 3                    |
| Cyanobactérie                        | 1              | 4                    |
| Anémone                              | 0              | 0                    |
| Ascidies                             | 3              | 4                    |
| Bryozoaire                           | 0              | 0                    |
| Astérie                              | 1              | 1                    |
| Crinoïde                             | 1              | 3                    |
| Echinides                            | 0              | 0                    |
| Holothurie                           | 2              | 2                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 1              | 2                    |
| Mollusque                            | 1              | 2                    |
| Spongiaire                           | 3              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 1              | 2                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>21</b>      |                      |

#### 4.6.5 Les poissons (ST06)

La liste complète des résultats bruts<sup>15</sup> est fournie dans le [tableau 51](#).

Tableau n°051 : *Données sur les poissons (ST06)*

| IONONTEA Juin 2009 |                                      | Transect   |            |              | Transect  |            |              | Transect  |            |             | Toute la Station |             |               |
|--------------------|--------------------------------------|------------|------------|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|-------------|------------------|-------------|---------------|
| Fam                | Espèces                              | A          | A          | A            | B         | B          | B            | C         | C          | C           | Total            | Moyenne     |               |
|                    | Biodiversité = 31                    | Nb         | Den        | Bio          | Nb        | Den        | Bio          | Nb        | Den        | Bio         | Nb               | Dens        | Biom          |
| Aca                | <i>Acanthurus dussumieri</i>         | 30         | 0,3        | 68,8         |           |            |              |           |            |             | 30               | 0,10        | 22,95         |
| Aca                | <i>Acanthurus mata</i>               | 5          | 0,1        | 11,4         |           |            |              |           |            |             | 5                | 0,02        | 3,79          |
| Aca                | <i>Ctenochaetus striatus</i>         |            |            |              |           |            |              | 4         | 0,1        | 4,3         | 4                | 0,02        | 1,43          |
| Aca                | <i>Naso unicornis</i>                | 2          | 0,0        | 4,9          |           |            |              |           |            |             | 2                | 0,00        | 1,65          |
| Aca                | <i>Zebrasoma scopas</i>              |            |            |              | 2         | 0,1        | 2,5          |           |            |             | 2                | 0,02        | 0,82          |
| Aca                | <i>Zebrasoma veliferum</i>           |            |            |              |           |            |              | 1         | 0,0        | 3,7         | 1                | 0,01        | 1,22          |
| Cae                | <i>Caesio caeruleaurea</i>           | 100        | 1,0        | 155,7        |           |            |              |           |            |             | 100              | 0,33        | 51,91         |
| Cha                | <i>Chaetodon kleinii</i>             |            |            |              |           |            |              | 2         | 0,0        | 1,2         | 2                | 0,01        | 0,40          |
| Cha                | <i>Chaetodon mertensii</i>           | 2          | 0,0        | 2,2          |           |            |              |           |            |             | 2                | 0,01        | 0,74          |
| Cha                | <i>Chaetodon pelewensis</i>          |            |            |              | 2         | 0,0        | 1,0          |           |            |             | 2                | 0,01        | 0,34          |
| Cha                | <i>Heniochus varius</i>              |            |            |              | 2         | 0,1        | 13,3         |           |            |             | 2                | 0,02        | 4,45          |
| Epi                | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>     |            |            |              | 1         | 0,0        | 13,5         |           |            |             | 1                | 0,01        | 4,51          |
| Epi                | <i>Epinephelus cyanopodus</i>        | 1          | 0,0        | 5,8          |           |            |              |           |            |             | 1                | 0,00        | 1,92          |
| Epi                | <i>Epinephelus maculatus</i>         | 2          | 0,0        | 3,3          | 1         | 0,0        | 1,6          |           |            |             | 3                | 0,00        | 1,63          |
| Epi                | <i>Plectropomus laevis</i>           | 1          | 0,0        | 19,0         |           |            |              |           |            |             | 1                | 0,00        | 6,33          |
| Epi                | <i>Plectropomus leopardus</i>        | 5          | 0,0        | 62,2         | 5         | 0,0        | 62,2         |           |            |             | 10               | 0,02        | 41,45         |
| Hae                | <i>Plectorhinchus chaetodonoides</i> | 2          | 0,0        | 18,4         | 2         | 0,0        | 18,4         |           |            |             | 4                | 0,01        | 12,24         |
| Hae                | <i>Plectorhinchus picus</i>          | 1          | 0,0        | 4,3          |           |            |              |           |            |             | 1                | 0,00        | 1,43          |
| Lab                | <i>Labroides dimidiatus</i>          |            |            |              |           |            |              | 4         | 0,0        | 0,1         | 4                | 0,01        | 0,05          |
| Let                | <i>Lethrinus nebulosus</i>           | 3          | 0,0        | 79,5         |           |            |              |           |            |             | 3                | 0,01        | 26,49         |
| Lut                | <i>Aprion virescens</i>              |            |            |              | 1         | 0,0        | 34,6         |           |            |             | 1                | 0,00        | 11,54         |
| Lut                | <i>Macolor niger</i>                 | 5          | 0,0        | 32,8         |           |            |              |           |            |             | 5                | 0,01        | 10,92         |
| Lut                | <i>Lutjanus bohar</i>                | 4          | 0,0        | 32,4         |           |            |              |           |            |             | 4                | 0,01        | 10,78         |
| Poc                | <i>Centropyge bicolor</i>            |            |            |              |           |            |              | 3         | 0,1        | 0,5         | 3                | 0,03        | 0,16          |
| Poc                | <i>Centropyge flavissimus</i>        |            |            |              |           |            |              | 1         | 0,0        | 0,3         | 1                | 0,01        | 0,08          |
| Pom                | <i>Chrysiptera rollandi</i>          | 10         | 0,3        | 0,6          |           |            |              |           |            |             | 10               | 0,11        | 0,21          |
| Pom                | <i>Chrysiptera taupou</i>            |            |            |              | 10        | 0,3        | 0,5          |           |            |             | 10               | 0,11        | 0,16          |
| Pom                | <i>Pomacentrus moluccensis</i>       |            |            |              | 5         | 0,1        | 0,8          |           |            |             | 5                | 0,04        | 0,26          |
| Sca                | <i>Cetoscarus ocellatus</i>          | 1          | 0,0        | 5,8          |           |            |              |           |            |             | 1                | 0,00        | 1,93          |
| Sca                | <i>Scarus altipinnis</i>             | 2          | 0,0        | 2,9          |           |            |              |           |            |             | 2                | 0,00        | 0,96          |
| Sca                | <i>Scarus rubroviolaceus</i>         |            |            |              |           |            |              | 2         | 0,0        | 1,6         | 2                | 0,01        | 0,52          |
|                    | <b>Total</b>                         | <b>176</b> | <b>1,9</b> | <b>509,8</b> | <b>31</b> | <b>0,7</b> | <b>148,4</b> | <b>17</b> | <b>0,3</b> | <b>11,6</b> | <b>224</b>       | <b>0,96</b> | <b>223,27</b> |

Sur l'ensemble de la station, 224 individus appartenant à 31 espèces différentes ([figure 30](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1 poisson / m<sup>2</sup> ([figure 31](#)) pour une biomasse de 223.3 g/m<sup>2</sup>.

<sup>15</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

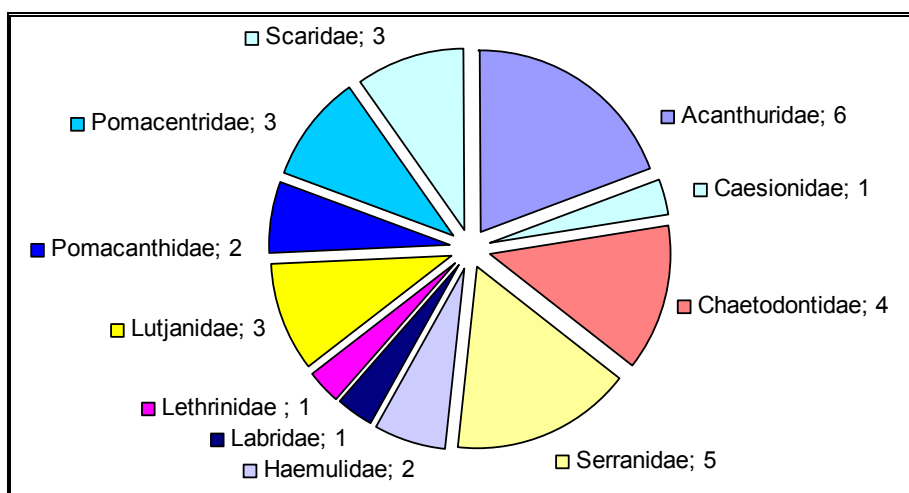


Figure n°030 : *Richeur spécifique par famille de poissons (ST06)*

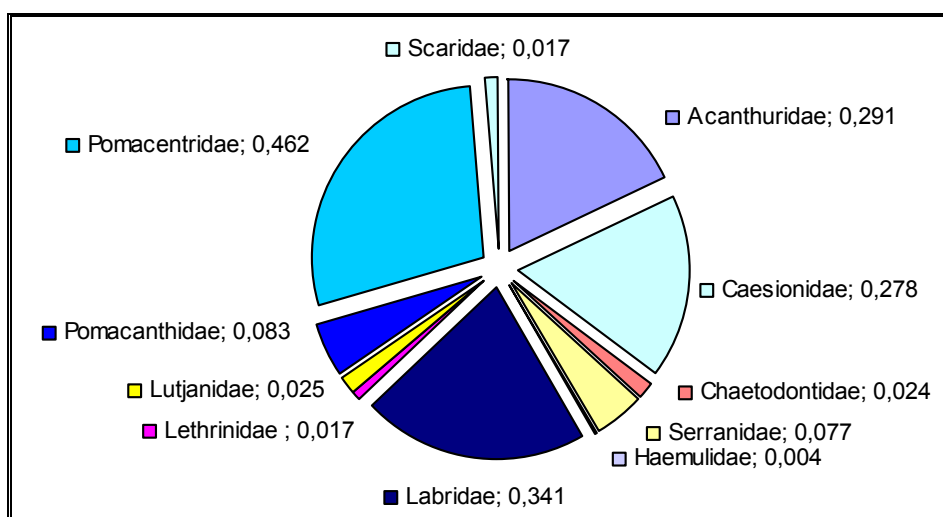


Figure n°031 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST06)*

## 4.7 Station 07 = Basse Chambeyron

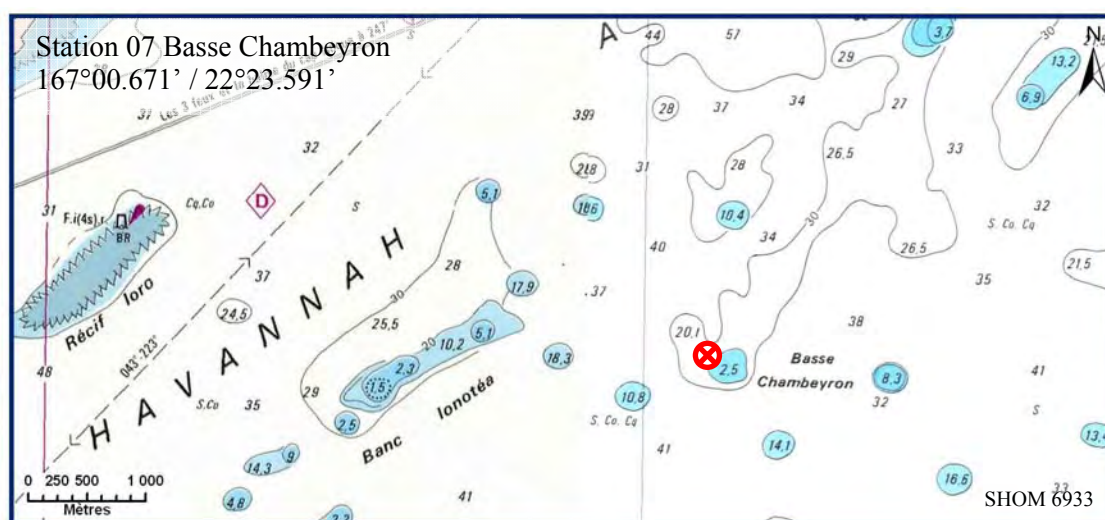
### 4.7.1 Fiche descriptive (ST07)

#### 4.7.1.1 Localisation géographique (ST07)

Cette station est positionnée dans la partie ouest du récif ennoyé de Basse Chambeyron.

C'est un banc isolé et le haut du plateau est soumis à de violents ressacs et courants. La majeure partie en est arasée et les quelques scléractiniaires qui s'y maintiennent développent des morphoses robustes.

Trois transects ont été installés aux profondeurs de 7 m, 17 m et 21 m, depuis la rupture du tombant récifal jusqu'à la pente sédimentaire (zone d'accumulation de débris et de roche), avec une orientation du nord-est est vers le sud-ouest ouest.



Carte n°09 : Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)

#### 4.7.1.2 Description générale (ST07)

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, paradoxalement intacte par place. Au delà de 6-7 mètres, la pente est inclinée à 40°, la zone présente un nombre conséquent de roches et de débris coralliens de tailles variées et la majorité des scléractiniaires (60%) sont détruits (certainement par le cyclone Erica). 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.

#### 4.7.1.3 Caractéristiques principales (ST07)

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée).
- ↳ Mortalité corallienne et nombreux débris.
- ↳ Recolonisation des débris et de la dalle par des colonies coralliennes.

#### 4.7.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST07)

- ↳ Présence de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) à 7 et 20 m de profondeur.
- ↳ Les spongiaires (*Cliona jullieni* et *C. orientalis*) sont relativement bien développés et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants.
- ↳ Recrutement corallien important (colonies coralliennes juvéniles).
- ↳ Richesse spécifique des coraux en très légère augmentation.

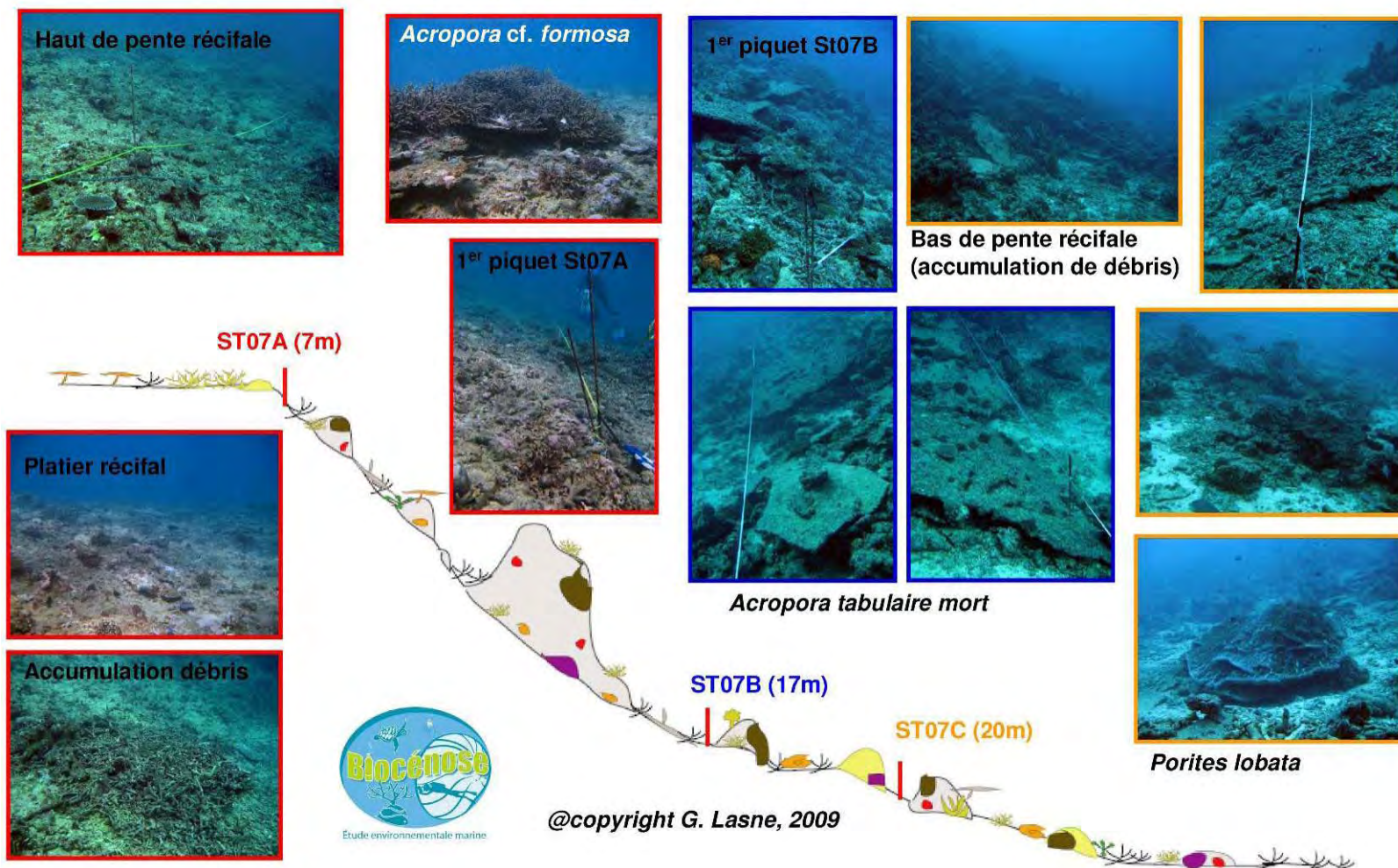




- ⇒ Très peu de blanchissement. Deux colonies observées sur le transect en bas de tombant (*Acropora* spp., *Cyphastrea serailia*).
- ⇒ Mortalité de quelques colonies coralliennes.
- ⇒ Saisonnalité des algues (vertes, brunes et rouges) (diminution pour cette campagne).
- ⇒ Richesse spécifique des invertébrés en augmentation.

## 4.7.2 Schéma structural (ST07)

### STATION 7 - Basse Chambeyron (Récif ennoyé soumis aux ressacs et aux forts courants)



### 4.7.3 Le substrat (ST07)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 32](#) pour le transect A, dans la [figure 33](#) pour le transect B et dans la [figure 34](#) pour le transect C.

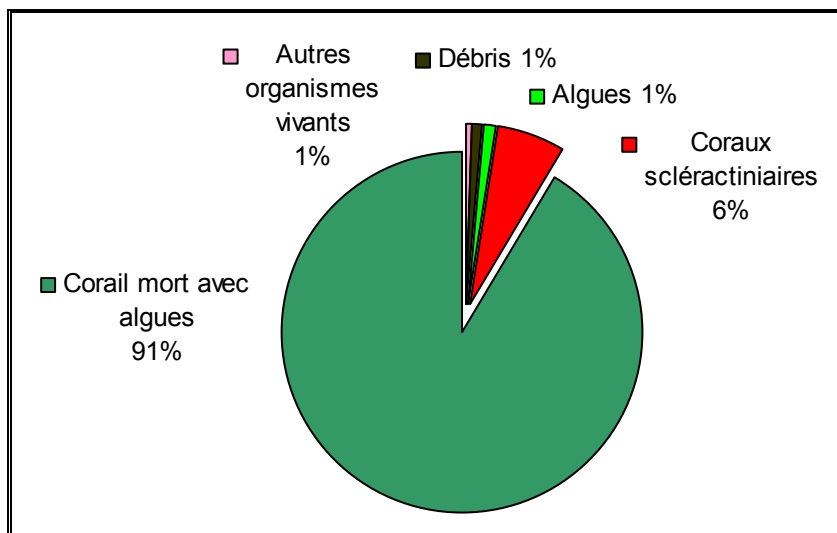


Figure n°032 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A*

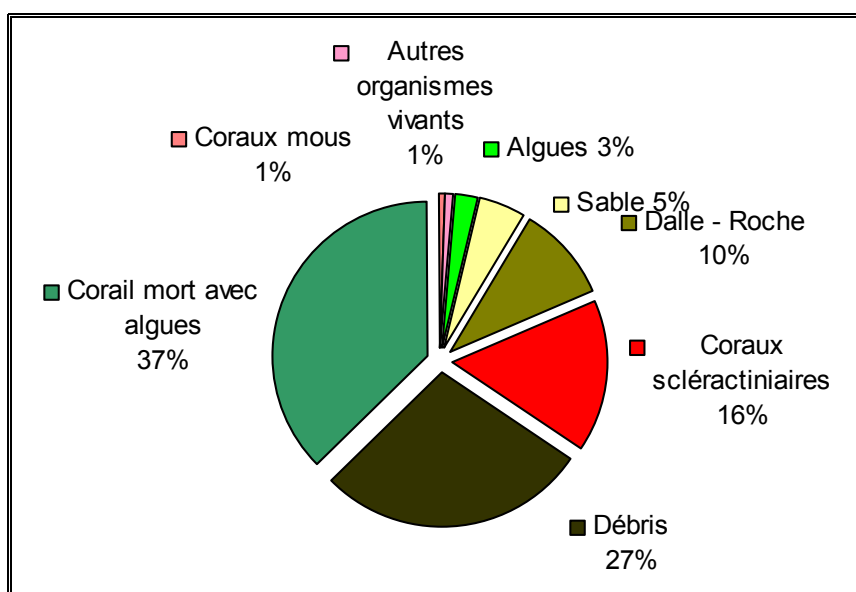


Figure n°033 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B*

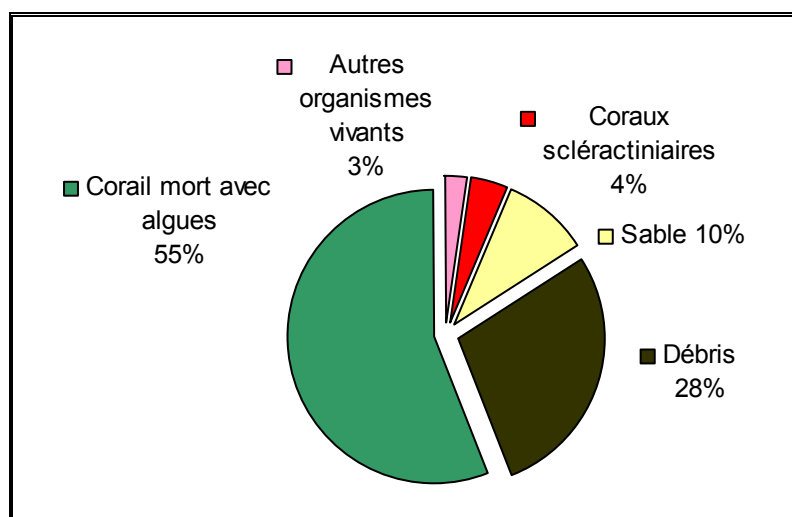


Figure n°034 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C*

Cette station a un substrat qui est très biotique (notamment au 1<sup>er</sup> transect : 99%), mais cela est principalement dû aux coraux morts recouverts d'algues et particulièrement d'algues calcaires encroûtantes. Les coraux scléractiniaires sont faiblement représentés : respectivement 6%, 16% et 4%.

#### 4.7.4 Le benthos (ST07)

La liste des taxons cibles<sup>16</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 52](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de quelques algues (en diminution), dont des cyanobactéries aux transects haut et bas, échinodermes, mollusques et éponges perforantes.

Tableau n°052 : *Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 07*

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                | ESPECE             | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                      |                    | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>      | sp.                |            | 2          | -2         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>    | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>     | <i>variegata</i>   |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>        | sp.                | 2          |            | -2         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>  | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>     | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>    | <i>ornata</i>      | 2          |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>  | <i>armata</i>      | 2          | 2          | -4         |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | sp.                |            |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | <i>van bossea</i>  |            |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>    | <i>hawaiiensis</i> |            |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>     | <i>armatum</i>     |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | <i>fragilis</i>    |            |            | 2          |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | sp.                |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura</i>     | <i>marginata</i>   |            |            |            |
|               | Indéterminée      |                      |                    |            |            |            |
|               | Liagoraceae       | <i>Triclogloea</i>   | <i>requienii</i>   |            |            |            |

<sup>16</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).

|               |                  |                        |                      |   |            |    |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|---|------------|----|
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |   |            |    |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  |   |            |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  |   |            |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |   |            |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |   |            |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |   |            |    |
|               | Dasycladaceae    | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |   |            |    |
|               | Dasycladaceae    | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   | 2 |            | -2 |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 2 | 2 (2 spp.) |    |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluyssii</i>    |   |            |    |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastigiata</i>    | 2 |            |    |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  | 2 |            | 2  |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |   | 1          |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |   | 1          | 1  |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |   |            |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |   |            | 2  |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |   |            |    |
| Crinoide      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |   |            |    |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |   |            |    |
|               | Indeterminée     |                        |                      | 2 | 3          | 2  |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |   |            |    |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |   |            |    |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |   |            |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |   |            | 2  |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |   |            |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        |   |            |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |   |            |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |   |            |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |   | 2          |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |   |            |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |   |            |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |   |            |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |   |            |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |   | -2         | -1 |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |   |            |    |
| Mollusque     | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |   |            |    |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |   |            |    |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>        |   |            |    |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>      | 1 | 2          |    |
|               | Trochidae        | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>     |   |            |    |



|            |           |                |                   |   |   |   |
|------------|-----------|----------------|-------------------|---|---|---|
|            | Trochidae | <i>Trochus</i> | sp.               |   |   | 2 |
| Spongiaire | Clionidae | <i>Cliona</i>  | <i>jullienei</i>  | 1 | 4 | 2 |
|            | Clionidae | <i>Cliona</i>  | <i>orientalis</i> | 2 | 3 | 3 |

#### 4.7.4.1 Benthos Transect 07 A

##### 4.7.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST07A)

Le recouvrement corallien est faible. Les colonies scléractiniales 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.). Cependant une zone d'*Acropora* branchu (*Acropora* cf. *formosa*) monospécifique, est paradoxalement intacte par place.

Tableau n°053 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 15             | 5                    |
| Agaraciidae                  | 1              | 1                    |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 1              | 1                    |
| Faviidae                     | 14             | 5                    |
| Fungiidae                    | 1              | 1                    |
| Merulinidae                  | 2              | 2                    |
| Mussidae                     | 5              | 3                    |
| Oculinidae                   | 1              | 3                    |
| Pectiniidae                  | 0              | 0                    |
| Pocilloporidae               | 5              | 4                    |
| Poritidae                    | 1              | 2                    |
| Siderastreidae               | 0              | 0                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>46</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 0              | 0                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>46</b>      |                      |

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 46 espèces coralliennes, les familles scléractiniales (46 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (15 taxons), les Faviidae (14 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons) et les Mussidae (5 taxons).

#### 4.7.4.1.2 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. La mortalité corallienne est à la faveur du développement de ces groupes, cependant ces derniers n'ont pas une croissance importante (petite taille).

Les algues rouges (*Asparagopsis armata*) et les algues brunes (*Turbinaria ornata*) ont leur recouvrement en diminution. Ces espèces sont réparties à travers tous les substrats durs (dalle, débris, roche, coraux vivants). Les autres espèces d'algues sont minoritaires et représentées par quelques thalles d'algues vertes (*Halimeda*, *Chlorodesmis fastigiata* et *Neomeris van bossea*) et d'algues brunes (*Padina* sp.).

Les alcyonaires (*Lobophytum*, *Sinularia* et *Dendronephythya*), les spongiaires (*Cliona jullienei*, *C. orientalis*, *Leucetta chagosensis*), les zoanthaires (*Palythoa* sp.), ainsi que les ascidies (*Polycarpa clavata*, *P. Cryptocarpa* et *Clavelina detorta*) n'ont pas d'évolution par rapport à la dernière mission. Ces organismes sont dispersés par petites plaques ou petites colonies et se fixent sur les substrats durs.

Tableau n°054 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 3              | 3                 |
| Algue brune                       | 2              | 2                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 3              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 2                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 2              | 3                 |
| Bryozoaire                        | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 2                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 1              | 1                 |
| Spongiaire                        | 5              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>21</b>      |                   |

Les crinoïdes privilégient ce type de biotope balayé par les courants de marée. Leur abondance est plutôt importante et ce groupe se fixe surtout sur des promontoires afin de capter au mieux leur nourriture.

A noter la présence d'un *Tridacna squamosa* de 30 cm. L'espèce *ovula ovum* n'a pas été recensée pour cette mission.

#### 4.7.4.2 Benthos Transect 07 B

##### 4.7.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST07B)

De grands Acroporidae tabulaires de plus d'un mètre d'envergure gisent (tête retournée) sur cette pente. Ils ont été arrachés et transportés par des houles exceptionnelles ou bien un cyclone récent (Erica, mars 2003). Dans le même registre mais d'une manière moins exceptionnelle de nombreux débris coralliens branchus sont éparpillés sur la dalle. Un peu plus loin que la station, des couloirs d'avalanches sont le lieu d'accumulations importantes de ces débris.

Cependant, dans les zones protégées, des buissons branchus d'*Acropora formosa* et des colonies massives de *Porites* sp. sont encore en place et en bonne santé. Par place, quelques petites colonies ont recolonisé les débris coralliens (*Turbinaria peltata*, *T. stellulata*, *Seriatopora calendrium*, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Leptoseris scabra*, *Montipora* cf. *verrucosa*, *M.* cf. *danae*, *Symphyllia radians*, *Mycodium elephantopus* ...) Quelques petites cuvettes de sable sont colonisées par les Fungidae (*Sandalolitha robusta* et *Fungia* sp.).

Tableau n°055 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07B)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 7              | 4                    |
| Agaraciidae                  | 6              | 3                    |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 4              | 2                    |
| Faviidae                     | 14             | 4                    |
| Fungiidae                    | 2              | 3                    |
| Merulinidae                  | 4              | 3                    |
| Mussidae                     | 6              | 2                    |
| Oculinidae                   | 2              | 3                    |
| Pectiniidae                  | 3              | 2                    |
| Pocilloporidae               | 6              | 3                    |
| Poritidae                    | 4              | 3                    |
| Siderastreidae               | 1              | 1                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>59</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 2              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>61</b>      |                      |

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 61 espèces coralliennes (vs 52) dont deux espèces de *Millepora* branchu et encroûtant. Les familles scléractiniales (59 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (14 taxons), les Acroporidae (7 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons) et les Agaraciidae (6 taxons).



#### 4.7.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B)

Les macrophytes et les spongiaires ont un recouvrement bien plus important qu'au niveau bathymétrique supérieur. Les éponges encroûtantes (*Cliona orientalis* et *C. jullieni*) prolifèrent et colonisent la dalle, les débris coralliens et de rares coraux vivants.

Les algues sont représentées par les algues rouges *Asparagopsis* cf. *armata*, en forte diminution, ainsi que quelques algues brunes (*Dictyota* sp.). Les algues vertes sont absentes.

Les ascidies (*P. Cryptocarpa* et *Clavelina detorta*) colonisent les substrats durs, comme les alcyonaires (*Lobophytum*, *Sinularia* et *Drendronephthya*). Les crinoïdes sont en augmentation. Les holothuries (*Holothuria nobilis*) sont rares et éparpillées sur le sable et les débris coralliens.

Tableau n°056 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07B)

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

#### 4.7.4.3 Benthos Transect 07 C

##### 4.7.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST07C)

En bas de tombant, les scléractiniaires ont été fortement endommagés par les avalanches de débris et de roches qui ont dévalé la pente, cependant quelques colonies massives ont résisté à cette dégradation mécanique (colonies de *Porites lobata* et *Porites* sp.). Le recouvrement en coraux vivants est plutôt faible mais de nombreuses colonies juvéniles ou bien de petites tailles recolonisent les accumulations de débris et de roches.

Les scléractiniaires adoptent des formes branchues robustes (*Pocillopora damicornis* et *P. verrucosa*), des formes massives (*Astreopora myriophthalma*, *Lobophyllia corymbosa*, *L. hemprichii*, *Symphyllia* sp., *Favia* spp, *Favites* spp), des formes encroûtantes (*Montipora* spp., *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Cyphastrea serailia*, *C. microphthalma*) et des formes libres (*Fungia* sp., *Halomitra pileus* et *Sandalolitha robusta*).

Les espèces *Herpolitha limax*, *Ctenactis simplex*, *Pavona minuta* et *Leptoseris scabra* n'ont pas été

recensées par rapport à la dernière mission.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 45 espèces coralliennes. Les familles scléractiniaires (45 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (12 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Fungiidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons) et les Pectiniidae (4 taxons).

Tableau n°057 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 8              | 4                 |
| Agaraciidae                  | 3              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 2              | 2                 |
| Faviidae                     | 12             | 5                 |
| Fungiidae                    | 4              | 2                 |
| Merulinidae                  | 0              | 0                 |
| Mussidae                     | 3              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 2                 |
| Pectiniidae                  | 4              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 4              | 3                 |
| Poritidae                    | 3              | 3                 |
| Siderastreidae               | 0              | 0                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>45</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>45</b>      |                   |

#### 4.7.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07C)

Les macrophytes ont une richesse spécifique faible. Ils sont représentés par seulement *Actinofrigia fragilis*. Les algues rouges *Asparagopsis* cf. *armata* omniprésentes lors du recensement d'octobre 2008 ont totalement déserté le bas du tombant récifal.

A noter : la présence de cyanobactéries fixées sur les débris coralliens.

Les spongiaires ne se répandent pas beaucoup. Les éponges encroûtantes (*Cliona orientalis* et *C. jullieni*) colonisent des petites surfaces de la dalle et des débris. Les autres espèces (*Stellata globostellata*, l'éponge noire indéterminée) sont aussi de petite taille.

Les ascidies (*P. Cryptocarpa* et *Clavelina detorta*) colonisent les substrats durs, comme les alcyonnaires (*Lobophytum*, *Sinularia* et *Drendronephthya*). Les holothuries (*Holothuria atra*) sont rares et éparpillées sur le sable et les débris coralliens.

A noter la présence rare mais variée des espèces d'alcyonnaires (*Lobophytum*, *Sarcophyton*, *Sinularia* et

*Drendronephthya*), de zoanthaires (*Palythoa* sp.) et de crinoïdes généralement exposées sur les parties hautes des massifs coralliens (captation de la nourriture).

Tableau n°058 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07C)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 4              | 2                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 0              | 0                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 2                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 3              | 2                 |
| Bryozoaire                        | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 2              | 2                 |
| Crinoïde                          | 1              | 2                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 1              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 3              | 2                 |
| Spongiaire                        | 6              | 4                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>24</b>      |                   |

#### 4.7.5 Les poissons (ST07)

La liste complète des résultats bruts<sup>17</sup> est fournie dans le [tableau 59](#).

Tableau n°059 : *Données sur les poissons (ST07)*

| Basse CHAMBEYRON Juin 2009 |                                  | Transect  |            |             | Transect  |            |             | Transect  |            |             | Toute la Station |             |              |
|----------------------------|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------------|-------------|--------------|
| Fam                        | Espèces                          | A         | A          | A           | B         | B          | B           | C         | C          | C           | Total            | Moyenne     |              |
|                            | Biodiversité = 30                | Nb        | Den        | Bio         | Nb        | Den        | Bio         | Nb        | Den        | Bio         | Nb               | Dens        | Biom         |
| Aca                        | <i>Acanthurus blochii</i>        | 1         | 0,0        | 4,8         |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,00        | 1,61         |
| Aca                        | <i>Acanthurus dussumieri</i>     | 1         | 0,0        | 12,3        |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,01        | 4,11         |
| Aca                        | <i>Acanthurus mata</i>           | 7         | 0,1        | 25,8        |           |            |             |           |            |             | 7                | 0,02        | 8,60         |
| Aca                        | <i>Ctenochaetus striatus</i>     | 4         | 0,1        | 1,0         | 4         | 0,1        | 3,2         |           |            |             | 8                | 0,04        | 1,41         |
| Aca                        | <i>Zebrasoma scopas</i>          | 3         | 0,1        | 1,1         | 1         | 0,0        | 1,0         |           |            |             | 4                | 0,04        | 0,69         |
| Ant                        | <i>Pseudanthias pascualus</i>    |           |            |             |           |            |             | 30        | 0,4        | 2,4         | 30               | 0,13        | 0,78         |
| Cha                        | <i>Chaetodon baronessa</i>       | 1         | 0,0        | 0,9         |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,01        | 0,30         |
| Cha                        | <i>Chaetodon pelewensis</i>      | 2         | 0,0        | 0,9         | 2         | 0,0        | 0,9         |           |            |             | 4                | 0,03        | 0,62         |
| Cha                        | <i>Chaetodon ulietensis</i>      | 2         | 0,1        | 3,6         |           |            |             |           |            |             | 2                | 0,02        | 1,19         |
| Cha                        | <i>Heniochus monoceros</i>       |           |            |             |           |            |             | 2         | 0,1        | 12,9        | 2                | 0,02        | 4,30         |
| Epi                        | <i>Anyperodon leucogrammicus</i> |           |            |             |           |            |             | 1         | 0,0        | 6,4         | 1                | 0,01        | 2,12         |
| Epi                        | <i>Cephalopholis miniata</i>     |           |            |             |           |            |             | 2         | 0,0        | 2,0         | 2                | 0,01        | 0,66         |
| Epi                        | <i>Cephalopholis urodeta</i>     | 2         | 0,1        | 2,8         |           |            |             |           |            |             | 2                | 0,02        | 0,95         |
| Epi                        | <i>Cromileptes altivelis</i>     |           |            |             | 1         | 0,0        | 13,5        |           |            |             | 1                | 0,00        | 4,49         |
| Epi                        | <i>Plectropomus leopardus</i>    |           |            |             | 2         | 0,0        | 27,9        |           |            |             | 2                | 0,01        | 9,31         |
| Lab                        | <i>Bodianus perditio</i>         |           |            |             | 1         | 0,0        | 10,4        |           |            |             | 1                | 0,01        | 3,46         |
| Lab                        | <i>Cheilinus chlorourus</i>      |           |            |             |           |            |             | 2         | 0,0        | 1,2         | 2                | 0,01        | 0,41         |
| Lab                        | <i>Thalassoma lunare</i>         | 3         | 0,1        | 1,4         |           |            |             | 3         | 0,1        | 1,5         | 6                | 0,05        | 0,98         |
| Lab                        | <i>Thalassoma lutescens</i>      |           |            |             |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,5         | 1                | 0,01        | 0,17         |
| Lab                        | <i>Gomphosus varius</i>          | 1         | 0,0        | 0,2         |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,01        | 0,07         |
| Nem                        | <i>Scolopsis bilineatus</i>      |           |            |             | 6         | 0,1        | 6,7         |           |            |             | 6                | 0,02        | 2,22         |
| Poc                        | <i>Centropyge bicolor</i>        | 2         | 0,1        | 1,6         | 2         | 0,0        | 0,1         |           |            |             | 4                | 0,04        | 0,57         |
| Poc                        | <i>Centropyge tibicen</i>        | 3         | 0,2        | 0,9         | 3         | 0,1        | 0,2         |           |            |             | 6                | 0,07        | 0,34         |
| Pom                        | <i>Chrysiptera taupou</i>        | 5         | 0,1        | 0,3         | 15        | 0,3        | 0,8         |           |            |             | 20               | 0,13        | 0,37         |
| Pom                        | <i>Dascyllus reticulatus</i>     | 5         | 0,1        | 0,5         |           |            |             |           |            |             | 5                | 0,03        | 0,16         |
| Sca                        | <i>Scarus altipinnis</i>         |           |            |             | 1         | 0,0        | 1,8         |           |            |             | 1                | 0,00        | 0,59         |
| Sca                        | <i>Scarus bleekeri</i>           | 10        | 0,1        | 3,0         | 10        | 0,1        | 3,0         | 1         | 0,0        | 1,4         | 21               | 0,10        | 2,48         |
| Sca                        | <i>Scarus schlegeli</i>          |           |            |             | 1         | 0,0        | 3,5         |           |            |             | 1                | 0,01        | 1,18         |
| Sca                        | <i>Scarus sordidus</i>           | 3         | 0,0        | 5,3         | 2         | 0,1        | 3,5         |           |            |             | 5                | 0,03        | 2,94         |
| Tet                        | <i>Canthigaster valentini</i>    | 1         | 0,0        | 0,3         | 1         | 0,0        | 0,6         |           |            |             | 2                | 0,02        | 0,30         |
|                            | <b>Total</b>                     | <b>56</b> | <b>1,2</b> | <b>66,8</b> | <b>52</b> | <b>0,9</b> | <b>77,1</b> | <b>42</b> | <b>0,6</b> | <b>28,2</b> | <b>150</b>       | <b>0,91</b> | <b>57,37</b> |

Sur l'ensemble de la station, 150 individus appartenant à 30 espèces différentes ([figure 35](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.9 poissons / m<sup>2</sup> ([figure 36](#)) pour une biomasse de 57.4 g/m<sup>2</sup>.

<sup>17</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

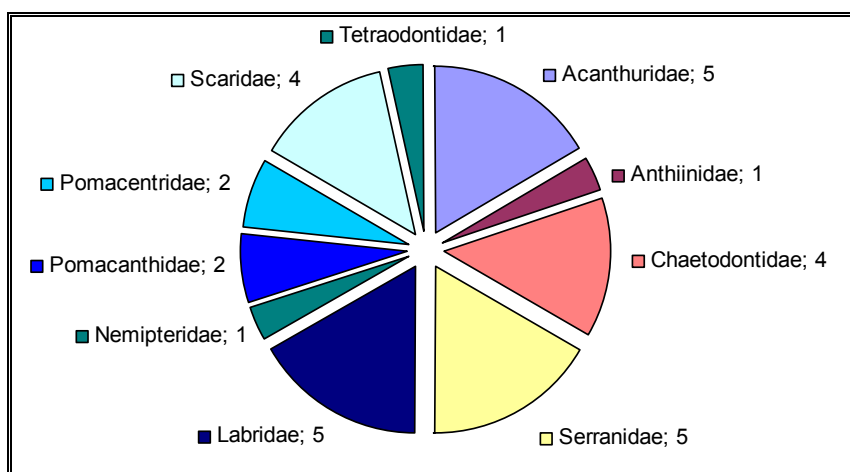


Figure n°035 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST07)*

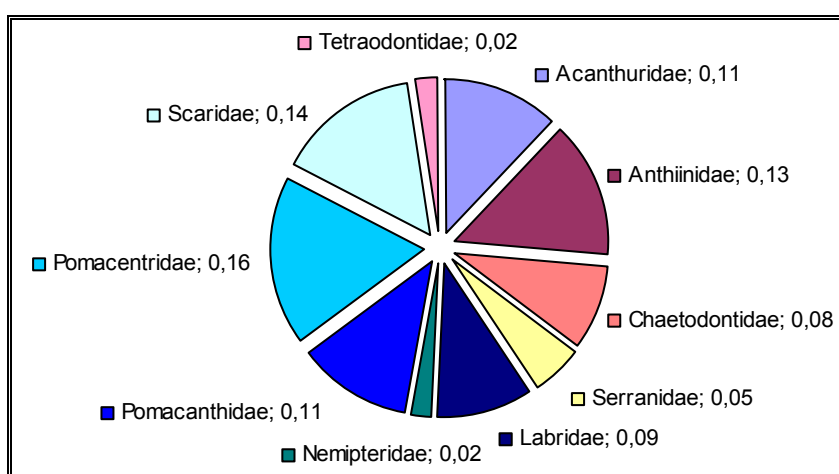


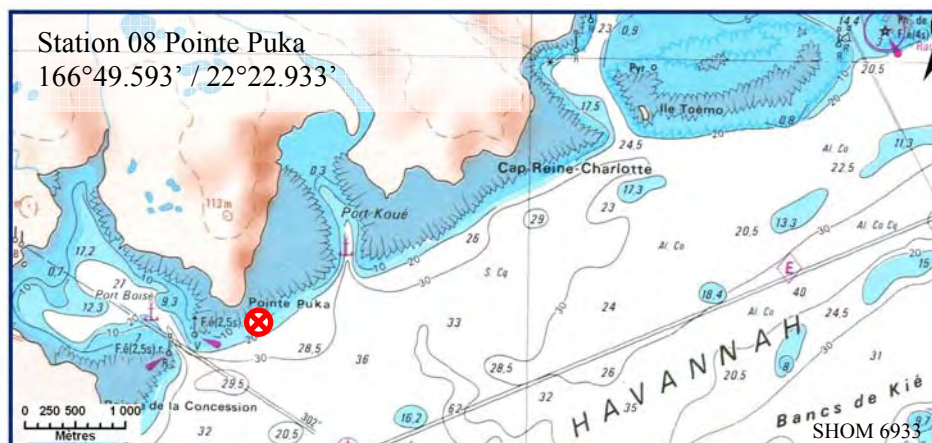
Figure n°036 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST07)*

## 4.8 Station 08 = Pointe Puka

### 4.8.1 Fiche descriptive (ST08)

#### 4.8.1.1 Localisation géographique (ST08)

La station est située en bordure du récif frangeant de la pointe Puka et au droit d'un gros amas rocheux proéminent sur le rivage, avec une petite tâche blanche (photographie 18).



Carte n°010 : Localisation de la station 08 (Pointe Puka)



Photo n°018 : Position en surface par rapport à la côte (ST08)



Photo n°019 : Photographie aérienne du site de la station 08

Il n'y a que deux transects à cette station, et ils ont été placés perpendiculairement à la pente du récif frangeant à 9 et 11.5 mètres 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.

La pente sédimentaire (où a été positionné le deuxième transect) est composée de sable et de débris coralliens plus importants par rapport au transect supérieur (rupture de faciès).





#### 4.8.1.2 Description générale (ST08)

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 (14-15 mètres de profondeur), la pente sédimentaire a peu d'inclinaison. Elle est composée de sable coquillé et de grosses patates coralliennes dispersées (*Porites lobata*) ainsi que de nombreux blocs coralliens morts, de taille décimétrique.

#### 4.8.1.3 Caractéristiques principales (ST08)

- ↪ Richesse spécifique élevée des coraux, au début de la pente sédimentaire.
- ↪ Croissance importante de grandes colonies de *Porites lobata*.
- ↪ Présence de *Tubipora musica* au deuxième transect (11.5 m).
- ↪ Présence de cyanobactéries sur les deux niveaux bathymétriques.

#### 4.8.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST08)

- ↪ Recrutement corallien important (colonies coralliennes juvéniles).
- ↪ Richesse spécifique des coraux en augmentation.
- ↪ Richesse spécifique des macrophytes et invertébrés en diminution.
- ↪ Absence des algues rouges *Asparagopsis armata* qui étaient très abondantes lors de la mission d'octobre 08 (saisonnalité des algues).
- ↪ Présence moins importante de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) par rapport à 2007.
- ↪ Encroûtement des coraux vivants par les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*).
- ↪ Développement de *Cliona orientalis* (éponge encroûtante) au premier transect.
- ↪ Développement de *Cliona jullienei* (éponge encroûtante) au deuxième transect.
- ↪ Peu de blanchissement corallien (*Acropora* spp., *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora hystrix*).





### 4.8.3 Le substrat (ST08)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 37](#) pour le transect A et dans la [figure 38](#) pour le transect B.

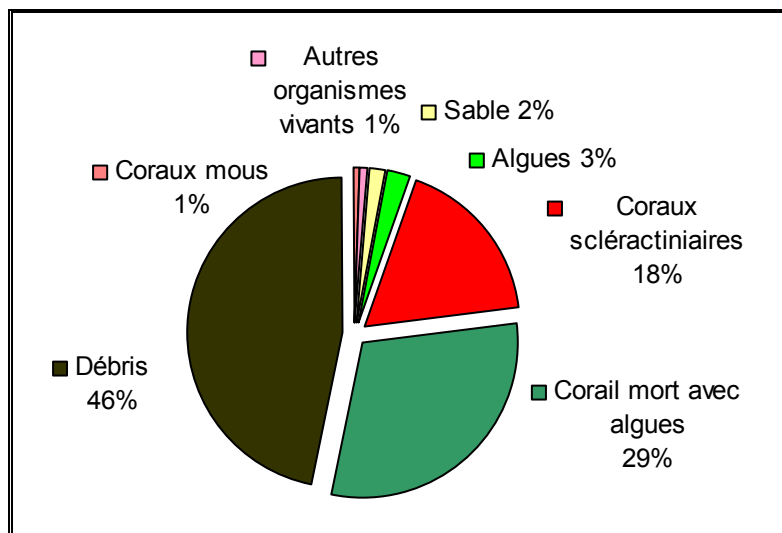


Figure n°037 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A*

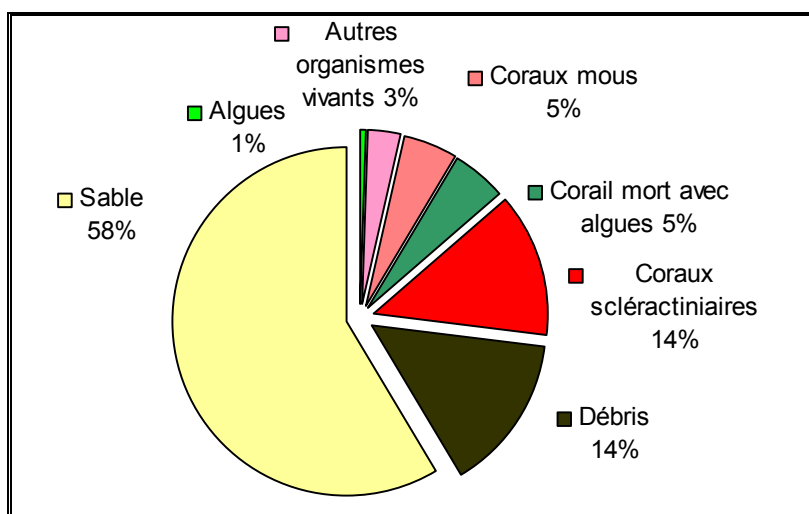


Figure n°038 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B*

Les deux transects sont très différents : le substrat du transect haut est composé d'une large part de débris (47%) et de coraux morts recouverts d'algues (30%) avec 17.5% de coraux scléactiniaires vivants. Sur le transect B, on peut observer essentiellement du sable (58.5%) et des débris (14.5%) avec 13.5% de coraux scléactiniaires.

### 4.8.4 Le benthos (ST08)

La liste des taxons cibles<sup>18</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 60](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de nombreuses algues (avec diminution de l'abondance de certaines), dont des cyanobactéries sur les 2 transects, de quelques échinodermes et mollusques et de plusieurs éponges

<sup>18</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).

encroûtantes.

Tableau n°060 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 08

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                 | ESPECE               | ABONDANCE  |            |
|---------------|-------------------|-----------------------|----------------------|------------|------------|
|               |                   |                       |                      | Transect A | Transect B |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>       | sp.                  | 5          | 2          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>     | sp.                  |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>      | <i>variegata</i>     |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>         | sp.                  | 2          | -2         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>   | sp.                  |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>      | sp.                  |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>     | <i>ornata</i>        |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>   | <i>armata</i>        | -5         | -3         |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | sp.                  | 2          | 2          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | <i>van bossea</i>    | 3          | 3          |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>     | <i>hawaiiensis</i>   |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>      | <i>armatum</i>       | 2          | 1          |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | <i>fragilis</i>      |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | sp.                  |            | 2          |
|               | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura</i>      | <i>marginata</i>     |            |            |
|               | Indéterminée      |                       |                      |            |            |
|               | Liagoraceae       | <i>Triclogloea</i>    | <i>requienii</i>     |            |            |
|               | Peyssonneliaceae  | <i>Peyssonnelia</i>   | sp.                  |            |            |
| Algue verte   | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp1                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp2                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp3                  |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>mammillosum</i>   |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>platyclados</i>   |            |            |
|               | Dasycladaceae     | <i>Bornetella</i>     | <i>oligospora</i>    |            |            |
|               | Dasycladaceae     | <i>Neomeris</i>       | <i>van bosseae</i>   | 3          | -2         |
|               | Halimedaceae      | <i>Halimeda</i>       | sp.                  | 2          |            |
|               | Siphonocladaceae  | <i>Dictyosphaeria</i> | <i>verluisii</i>     |            |            |
|               | Udodeaceae        | <i>Chlorodesmia</i>   | <i>fastigiata</i>    |            |            |
| Cyanobacterie |                   | <i>Phormidium</i>     | sp.                  | 2          | 2          |
| Asterie       | Acanthasteridae   | <i>Acanthaster</i>    | <i>planci</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Celerina</i>       | <i>heffernani</i>    |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Gomophia</i>       | sp.                  |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>indica</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>milleporrella</i> |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>monilis</i>       | 1          |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | sp.                  |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Linckia</i>        | <i>multifora</i>     |            | 1          |
|               | Ophiasteridae     | <i>Nardoa</i>         | <i>gomophia</i>      |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Nardoa</i>         | sp.                  |            |            |
|               | Oreasteridae      | <i>Culcita</i>        | <i>novaeguineae</i>  |            |            |

|            |                |                        |                      |   |    |
|------------|----------------|------------------------|----------------------|---|----|
| Crinoïde   | Colobometridae | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |   |    |
|            | Comasteridae   | <i>Comastus</i>        | <i>bennetti</i>      |   |    |
|            | Indeterminée   |                        |                      | 3 | 3  |
| Echinide   | Diadematidae   | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |   |    |
|            | Echinometridae | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |   |    |
| Holothurie | Holothuriidae  | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         | 1 |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          | 1 | 1  |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |   |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        | 1 | -1 |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |   |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |   | 1  |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |   |    |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |   | -1 |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |   |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |   | 1  |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |   |    |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |   | 1  |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |   |    |
| Mollusque  | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |   |    |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |   |    |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>        | 2 |    |
|            | Tridacnidae    | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>      |   |    |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>     |   |    |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | sp.                  | 1 |    |
| Spongiaire | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>jullienei</i>     | 3 | 3  |
|            | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>orientalis</i>    | 2 | 3  |

#### 4.8.4.1 Benthos Transect 08 A

##### 4.8.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST08A)

La richesse spécifique est beaucoup plus importante que l'année dernière (88 par rapport à 73 espèces). Le nombre de petites colonies et de juvéniles est très important. Du fait de leur petite taille, les juvéniles sont difficilement identifiables. Les espèces coralliennes dont l'abondance est en augmentation sont : *Porites lichen*, *Seriatopora hystrix*, *Porites* sp., *Caulastrea curvata* et *Isopora palifera*. On peut également noter la présence de *Turbinaria heronensis*, *Alveopora spongiosa*, *Caulastrea furcata*, *Hydnophora rigida*, *Psammocora digitata*.

De plus, de grandes colonies de *Porites lobata* atteignant plusieurs mètres de diamètre s'édifient par petits groupes sur la pente sédimentaire.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 88 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchu et une espèce de *Tubipora musica*. Les familles scléractiniales (86 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (18 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Pectiniidae (8 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons) et les Dendrophyllidae (6 taxons).

Tableau n°061 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 18             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 3              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 2              | 2                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 6              | 3                 |
| Faviidae                     | 18             | 4                 |
| Fungiidae                    | 4              | 3                 |
| Merulinidae                  | 4              | 3                 |
| Mussidae                     | 6              | 3                 |
| Oculinidae                   | 2              | 2                 |
| Pectiniidae                  | 8              | 3                 |
| Pocilloporidae               | 6              | 5                 |
| Poritidae                    | 6              | 5                 |
| Siderastreidae               | 3              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>86</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 1              | 2                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>88</b>      |                   |

#### 4.8.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A)

Les macrophytes ont un recouvrement important bien que leur richesse spécifique et leur abondance aient tendance à varier de manière très significative. L'algue brune (*Dictyota* sp.) s'est bien développée alors que l'algue rouge (*Asparagopsis armata*) est absente pour ce recensement alors qu'elle était omniprésente lors de la dernière campagne.

Les autres genres de macrophytes n'ont pas eu d'évolution (*Plocamium armatum*, *Amphiroa* sp. et *Padina* sp., *Chlorodesmis fastigiata*, *Halimeda* et *Neomeris van bossea*).

Des cyanobactéries sont toujours présentes sur le substratum dur (débris et bloc coralliens).

Les genres d'alcyonaires présentent également des variations d'abondance et de richesse spécifique. Ce groupe a moins de recouvrement mais reste varié. Les genres *Cladiella* et *Nephthea* n'ont pas été observés pour ce niveau bathymétrique. Le genre *Lobophytum* a une légère augmentation de recouvrement à l'inverse des genres *Sarcophyton*, *Sinularia* et *Dendronephthya*.

Les spongiaires (*Cliona jullienei* et quelques *Cliona orientalis*) ne sont pas nombreux et encroûtent surtout la dalle et les débris coralliens, mais quelques colonies coralliennes sont en train de se faire recouvrir (cf. [atlas photographique](#)).

Tableau n°062 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08A)*

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

#### 4.8.4.2 Benthos Transect 08 B

##### 4.8.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST08B)

Le recouvrement et la richesse spécifique des scléractiniaires diminuent par rapport au transect supérieur. Cependant de grandes colonies de *Porites lobata* s'édifient sur cette pente sédimentaire (4 à 5 mètres de diamètre) ainsi que de grandes colonies d'*Acropora* tabulaire (1 m de diamètre) fixées sur des petits massifs coralliens.

Le reste des colonies coralliennes est de petite taille (*Leptoseris mycetoseroides*, *Pachyseris speciosa*, *Barabattoia amicorum*, *Favia maxima*, *Favites chinensis*, *Platygyra pini*, *Hydnophora pilosa*, *Coscinareae columna*). L'espèce *Tubipora musica* est relativement abondante dans cette partie de la pente. L'espèce *Coscinareae exesa* n'a pas été recensée pour cette mission.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 51 espèces coralliennes dont une espèce de *Tubipora musica*. Les familles scléractiniaires (50 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (16 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Fungiidae (5 taxons) et les Pocilloporidae (4 taxons).

Tableau n°063 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 12             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 2              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 2              | 2                 |
| Faviidae                     | 16             | 4                 |
| Fungiidae                    | 5              | 3                 |
| Merulinidae                  | 3              | 2                 |
| Mussidae                     | 1              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 2                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 4              | 3                 |
| Poritidae                    | 2              | 5                 |
| Siderastreidae               | 1              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>51</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 3                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>52</b>      |                   |

#### 4.8.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08B)

Les éponges encroûtantes (*Cliona* cf. *jullienei* et *Cliona orientalis*) ne sont pas très abondantes, elles encroûtent généralement la dalle et les massifs coralliens mais elles empiètent dans quelques cas sur les coraux (affaiblissement des scléractiniaires : cf. [Atlas photographique](#)). Les autres espèces colonisent la dalle (éponge noire indéterminée) ou les débris coralliens (*Clathria rugosa*, *C. bargibanti*). Les espèces *Stellata glostellata* et *Cymbastella cantharella* n'ont pas été recensées lors de cette campagne.

Les algues rouges (*Plocamium armatum*, *Amphiroa* sp.) ont un recouvrement faible, comme les algues brunes (*Dictyota* sp.). Les algues vertes sont absentes et plusieurs espèces n'ont pas été recensées par rapport à la dernière mission (*Padina*, *Asparagopsis*, *Neomeris*).

Des cyanobactéries sont encore installées sur le substratum dur (débris et bloc coralliens).

Les alcyonaires sont moins 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* et *Simularia*.

L'augmentation de recouvrement en substrat meuble (sable) favorise la présence d'holothuries (*Thelenota anax*, *Holothuria fuscopunctata*, *H. atra*). Les deux espèces *Holothuria scabra* et *H. edulis* n'étaient pas dans la zone d'étude pour cette mission.

Tableau n°064 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08B)*

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 5              | 3                    |
| Algue brune                          | 1              | 2                    |
| Algue rouge                          | 4              | 3                    |
| Algue verte                          | 0              | 0                    |
| Cyanobactérie                        | 1              | 2                    |
| Anémone                              | 2              | 2                    |
| Ascidies                             | 2              | 4                    |
| Bryzoaire                            | 0              | 0                    |
| Astérie                              | 1              | 1                    |
| Crinoïde                             | 1              | 3                    |
| Echinides                            | 0              | 0                    |
| Holothurie                           | 4              | 2                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 1              | 2                    |
| Mollusque                            | 3              | 2                    |
| Spongiaire                           | 6              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 0              | 0                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>31</b>      |                      |



#### 4.8.5 Les poissons (ST08)

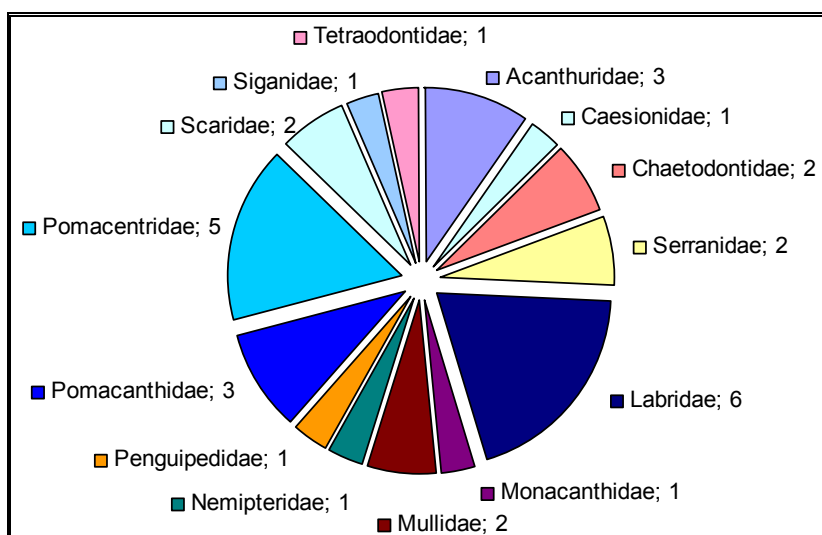
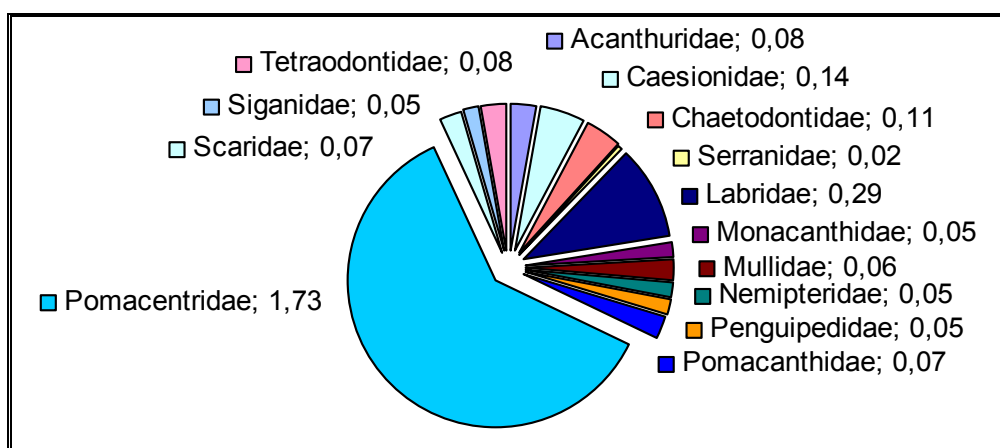
La liste complète des résultats bruts<sup>19</sup> est fournie dans le [tableau 65](#).

Tableau n°065 : *Données sur les poissons (ST08)*

|     | PUKA Juin 2009                     | Transect  |            |             | Transect    |            |             | Toute la Station |             |              |
|-----|------------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------------|-------------|--------------|
| Fam | Espèces                            | B         | B          | B           | C           | C          | C           | Total            | Moyenne     |              |
|     | Biodiversité = 31                  | Nb        | Den        | Bio         | Nb          | Den        | Bio         | Nb               | Dens        | Biom         |
| Aca | <i>Acanthurus dussumieri</i>       |           |            |             | 2,0         | 0,0        | 14,2        | 2                | 0,02        | 7,12         |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>       | 2         | 0,1        | 1,3         |             |            |             | 2                | 0,03        | 0,67         |
| Aca | <i>Zebrasoma scopas</i>            | 2         | 0,1        | 0,5         |             |            |             | 2                | 0,03        | 0,25         |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>             | 20        | 0,3        | 15,3        |             |            |             | 20               | 0,14        | 7,66         |
| Cha | <i>Chaetodon citrinellus</i>       |           |            |             | 4,0         | 0,2        | 1,3         | 4                | 0,10        | 0,67         |
| Cha | <i>Chaetodon trifasciatus</i>      | 1         | 0,0        | 2,0         |             |            |             | 1                | 0,01        | 0,98         |
| Epi | <i>Plectropomus laevis</i>         |           |            |             | 1,0         | 0,0        | 22,7        | 1                | 0,00        | 11,35        |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>      | 2         | 0,0        | 15,6        |             |            |             | 2                | 0,02        | 7,81         |
| Lab | <i>Bodianus perditio</i>           | 1         | 0,0        | 1,5         |             |            |             | 1                | 0,01        | 0,73         |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>        | 1         | 0,0        | 0,6         |             |            |             | 1                | 0,02        | 0,32         |
| Lab | <i>Gomphosius varius</i>           | 2         | 0,1        | 0,3         | 1,0         | 0,0        | 0,2         | 3                | 0,05        | 0,27         |
| Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>        | 2         | 0,1        | 0,1         | 2,0         | 0,1        | 0,1         | 4                | 0,08        | 0,12         |
| Lab | <i>Thalassoma lunare</i>           | 2         | 0,1        | 0,5         | 3,0         | 0,1        | 0,3         | 5                | 0,07        | 0,38         |
| Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>        | 2         | 0,1        | 0,7         | 1,0         | 0,1        | 0,4         | 3                | 0,06        | 0,53         |
| Mon | <i>Oxymonacanthus longirostris</i> | 3         | 0,1        | 0,3         |             |            |             | 3                | 0,05        | 0,15         |
| Mul | <i>Parupeneus indicus</i>          |           |            |             | 2,0         | 0,1        | 1,8         | 2                | 0,05        | 0,92         |
| Mul | <i>Parupeneus multifasciatus</i>   | 1         | 0,0        | 0,5         |             |            |             | 1                | 0,01        | 0,23         |
| Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>        | 3         | 0,1        | 3,6         |             |            |             | 3                | 0,05        | 1,79         |
| Pen | <i>Parapercis hexophthalma</i>     |           |            |             | 1,0         | 0,1        | 2,8         | 1                | 0,05        | 1,41         |
| Poc | <i>Centropyge bicolor</i>          | 2         | 0,1        | 0,3         |             |            |             | 2                | 0,03        | 0,16         |
| Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>       | 1         | 0,0        | 0,2         |             |            |             | 1                | 0,02        | 0,08         |
| Poc | <i>Centropyge tibicen</i>          | 1         | 0,0        | 0,1         |             |            |             | 1                | 0,02        | 0,07         |
| Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>        | 3         | 0,3        | 0,1         |             |            |             | 3                | 0,15        | 0,03         |
| Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>          | 3         | 0,3        | 0,2         | 4,0         | 0,4        | 0,6         | 7                | 0,35        | 0,37         |
| Pom | <i>Dascyllus aruanus</i>           |           |            |             | 6,0         | 0,6        | 0,2         | 6                | 0,30        | 0,10         |
| Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>       | 2         | 0,2        | 0,2         | 15,0        | 1,5        | 1,5         | 17               | 0,85        | 0,83         |
| Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>     | 3         | 0,2        | 0,1         |             |            |             | 3                | 0,08        | 0,04         |
| Sca | <i>Scarus sordidus</i>             | 3         | 0,1        | 2,3         |             |            |             | 3                | 0,05        | 1,13         |
| Sca | <i>Scarus spinus</i>               | 1         | 0,0        | 2,5         |             |            |             | 1                | 0,02        | 1,26         |
| Sig | <i>Siganus doliatus</i>            | 2         | 0,1        | 3,6         |             |            |             | 2                | 0,05        | 1,81         |
| Tet | <i>Canthigaster valentini</i>      | 1         | 0,1        | 0,4         | 1,0         | 0,1        | 0,1         | 2                | 0,08        | 0,26         |
|     | <b>Total</b>                       | <b>66</b> | <b>2,4</b> | <b>52,8</b> | <b>43,0</b> | <b>3,2</b> | <b>46,2</b> | <b>109</b>       | <b>2,83</b> | <b>49,51</b> |

Sur l'ensemble de la station, 109 individus appartenant à 31 espèces différentes ([figure 39](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.8 poissons / m<sup>2</sup> ([figure 40](#)) pour une biomasse de 49.5 g/m<sup>2</sup>.

<sup>19</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Figure n°039 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST08)*Figure n°040 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST08)*

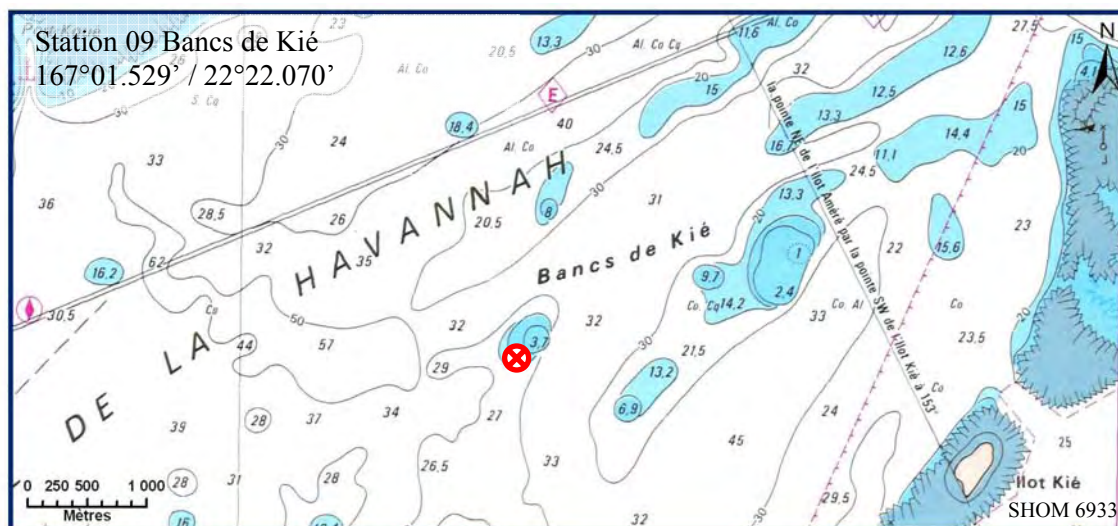
## 4.9 Station 09 = Bancs de Kié

### 4.9.1 Fiche descriptive (ST09)

#### 4.9.1.1 Localisation géographique (ST09)

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. Les transects sont positionnés à partir de la rupture de pente du récif à 7 m, 17 m et 20 mètres de profondeur, avec une direction du sud-est vers le nord-ouest.

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.



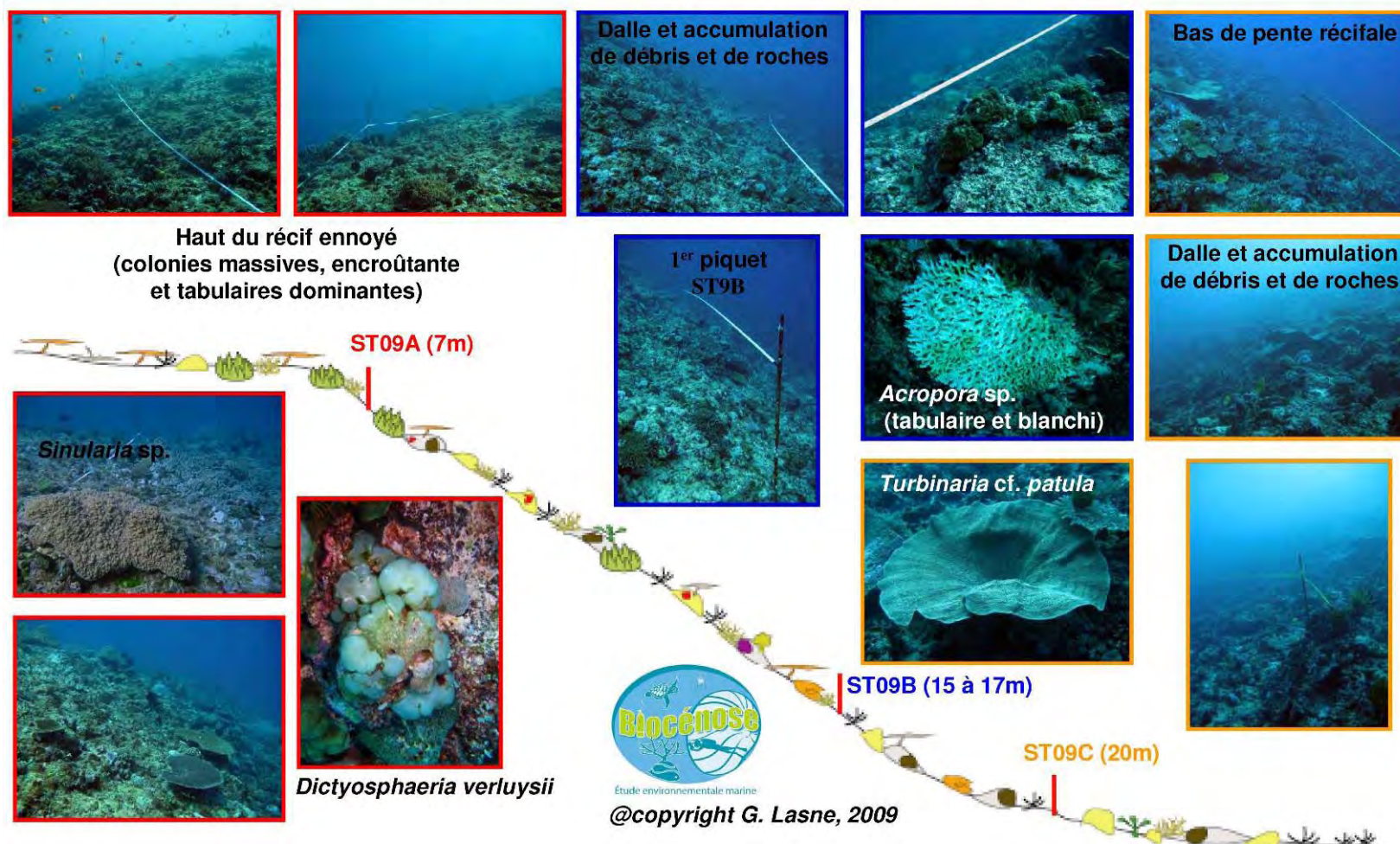


- ⇒ Les alcyonaires ont un recouvrement élevé.
- ⇒ Evolution à la baisse de la richesse spécifique des holothuries pour le transect B.



#### 4.9.2 Schéma structural (ST09)

### STATION 9 – Banc Kié (Récif ennoyé soumis aux ressacs et aux forts courants de marée)



### 4.9.3 Le substrat (ST09)

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.

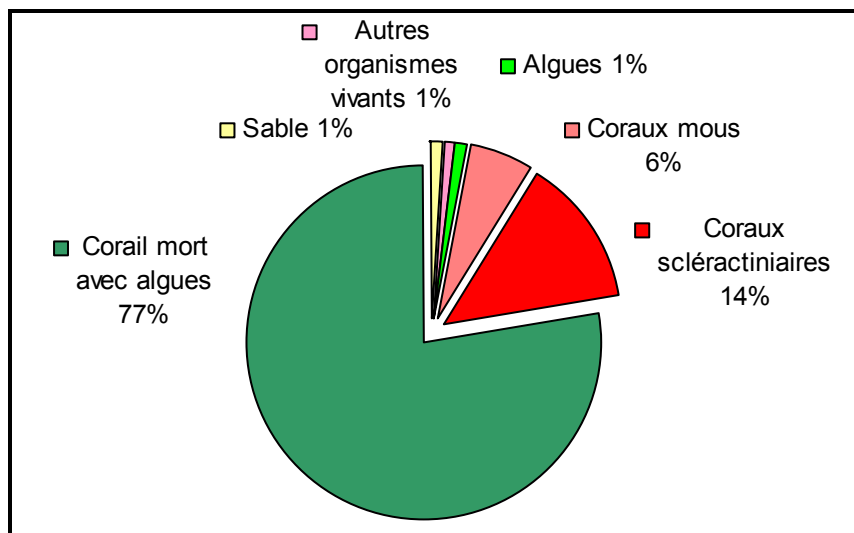


Figure n°041 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A*

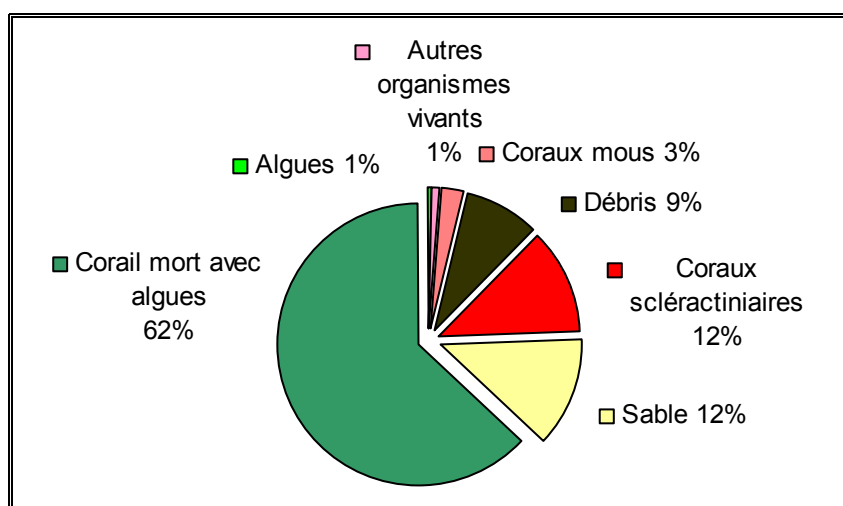


Figure n°042 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B*

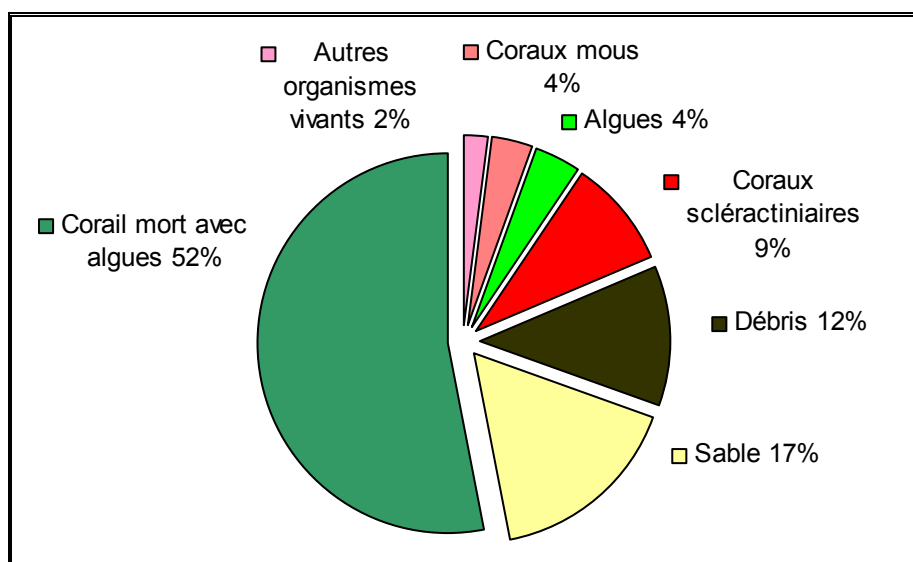


Figure n°043 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C

Sur les 3 transects, les coraux scléactiniaires sont moyennement représentés avec respectivement 13.5%, 12% et 9%.

Le substrat est majoritairement composé de coraux morts (respectivement 77.5%, 63%, 53%) encroûtés 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 (99%).

Un peu plus de débris et de sable sur les transects plus profonds (B et C) par rapport à la campagne précédente (au détriment du DCA = Corail mort avec algues).

#### 4.9.4 Le benthos (ST09)

La liste des taxons cibles<sup>20</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 66](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de nombreuses algues (en diminution), dont des cyanobactéries sur les 3 transects (en augmentation), quelques échinodermes, surtout représentés par des crinoïdes et de plusieurs éponges perforantes. Les mollusques sont rares, mais une nouvelle espèce.

Tableau n°066 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 09

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE               | ESPECE            | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                     |                   | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>     | sp.               |            | -3         | -3         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>   | sp.               |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>    | <i>variegata</i>  |            | -3         |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>       | sp.               |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i> | sp.               |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>    | sp.               |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>   | <i>ornata</i>     | 2          | -3         |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i> | <i>armata</i>     | 4          | 3          | 2          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | sp.               | 3          | 4          | 3          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | <i>van bossea</i> |            |            |            |

<sup>20</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).



|               |                  |                        |                      |    |    |    |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|----|----|----|
|               | Dumontiaceae     | <i>Gibsmithia</i>      | <i>hawaiiensis</i>   |    | -1 | -2 |
|               | Floriophyceae    | <i>Plocamium</i>       | <i>armatum</i>       |    |    |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | <i>fragilis</i>      |    |    |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | sp.                  |    |    | -2 |
|               | Galaxauraceae    | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>     |    |    |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      |    |    |    |
|               | Liagoraceae      | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>     | -3 | -3 | -3 |
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |    |    |    |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  |    | 2  | 2  |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  |    |    |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |    |    | 3  |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |    |    | 2  |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |    |    | 2  |
|               | Dasycladaceae    | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |    |    | 2  |
|               | Dasycladaceae    | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   | -4 | -4 | 2  |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 2  | 2  | 2  |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluisii</i>     | 5  | 2  | 3  |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastgiata</i>     | 3  | 2  | 2  |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  | 2  | 2  | 3  |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |    |    | 1  |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |    |    | 1  |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |    |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multiflora</i>    | 1  |    |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |    |    | 1  |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |    |    |    |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |    |    |    |
| Crinoïde      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |    |    |    |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |    |    |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      | 3  | 3  | 3  |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |    | 2  | 2  |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |    |    |    |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |    | -1 |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |    | -1 |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |    |    |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |    | -1 |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |    | -1 |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |    |    |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |    |    |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |    |    |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |    |    |    |

|            |               |                  |                   |   |    |   |
|------------|---------------|------------------|-------------------|---|----|---|
|            | Stichoporidae | <i>Thelenota</i> | <i>ananas</i>     |   | -1 | 1 |
|            | Stichoporidae | <i>Thelenota</i> | <i>anax</i>       |   |    |   |
| Mollusque  | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>crocea</i>     | 2 |    |   |
|            | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>derasa</i>     |   |    |   |
|            | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>maxima</i>     |   |    |   |
|            | Tridacnidae   | <i>Tridacna</i>  | <i>squamosa</i>   |   |    |   |
|            | Trochidae     | <i>Trochus</i>   | <i>niloticus</i>  |   |    |   |
|            | Trochidae     | <i>Trochus</i>   | sp.               | 1 |    |   |
| Spongiaire | Clionidae     | <i>Cliona</i>    | <i>jullienei</i>  | 2 | 2  | 2 |
|            | Clionidae     | <i>Cliona</i>    | <i>orientalis</i> | 3 | 4  | 4 |

#### 4.9.4.1 Benthos Transect 09 A

##### 4.9.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST09A)

Ce récif est fortement exposé aux courants de marée intenses et à la houle. Le haut du récif est arasé, les colonies qui arrivent à s'édifier avec ces conditions environnementales 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 hystrix* et *S. calendrium*), formes tabulaires courtes (*Acropora* spp.), formes foliacées (*Turbinaria mesenterina*, *T. frondens*, *T. peltata*, *Pachyseris speciosa*).

Tableau n°067 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09A)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 11             | 4                 |
| Agaraciidae                  | 2              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 1                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 3              | 2                 |
| Faviidae                     | 15             | 4                 |
| Fungiidae                    | 0              | 0                 |
| Merulinidae                  | 3              | 2                 |
| Mussidae                     | 1              | 1                 |
| Oculinidae                   | 1              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 0              | 0                 |
| Pocilloporidae               | 5              | 5                 |
| Poritidae                    | 4              | 3                 |
| Siderastreidae               | 3              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>49</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>50</b>      |                   |

La présence de jeunes colonies de scléractiniaires, appartenant surtout à la famille des Acroporidae, Faviidae et des Dendrophyllidae caractérise une zone en cours de recolonisation (recrutement corallien).

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 50 espèces coralliennes (vs 38) dont l'espèce de *Tubipora musica*. Les familles scléractiniaires (49 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (11 taxons) et les Pocilloporidae (5 taxons).

#### 4.9.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A)

Les alcyonaires sont représentés par 7 genres. Le genre *Lobophytum* est celui qui a le recouvrement le plus important puis dans une moindre mesure *Sarcophyton*, *Sinularia*, *Rhystima*, *Klyxum*, *Nephthea* et *Xenia* sont éparpillés sur la dalle.

Les macrophytes ont leur recouvrement à la baisse. Les algues brunes *Turbinaria ornata* sont caractéristiques des milieux battus par les courants. Les algues rouges *Asparagopsis armata* et *Amphiroa* sp. ont un recouvrement plus important mais toujours à la baisse. Les algues vertes, *Halimeda* sp. et *Chlorodesmis fastigiata* se répartissent de manière homogène sur la dalle.

Quelques espèces normalement abondantes n'ont pas été recensées lors de cette mission (*Triclogloea requienii*, *Neomeris van bossea*). Seule l'espèce *Dyctiospheria verluyisii* est abondante. Cette espèce est une forme encroûtante et robuste.

Tableau n°068 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09A)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 7              | 5                 |
| Algue brune                       | 1              | 2                 |
| Algue rouge                       | 2              | 4                 |
| Algue verte                       | 3              | 5                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 2                 |
| Anémone                           | 1              | 1                 |
| Ascidies                          | 6              | 5                 |
| Bryzoaire                         | 1              | 3                 |
| Astérie                           | 1              | 1                 |
| Crinoïde                          | 1              | 3                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 2              | 3                 |
| Mollusque                         | 2              | 2                 |
| Spongiaire                        | 6              | 5                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>35</b>      |                   |

Les spongiaires ont un recouvrement plutôt faible, se développant particulièrement sur la dalle. L'espèce la plus abondante est *C. orientalis* puis dans une moindre mesure *Cliona jullienei*, *Spherospongia vagabunda*, l'éponge noire indéterminée, *Dysidea herbacea* et *Stellata globostellata*.

De plus, les conditions hydrodynamiques favorisent le développement des ascidies (*Didemnum molle*, *Polycarpa cryptocarpa*, *P. clavata*, *Clavelina detorta*) et de nombreuses crinoïdes.

#### 4.9.4.2 Benthos Transect 09 B

##### 4.9.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST09B)

Ce niveau de la pente a été également dégradé par un cyclone ou bien des conditions hydrodynamiques exceptionnelles. Les grosses colonies sont de formes massives, tabulaires et foliacées. Ces types de morphologies semblent avoir le mieux résistés au cyclone Erika.

Bien que la dalle soit arasée et que le recouvrement en coraux soit faible, la présence de nombreuses et jeunes colonies de scléractiniaires démontre que cette zone est en cours de recolonisation. A noter la présence de grandes colonies de *Turbinaria* sp. et de *Porites* sp..

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 48 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora* musica, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce de gorgone indéterminée. Les familles scléractiniaires (45 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (9 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Dendrophyllidae (5 taxons) et les Pocilloporidae (5 taxons).

Tableau n°069 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 9              | 3                    |
| Agaraciidae                  | 1              | 3                    |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 5              | 3                    |
| Faviidae                     | 9              | 5                    |
| Fungiidae                    | 0              | 0                    |
| Merulinidae                  | 2              | 2                    |
| Mussidae                     | 4              | 3                    |
| Oculinidae                   | 2              | 2                    |
| Pectiniidae                  | 3              | 2                    |
| Pocilloporidae               | 5              | 5                    |
| Poritidae                    | 4              | 3                    |
| Siderastreidae               | 1              | 1                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>45</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 1              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                    |
| Gorgone                      | 1              | 1                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>48</b>      |                      |

##### 4.9.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B)

De nombreuses espèces de macrophytes n'ont pas été recensées pour ce niveau bathymétrique (*Dictyota*, *Lobophora variegata*, *Turbinaria ornata*, *Gibsmithia hawaiiensis*, *Triclogloea requienii*, et *Neomeris van bossea*).

Les algues rouges *Asparagopsis* cf. *armata* et *Amphiroa* sp. ont un recouvrement en baisse mais reste

toutefois abondantes. Les algues vertes *Dictyosphaeria*, *Chlorodesmis fastigiata*, *Halimeda* sp. ont un recouvrement faible et sont dispersées dans cette partie de pente.

Les alcyonaires (*Sarcophyton*, *Lobophytum*, *Xenia*, *Sinularia*, *Rhystima*, *Cladiella* et *Klyxum*) ont la richesse la plus importante de toutes les stations mais leur abondance est plutôt faible.

Les crinoïdes, les spongiaires et les ascidies sont abondantes et dispersées sur la dalle arasée (*Didemnum molle*, *Polycarpa cryptocarpa*, *P. clavata*, *Clavelina detorta*, *Clavelina flava* et une espèce d'ascidie indéterminée).

Enfin les holothuries sont absentes : les 5 espèces recensées à la dernière mission ne sont plus dans la zone (*Bohadschia argus*, *Holothuria atra*, *H. fuscopunctata*, *H. nobilis* et *Thelenota ananas*).

Tableau n°070 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09B)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 9              | 5                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 2              | 4                 |
| Algue verte                       | 4              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 2                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 7              | 5                 |
| Bryozoaire                        | 1              | 2                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 3                 |
| Echinides                         | 1              | 2                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 3                 |
| Mollusque                         | 0              | 0                 |
| Spongiaire                        | 5              | 5                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>33</b>      |                   |

#### 4.9.4.3 Benthos Transect 09 C

##### 4.9.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST09C)

Les coraux vivants ont un taux de recouvrement faible, les colonies scléractiniales sont de petites tailles. Les espèces les plus abondantes sont : *Pachyseris speciosa*, *Turbinaria peltata*, *T. frondens*, *T. mesenterina*, *Favites* spp., *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora hystrix* 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*).

Ce niveau bathymétrique a la plus faible richesse spécifique corallienne de toutes les stations du canal de la Havannah : 36 espèces coralliennes dont l'espèce *Tubipora musica*, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce de gorgone indéterminée. Les familles scléractiniales (33 espèces) dont les taxons sont les plus

nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (8 taxons), les Faviidae (7 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons) et les Pocilloporidae (4 taxons).

Tableau n°071 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 8              | 3                 |
| Agaraciidae                  | 1              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 4              | 3                 |
| Faviidae                     | 7              | 4                 |
| Fungiidae                    | 0              | 0                 |
| Merulinidae                  | 3              | 2                 |
| Mussidae                     | 2              | 2                 |
| Oculinidae                   | 1              | 1                 |
| Pectiniidae                  | 0              | 0                 |
| Pocilloporidae               | 4              | 4                 |
| Poritidae                    | 2              | 2                 |
| Siderastreidae               | 1              | 1                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>33</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 1              | 2                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 1              | 1                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>30</b>      |                   |

#### 4.9.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C)

Les alcyonaires sont variés et représentés par les genres *Dreidronephthya*, *Cladiella*, *Xenia* et dans une moindre mesure par *Sarcophyton*, *Lobophytum* et *Nephthea*.

Comme pour le transect supérieur de nombreuses espèces de macrophytes n'ont pas été recensées pour ce niveau bathymétrique (*Dictyota*, *Actinotrichia* sp., *Gibsmithia hawaiiensis*, *Triclogloea requienii*).

Les algues rouges *Asparagopsis* cf. *armata* et *Amphiroa* sp. ont un recouvrement en baisse mais reste toutefois abondantes.

Les algues vertes ne sont pas abondantes mais leur richesse spécifique est conséquente (*Caulerpa* sp1 et *C. sp2*, *Codium mammosum*, *C. platyclados*, *Neomeris*, *Halimeda*, *Dictyosphaeria*, *Chlorodesmis fastigiata*).

Les zoanthaires (*Palythoa* sp.) ainsi que les spongiaires (*C. orientalis*, éponge noire indéterminée, *Sphaciospongia vagabunda* et *Stellata globostellata*) se développent. Ils sont dispersés par petites plaques sur la dalle et les petits massifs coralliens.

Tableau n°072 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09C)*

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 6              | 4                    |
| Algue brune                          | 0              | 0                    |
| Algue rouge                          | 2              | 3                    |
| Algue verte                          | 9              | 5                    |
| Cyanobactérie                        | 1              | 3                    |
| Anémone                              | 2              | 2                    |
| Ascidies                             | 7              | 5                    |
| Bryzoaire                            | 1              | 3                    |
| Astérie                              | 3              | 2                    |
| Crinoïde                             | 1              | 3                    |
| Echinides                            | 1              | 2                    |
| Holothurie                           | 1              | 1                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 1              | 3                    |
| Mollusque                            | 0              | 0                    |
| Spongiaire                           | 7              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 1              | 3                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>43</b>      |                      |



#### 4.9.5 Les poissons (ST09)

La liste complète des résultats bruts<sup>21</sup> est fournie dans le [tableau 73](#).

Tableau n°073 : *Données sur les poissons (ST09)*

|     | Banc KIE Juin 2009                | Transect  |            |             | Transect  |            |             | Transect  |            |             | Toute la Station |             |              |
|-----|-----------------------------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------------|-------------|--------------|
| Fam | Espèces                           | A         | A          | A           | B         | B          | B           | C         | C          | C           | Total            | Moyenne     |              |
|     | Biodiversité = 39                 | Nb        | Den        | Bio         | Nb        | Den        | Bio         | Nb        | Den        | Bio         | Nb               | Dens        | Biom         |
| Aca | <i>Acanthurus albipectoralis</i>  |           |            |             | 2         | 0,0        | 7,5         |           |            |             | 2                | 0,00        | 2,50         |
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>         | 4         | 0,1        | 27,5        | 3         | 0,0        | 2,4         |           |            |             | 7                | 0,04        | 9,98         |
| Aca | <i>Acanthurus nigricans</i>       |           |            |             | 2         | 0,0        | 2,0         | 3         | 0,1        | 18,2        | 5                | 0,04        | 6,74         |
| Aca | <i>Acanthurus olivaceus</i>       |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,4         | 1         | 0,0        | 1,3         | 2                | 0,01        | 0,57         |
| Aca | <i>Acanthurus pyroferus</i>       |           |            |             | 1         | 0,1        | 0,4         | 1         | 0,0        | 3,6         | 2                | 0,02        | 1,34         |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>      | 2         | 0,1        | 0,9         | 1         | 0,1        | 0,4         | 2         | 0,1        | 0,9         | 5                | 0,07        | 0,73         |
| Ant | <i>Pseudanthias dispar</i>        |           |            |             | 20        | 1,0        | 3,9         |           |            |             | 20               | 0,33        | 1,29         |
| Ant | <i>Pseudanthias pascalus</i>      | 30        | 0,8        | 8,8         | 10        | 0,5        | 2,3         |           |            |             | 40               | 0,42        | 3,72         |
| Cha | <i>Chaetodon kleinii</i>          | 2         | 0,1        | 0,9         | 1         | 0,1        | 0,7         | 1         | 0,0        | 0,2         | 4                | 0,06        | 0,63         |
| Cha | <i>Chaetodon mertensii</i>        | 1         | 0,0        | 0,1         | 2         | 0,1        | 0,2         | 1         | 0,1        | 0,2         | 4                | 0,06        | 0,17         |
| Cha | <i>Chaetodon pelewensis</i>       |           |            |             | 2         | 0,1        | 0,6         |           |            |             | 2                | 0,03        | 0,19         |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>         | 2         | 0,1        | 0,7         |           |            |             |           |            |             | 2                | 0,03        | 0,22         |
| Cha | <i>Chaetodon unimaculatus</i>     | 1         | 0,0        | 0,4         |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,01        | 0,12         |
| Cha | <i>Chaetodon vagabundus</i>       | 1         | 0,0        | 0,8         |           |            |             | 2         | 0,1        | 2,0         | 3                | 0,03        | 0,93         |
| Epi | <i>Cephalopholis urodeta</i>      |           |            |             | 2         | 0,0        | 0,7         | 1         | 0,1        | 0,9         | 3                | 0,03        | 0,56         |
| Epi | <i>Variola louti</i>              |           |            |             |           |            |             | 2         | 0,0        | 9,6         | 2                | 0,01        | 3,19         |
| Lab | <i>Bodianus diana</i>             |           |            |             |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,3         | 1                | 0,01        | 0,09         |
| Lab | <i>Bodianus perditio</i>          | 1         | 0,0        | 1,5         | 1         | 0,0        | 1,1         | 1         | 0,0        | 22,0        | 3                | 0,02        | 8,19         |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>       |           |            |             | 2         | 0,0        | 0,8         | 1         | 0,0        | 1,7         | 3                | 0,02        | 0,81         |
| Lab | <i>Gomphosus varius</i>           | 2         | 0,1        | 0,7         |           |            |             |           |            |             | 2                | 0,03        | 0,22         |
| Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>       |           |            |             |           |            |             | 3         | 0,1        | 0,2         | 3                | 0,03        | 0,06         |
| Lab | <i>Thalassoma janssenii</i>       | 10        | 0,2        | 1,5         | 5         | 0,3        | 1,3         |           |            |             | 15               | 0,15        | 0,94         |
| Lab | <i>Thalassoma lunare</i>          |           |            |             | 5         | 0,3        | 1,3         |           |            |             | 5                | 0,08        | 0,43         |
| Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>       | 8         | 0,4        | 2,9         | 8         | 0,4        | 2,1         |           |            |             | 16               | 0,27        | 1,66         |
| Lut | <i>Lutjanus bohar</i>             |           |            |             | 2         | 0,0        | 9,2         |           |            |             | 2                | 0,00        | 3,06         |
| Mic | <i>Ptereleotris evides</i>        |           |            |             |           |            |             | 1         | 0,1        | 0,2         | 1                | 0,02        | 0,07         |
| Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>   |           |            |             | 1         | 0,0        | 3,1         | 2         | 0,1        | 2,6         | 3                | 0,03        | 1,90         |
| Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>       |           |            |             | 3         | 0,1        | 1,9         | 6         | 0,2        | 3,8         | 9                | 0,09        | 1,89         |
| Poc | <i>Centropyge bicolor</i>         | 3         | 0,1        | 0,5         |           |            |             | 2         | 0,1        | 0,5         | 5                | 0,07        | 0,31         |
| Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>      | 2         | 0,1        | 0,2         | 2         | 0,1        | 0,5         |           |            |             | 4                | 0,05        | 0,24         |
| Poc | <i>Centropyge tibicen</i>         | 2         | 0,1        | 0,3         | 2         | 0,1        | 0,4         | 3         | 0,2        | 0,7         | 7                | 0,11        | 0,47         |
| Pom | <i>Chromis fumea</i>              |           |            |             | 5         | 0,1        | 0,1         | 20        | 1,0        | 0,6         | 25               | 0,37        | 0,23         |
| Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>         | 5         | 0,3        | 0,1         | 5         | 0,1        | 0,1         |           |            |             | 10               | 0,12        | 0,07         |
| Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>      | 10        | 0,5        | 1,2         | 10        | 0,2        | 0,2         |           |            |             | 20               | 0,23        | 0,46         |
| Sca | <i>Scarus schlegeli</i>           | 1         | 0,0        | 5,6         |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,01        | 1,87         |
| Sca | <i>Scarus sordidus</i>            |           |            |             |           |            |             | 3         | 0,1        | 1,3         | 3                | 0,02        | 0,43         |
| Sig | <i>Siganus argenteus</i>          | 5         | 0,1        | 5,6         |           |            |             |           |            |             | 5                | 0,03        | 1,88         |
| Tet | <i>Canthigaster janthinoptera</i> | 1         | 0,1        | 0,1         |           |            |             |           |            |             | 1                | 0,03        | 0,03         |
| Tet | <i>Canthigaster valentini</i>     |           |            |             |           |            |             | 1         | 0,1        | 0,1         | 1                | 0,03        | 0,03         |
|     | <b>Total</b>                      | <b>93</b> | <b>3,1</b> | <b>60,4</b> | <b>98</b> | <b>3,6</b> | <b>43,5</b> | <b>58</b> | <b>2,3</b> | <b>70,8</b> | <b>249</b>       | <b>3,01</b> | <b>58,24</b> |

Sur l'ensemble de la station, 249 individus appartenant à 39 espèces différentes ([figure 44](#)) ont pu être

<sup>21</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

observés. Ils représentent une densité de 3 poissons / m<sup>2</sup> (figure 45) pour une biomasse de 58.2 g/m<sup>2</sup>.

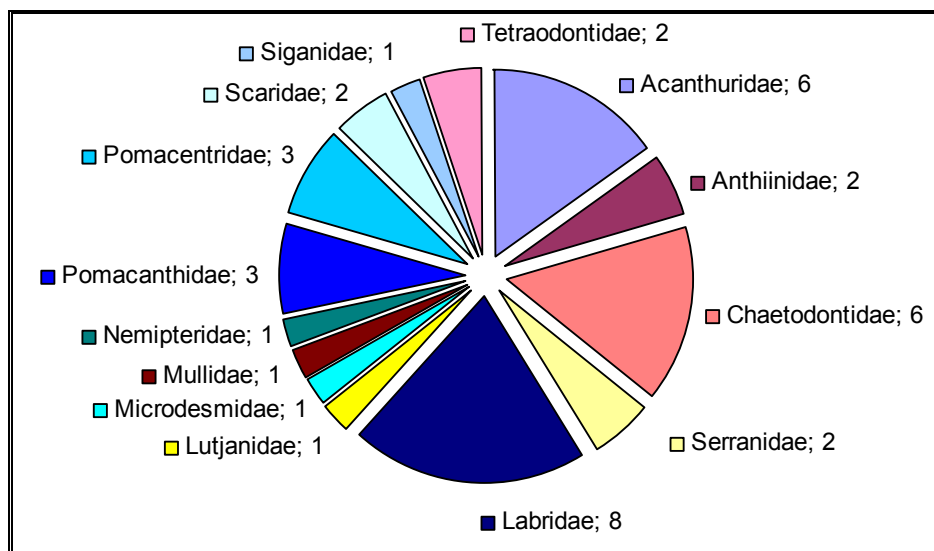


Figure n°044 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST09)*

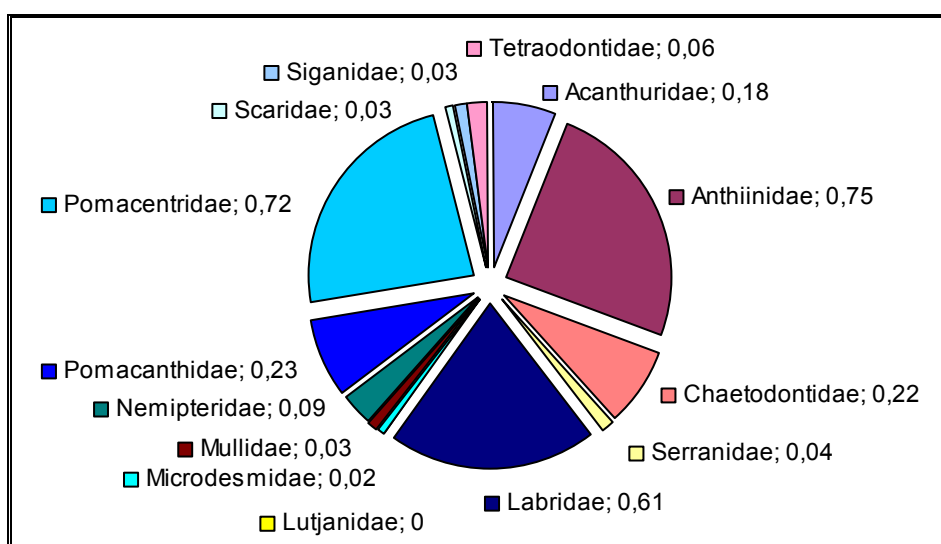


Figure n°045 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST09)*

## 4.10 Station 10 = Ilôt Kié

### 4.10.1 Fiche descriptive (ST10)

#### 4.10.1.1 Localisation géographique (ST10)

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.

La station est située dans la partie nord-ouest de l'îlot (photographie 20). Un piquet placé sur un éperon à 3 m de profondeur permet de la repérer facilement depuis la surface en nage.

Les transects sont positionnés sur le front récifal du récif frangeant de l'îlot à 9, 16 et 20 mètres profondeur dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.



Carte n°012 : Localisation de la station 10 (Ilôt Kié)



Photo n°020 : Position en surface par rapport à l'îlot (ST10)

#### 4.10.1.2 Description générale (ST10)

La station du récif frangeant de l'îlot Kié est caractérisée par la plus grande richesse spécifique corallienne et le plus important taux de recouvrement corallien des 14 stations étudiées. La zone présente une alternance d'éperons et de sillons, atteignant 8 à 10 mètres de profondeur.

Le transect A a été disposé à 9 mètres de profondeur, perpendiculairement à la pente du récif frangeant au pied d'un éperon et d'un sillon.

Le transect B est installé entre 15 et 17 m de profondeur, 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 20 m de profondeur, 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 fragmentaire.

#### 4.10.1.3 Caractéristiques principales (ST10)

- ↪ La richesse spécifique et le recouvrement des coraux sont élevés.
- ↪ Recrutement corallien (colonies coralliennes juvéniles).
- ↪ Présence rare de *Gardineroseris planulata*.
- ↪ Les crinoïdes sont abondantes.

#### 4.10.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST10)

- ↪ Présence de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) en augmentation pour les transect A et B.
- ↪ Richesse spécifique des coraux en légère augmentation.
- ↪ Dégradation du récif (blanchissement, mortalité corallienne, cyanobactéries).
- ↪ Saisonnalité des algues (vertes, brunes et rouges).
- ↪ Blanchissement des coraux important : toutes les colonies de *Montipora* sp1 sont blanchies et quelques colonies de *Acropora*, *Astreopora myriophthalma*, *Montipora* spp., *Pachyseris speciosa*, *Echinopora lamellosa*, *Favia favius*, *Scolymia vitiensis*, *Seriatopora histrix*.



#### 4.10.2 Schéma structural (ST10)



### 4.10.3 Le substrat (ST10)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 46](#) pour le transect A, dans la [figure 47](#) pour le transect B et dans la [figure 48](#) pour le transect C.

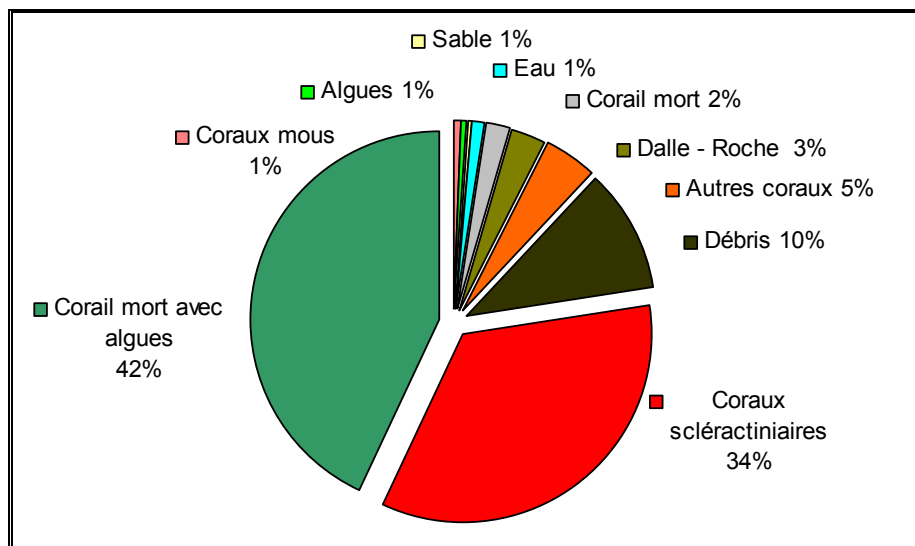


Figure n°046 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A*

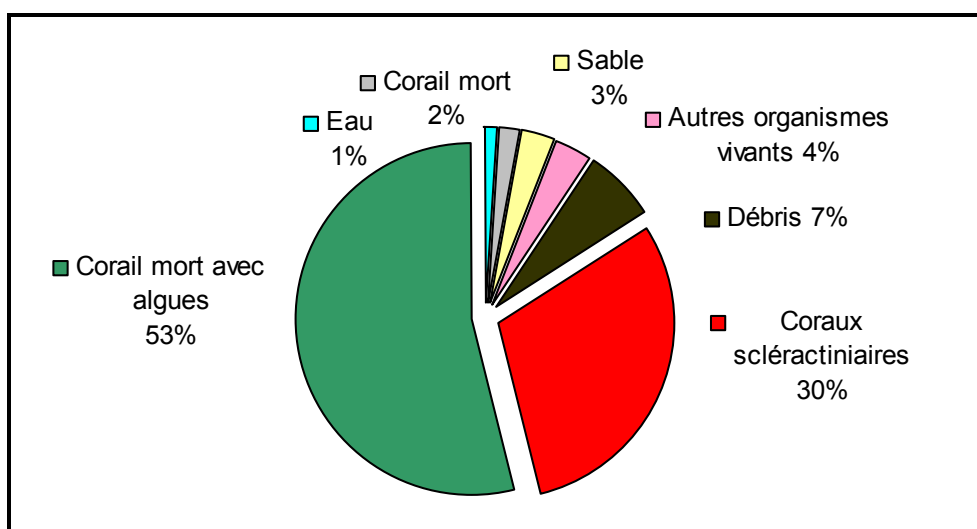


Figure n°047 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B*

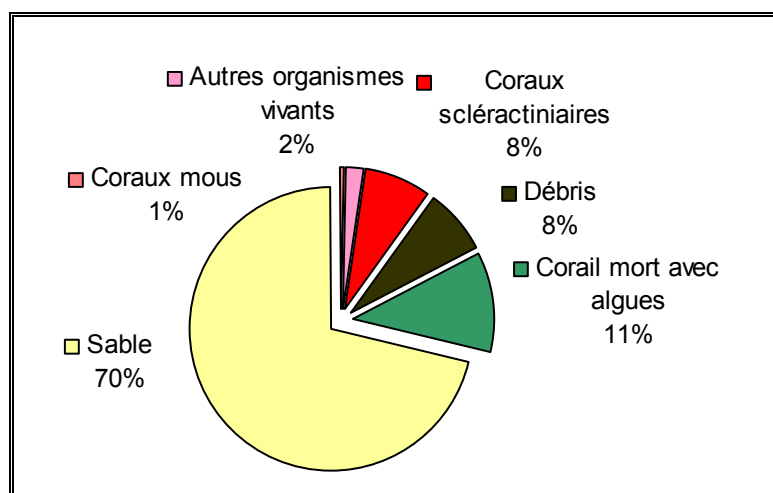


Figure n°048 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C

Cette station est remarquable par sa couverture en coraux scléractiniaires qui représentent 34.5% et 30% du substrat sur les transects A et B. Associés aux coraux morts recouverts d'algues (43% et 54%), ces deux transects obtiennent 83% et 87.5% de biotique.

Le substrat du transect C est constitué de sable (71%) et les coraux scléractiniaires n'y sont plus présents qu'à 7.5%.

Il faut noter 2% de coraux blancs sur les deux premiers transects (et nouveauté par rapport à la mission précédente).

#### 4.10.4 Le benthos (ST10)

La liste des taxons cibles<sup>22</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 74](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de quelques algues (diminution), dont des cyanobactéries sur les 2 premiers transects (en augmentation), d'échinodermes, surtout représentés par des crinoïdes, de mollusques et plusieurs éponges perforantes.

Tableau n°074 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 10

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE               | ESPECE             | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                     |                    | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>     | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>   | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>    | <i>variegata</i>   |            |            | -3         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>       | sp.                | -2         | -2         | -2         |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i> | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>    | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>   | <i>ornata</i>      |            |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i> | <i>armata</i>      | 2          | -2         |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | sp.                | 2          | 2          | 2          |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>     | <i>van bossea</i>  |            |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>   | <i>hawaiiensis</i> |            |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>    | <i>armatum</i>     |            |            |            |

<sup>22</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).



|               |                  |                        |                      |            |           |    |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|------------|-----------|----|
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | <i>fragilis</i>      |            |           |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Actinotrichia</i>   | sp.                  |            |           |    |
|               | Galaxauraceae    | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>     |            |           |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      |            |           |    |
|               | Liagoraceae      | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>     |            |           |    |
|               | Peyssonneliaceae | <i>Peyssonnelia</i>    | sp.                  |            |           | -2 |
| Algue verte   | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp1                  | 2          |           |    |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  |            |           | 2  |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |            |           |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   | 2          |           |    |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   |            |           |    |
|               | Dasycladacea     | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |            |           |    |
|               | Dasycladacea     | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   |            | 2         |    |
|               | Halimedeae       | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 3 (3 spp.) | 2 (2spp.) | 2  |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verhuyssii</i>    |            |           |    |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastigiata</i>    | 3          | 2         |    |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  | 5          | 3         |    |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |            |           |    |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |            |           |    |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |            |           |    |
| Crinoide      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |            |           |    |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |            |           |    |
|               | Indéterminée     |                        |                      | 3          | 3         | 2  |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |            |           |    |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |            |           |    |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |            |           |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |            | 1         | 1  |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |            |           |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        |            |           | 2  |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |            |           |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |            | 1         | 2  |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |            |           |    |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |            |           |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |            |           |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |            |           |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |            |           |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        | -1         |           |    |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |            |           |    |

|            |             |                 |                   |   |   |   |
|------------|-------------|-----------------|-------------------|---|---|---|
| Mollusque  | Tridacnidae | <i>Tridacna</i> | <i>crocea</i>     |   |   |   |
|            | Tridacnidae | <i>Tridacna</i> | <i>derasa</i>     | 1 | 1 |   |
|            | Tridacnidae | <i>Tridacna</i> | <i>maxima</i>     | 1 |   |   |
|            | Tridacnidae | <i>Tridacna</i> | <i>squamosa</i>   |   | 1 |   |
|            | Trochidae   | <i>Trochus</i>  | <i>niloticus</i>  |   |   |   |
|            | Trochidae   | <i>Trochus</i>  | sp.               |   |   |   |
| Spongiaire | Clionidae   | <i>Cliona</i>   | <i>jullienei</i>  |   | 1 | 2 |
|            | Clionidae   | <i>Cliona</i>   | <i>orientalis</i> | 3 | 3 | 4 |

#### 4.10.4.1 Benthos Transect 10 A

##### 4.10.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST10A)

Les scléractiniaires dominent largement sur ce transect. Leur recouvrement est très élevé et se sont en majorité des coraux branchus. Les colonies coralliennes s'épanouissent et forment de grands buissons (*Acropora* spp, *Acropora florida*, *Echinophyllia horrida*, *Hydnophora rigida*, *Isopora palifera*) ou 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*.

Tableau n°075 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10A)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 24             | 5                    |
| Agaraciidae                  | 6              | 4                    |
| Astrocoeniidae               | 1              | 2                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 1              | 1                    |
| Faviidae                     | 16             | 5                    |
| Fungiidae                    | 2              | 4                    |
| Merulinidae                  | 7              | 4                    |
| Mussidae                     | 7              | 4                    |
| Oculinidae                   | 2              | 3                    |
| Pectiniidae                  | 6              | 3                    |
| Pocilloporidae               | 5              | 5                    |
| Poritidae                    | 3              | 4                    |
| Siderastreidae               | 3              | 2                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>83</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 1              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                    |
| Gorgone                      | 1              | 2                    |
| Antipathaire                 | 1              | 2                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>87</b>      |                      |

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne élevée avec 87 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*, une gorgone, une espèce de *Millepora* encroutant et une espèce d'Antipathaire. Les familles scléractiniennes (83 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (24 taxons), les Faviidae (16 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Agaraciidae (6 taxons) et les Pocilloporidae (5 taxons).

#### 4.10.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A)

Les macrophytes ont un recouvrement faible. L'espèce *Padina* sp. n'a pas été recensée pour cette mission. Les algues vertes *Halimeda*, *Chlorodesmis fastigiata*, *Caulerpa* et *Codium* et les algues rouges *Asparagopsis armata* et *Amphiroa* sp. sont en diminution : elles sont réparties par petits bouquets ou bien dispersées par thalles.

Les cyanobactéries se développent sur les *Acropora tabulaire*, *Galaxea fascicularis* ou bien directement sur la dalle. Elles commencent à bien se développer. Leur prolifération est à surveiller, surtout sur les coraux vivants.

Les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*) et les crinoïdes sont nombreuses. A contrario, les éponges sont peu développées et peu répandues.

Tableau n°076 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10A)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 3              | 3                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 2              | 2                 |
| Algue verte                       | 6              | 4                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 5                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 4              | 3                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 3                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 4              | 2                 |
| Spongiaire                        | 3              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>26</b>      |                   |

Les mollusques inventoriés sont fixés sur la dalle à travers les colonies coralliennes. Ils sont représentés par quelques individus (*Tridacna derasa* (40 cm), *T. maxima* (20 cm), *Spondylus* sp. (20 cm), *Conus* sp. et quelques *Hyotissa* sp).

#### 4.10.4.2 Benthos Transect 10 B

##### 4.10.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST10B)

Le taux de recouvrement par les scléractiniaires diminue par rapport au niveau bathymétrique supérieur. Malgré ce faible taux, cette pente qui a probablement été affectée par le cyclone Erika de mars 2003, semble en bonne voie de recolonisation car de nombreuses colonies juvéniles ou de petites tailles se répartissent 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 hystrix*, *S. calendrium* et *Porites lobata*).

A noter la présence rare de *Euphyllia ancora*, *Plerogyra sinuosa*, *Goniopora* sp., *Alveopora spongiosa*, *Pectinia lactuca*, *Gardineroseris planulata*.

Tableau n°077 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10B)

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 20             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 8              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 2              | 2                 |
| Dendrophyllidae              | 5              | 3                 |
| Faviidae                     | 12             | 4                 |
| Fungiidae                    | 2              | 3                 |
| Merulinidae                  | 5              | 4                 |
| Mussidae                     | 5              | 4                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 4              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 5              | 4                 |
| Poritidae                    | 4              | 4                 |
| Siderastreidae               | 1              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>75</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 1              | 2                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 1              | 1                 |
| Antipathaire                 | 1              | 2                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>79</b>      |                   |

Ce niveau bathymétrique a aussi une richesse spécifique corallienne élevée par rapport aux autres stations du canal de la Havannah : 79 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*, une espèce d'antipathaire (gorgone indéterminée) et une espèce de *Millepora* branchu. Les familles scléractiniaires (75 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (20 taxons), les Faviidae (12 taxons), les Agaraciidae (8 taxons), les Dendrophyllidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les

Pocilloporidae (5 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Pectiniidae (4 taxons) et les Poritidae (4 taxons).

#### 4.10.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B)

Les alcyonaires (*Lobophytum*, *Sinularia* et *Sarcophyton*) ont un recouvrement faible et leur développement n'est pas très important (petite taille). Les genres *Xenia* et *Nephthea* sont peu nombreux et leur répartition est hétérogène (petits groupes de deux ou trois individus).

Les macrophytes ont un recouvrement plutôt faible. Les algues sont réparties par thalles d'une manière très fragmentaire sur la dalle corallienne : algues vertes (*Halimeda* sp, *Chlorodesmis fastigiata* et *Neomeris van bossea*) et algues rouges (*Amphiroa* sp.).

Le groupe des spongiaires est bien développé (*Cliona orientalis*, *Cliona jullienei* et *Stellata globostellata*, *Clathria rugosa* et l'éponge noire indéterminée) et s'étend sur les substrats durs ainsi que les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*) et les zoanthaires (*Palythoa* sp.).

Les crinoïdes sont nombreuses, elles s'accrochent sur les promontoires du récif afin de pouvoir capter au mieux leur nourriture.

Tableau n°078 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10B)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 5              | 4                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 4              | 3                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 3                 |
| Anémone                           | 2              | 2                 |
| Ascidies                          | 3              | 3                 |
| Bryozoaire                        | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 1              | 3                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 2              | 2                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 2                 |
| Mollusque                         | 3              | 2                 |
| Spongiaire                        | 5              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>29</b>      |                   |

#### 4.10.4.3 Benthos Transect 10 C

##### 4.10.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST10C)

Le recouvrement en coraux vivants est faible, les colonies scléractiniaires sont de petite taille mais la richesse spécifique est tout de même importante pour cette profondeur.

Les espèces qui se développent le mieux sont majoritairement de formes encroûtantes (*Pachyseris speciosa*, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Montipora* spp., *Mycidium elephantotus*) et de formes massives

(*Oulastrea crista*, *Lobophyllia hemprichii*, *L. corymbosa*, *Symphyllia* spp., *Montastrea curva*). La colonie de *Scolymia vitiensis* de taille importante (relativement à cette espèce) est toujours présente mais elle présente des marques de nécroses (cf. [Atlas photographique](#)).

Ce niveau bathymétrique a aussi une richesse spécifique corallienne élevée par rapport à la **profondeur** et aux autres stations du canal de la Havannah : 56 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*, une espèce de *Millepora* et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (53 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Acroporidae (10 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons) et les Agaraciidae (5 taxons).

Tableau n°079 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 10             | 4                 |
| Agaraciidae                  | 5              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 1              | 2                 |
| Faviidae                     | 13             | 3                 |
| Fungiidae                    | 1              | 2                 |
| Merulinidae                  | 1              | 2                 |
| Mussidae                     | 8              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 3              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 5              | 3                 |
| Poritidae                    | 3              | 2                 |
| Siderastreidae               | 1              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>53</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 1              | 2                 |
| Tubiporidae                  | 1              | 2                 |
| Gorgone                      | 0              | 0                 |
| Antipathaire                 | 1              | 2                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>56</b>      |                   |

#### 4.10.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C)

Les alcyonaires sont plus variés que pour les niveaux bathymétriques supérieurs, ils se développent sur les petits massifs et les roches (*Sarcophyton*, *Sinularia*, *Lobophytum*, *Cladiella*, *Dreidronephthya* et *Xenia*).

Les macrophytes sont minoritaires. Les espèces *Lobophora variegata*, *Padina* sp. et *Peysonnelia* sont absentes. Quelques thalles d'*Halimeda*, de *Caulerpa* et d'*Amphiroa* se développent à travers les débris coralliens ou sur la dalle.

De la même manière, les spongiaires n'ont pas un recouvrement important mais l'éponge noire indéterminée est abondante. Les *Cliona orientalis* se développent. La concentration en hydrides augmente avec la profondeur, ils se développent sur les substrats durs.

Et enfin, les holothuries affectionnent les milieux sableux et les débris coralliens (*Holothuria atra*, *H. edulis* et *H. fuscopuntata*).

Tableau n°080 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10C)

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 6              | 3                    |
| Algue brune                          | 0              | 0                    |
| Algue rouge                          | 1              | 2                    |
| Algue verte                          | 2              | 2                    |
| Cyanobactérie                        | 0              | 0                    |
| Anémone                              | 0              | 0                    |
| Ascidies                             | 3              | 3                    |
| Bryozoaire                           | 0              | 0                    |
| Astérie                              | 0              | 0                    |
| Crinoïde                             | 1              | 2                    |
| Echinides                            | 0              | 0                    |
| Holothurie                           | 3              | 2                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 1              | 3                    |
| Mollusque                            | 1              | 1                    |
| Spongiaire                           | 6              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 1              | 3                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>25</b>      |                      |



4.10.5 Les poissons (ST10)

Sur l'ensemble de la station<sup>23</sup>, 359 individus appartenant à 51 espèces différentes (figure 49) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 3.6 poissons / m<sup>2</sup> (figure 50) pour une biomasse de 272.7 g/m<sup>2</sup>.

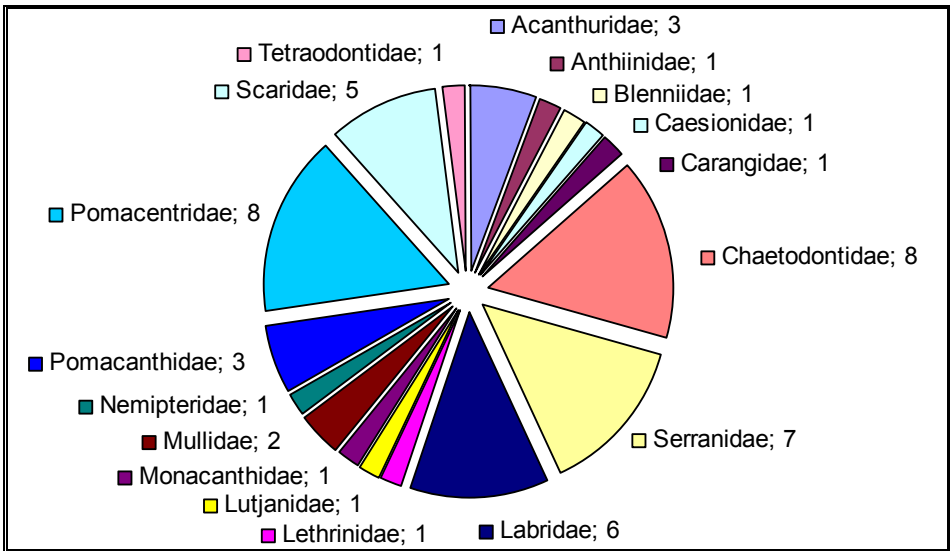


Figure n°049 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST10)*

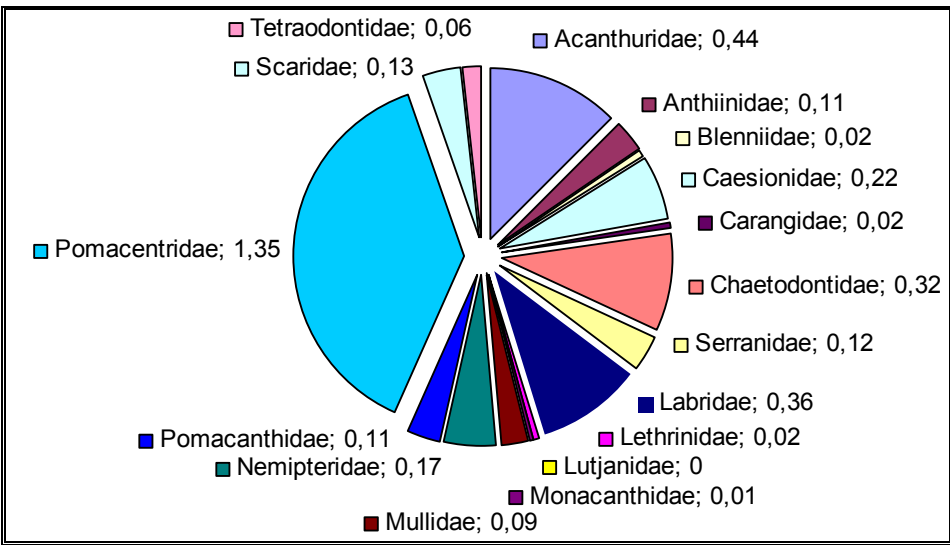


Figure n°050 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST10)*

La liste complète des résultats bruts est fournie dans le [tableau 81](#).

Tableau n°081 : *Données sur les poissons (ST10)*

| Ilot KIE Juin 2009 |                       | Transect A |     |      | Transect B |     |     | Transect C |     |     | Toute la Station |         |      |
|--------------------|-----------------------|------------|-----|------|------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------------|---------|------|
| Fam                | Espèces               | A          | A   | A    | B          | B   | B   | C          | C   | C   | Total            | Moyenne |      |
|                    |                       | Nb         | Den | Bio  | Nb         | Den | Bio | Nb         | Den | Bio | Nb               | Dens    | Biom |
|                    | Biodiversité = 51     |            |     |      |            |     |     |            |     |     |                  |         |      |
| Aca                | Ctenochaetus striatus | 4          | 0,1 | 2,6  | 1          | 0,0 | 0,9 | 3          | 0,1 | 1,6 | 8                | 0,36    | 1,69 |
| Aca                | Naso unicornis        | 1          | 0,0 | 25,7 |            |     |     |            |     |     | 1                | 0,00    | 8,55 |
| Aca                | Zebrasoma scopas      | 3          | 0,2 | 1,5  | 1          | 0,1 | 1,5 |            |     |     | 4                | 0,08    | 0,98 |

<sup>23</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

|     |                                    |            |            |              |           |            |              |           |            |              |            |             |               |
|-----|------------------------------------|------------|------------|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|--------------|------------|-------------|---------------|
| Ant | <i>Pseudanthias pascualis</i>      |            |            |              |           |            |              | 10        | 0,3        | 0,7          | 10         | 0,11        | 0,24          |
| Ble | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>    |            |            |              | 1         | 0,1        | 0,6          |           |            |              | 1          | 0,02        | 0,21          |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>             | 40         | 0,7        | 35,7         |           |            |              |           |            |              | 40         | 0,22        | 11,91         |
| Car | <i>Gnathanodon speciosus</i>       | 2          | 0,0        | 44,5         | 3         | 0,0        | 140,4        |           |            |              | 5          | 0,02        | 61,62         |
| Cha | <i>Chaetodon baronessa</i>         | 2          | 0,0        | 1,3          |           |            |              |           |            |              | 2          | 0,01        | 0,43          |
| Cha | <i>Chaetodon ephippium</i>         | 1          | 0,0        | 1,4          |           |            |              |           |            |              | 1          | 0,00        | 0,47          |
| Cha | <i>Chaetodon lunulatus</i>         | 6          | 0,2        | 3,0          | 2         | 0,1        | 1,0          |           |            |              | 8          | 0,09        | 1,35          |
| Cha | <i>Chaetodon mertensii</i>         | 4          | 0,1        | 1,5          | 2         | 0,1        | 0,8          |           |            |              | 6          | 0,07        | 0,76          |
| Cha | <i>Chaetodon ornatissimus</i>      | 2          | 0,1        | 0,8          |           |            |              |           |            |              | 2          | 0,02        | 0,25          |
| Cha | <i>Chaetodon pelewensis</i>        | 2          | 0,1        | 0,4          |           |            |              |           |            |              | 2          | 0,02        | 0,13          |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>          | 2          | 0,1        | 1,0          | 2         | 0,1        | 1,0          |           |            |              | 4          | 0,04        | 0,64          |
| Cha | <i>Forcipiger longirostris</i>     | 4          | 0,1        | 0,9          | 2         | 0,1        | 0,4          |           |            |              | 6          | 0,07        | 0,43          |
| Epi | <i>Anypserodon leucogrammicus</i>  |            |            |              | 1         | 0,0        | 13,5         |           |            |              | 1          | 0,01        | 4,51          |
| Epi | <i>Cephalopholis miniata</i>       | 2          | 0,1        | 3,6          |           |            |              |           |            |              | 2          | 0,02        | 1,21          |
| Epi | <i>Cephalopholis sonnerati</i>     |            |            |              |           |            |              | 1         | 0,0        | 0,7          | 1          | 0,01        | 0,25          |
| Epi | <i>Cephalopholis urodeta</i>       |            |            |              |           |            |              | 2         | 0,1        | 0,9          | 2          | 0,02        | 0,31          |
| Epi | <i>Epinephelus merra</i>           | 1          | 0,0        | 0,8          |           |            |              |           |            |              | 1          | 0,01        | 0,28          |
| Epi | <i>Plectropomus laevis</i>         | 3          | 0,0        | 214,3        |           |            |              |           |            |              | 3          | 0,01        | 71,43         |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>      | 5          | 0,0        | 125,3        | 2         | 0,0        | 11,2         | 2         | 0,0        | 74,6         | 9          | 0,04        | 70,37         |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>        | 1          | 0,0        | 4,2          |           |            |              |           |            |              | 1          | 0,00        | 1,39          |
| Lab | <i>Gomphosus varius</i>            | 3          | 0,1        | 1,2          |           |            |              |           |            |              | 3          | 0,02        | 0,40          |
| Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>       | 1          | 0,0        | 1,3          | 1         | 0,0        | 0,9          |           |            |              | 2          | 0,02        | 0,73          |
| Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>        | 3          | 0,1        | 0,2          |           |            |              | 3         | 0,1        | 0,2          | 6          | 0,06        | 0,14          |
| Lab | <i>Thalassoma lunare</i>           | 10         | 0,3        | 3,5          |           |            |              | 3         | 0,1        | 0,6          | 13         | 0,14        | 1,37          |
| Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>        | 10         | 0,3        | 3,5          |           |            |              | 1         | 0,0        | 0,5          | 11         | 0,12        | 1,34          |
| Let | <i>Monotaxis grandoculis</i>       | 1          | 0,0        | 4,8          | 1         | 0,0        | 3,6          |           |            |              | 2          | 0,02        | 2,78          |
| Lut | <i>Aprion virescens</i>            |            |            |              |           |            |              | 1         | 0,0        | 9,8          | 1          | 0,00        | 3,25          |
| Mon | <i>Oxymonacanthus longirostris</i> | 1          | 0,0        | 0,1          |           |            |              |           |            |              | 1          | 0,01        | 0,03          |
| Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>    | 3          | 0,1        | 0,6          |           |            |              | 3         | 0,1        | 2,0          | 6          | 0,05        | 0,85          |
| Mul | <i>Parupeneus multifasciatus</i>   |            |            |              | 2         | 0,1        | 1,2          | 2         | 0,1        | 4,6          | 4          | 0,04        | 1,96          |
| Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>        | 10         | 0,3        | 9,2          | 5         | 0,1        | 9,8          | 5         | 0,1        | 10,0         | 20         | 0,17        | 9,68          |
| Poc | <i>Centropyge bicolor</i>          | 2          | 0,1        | 0,2          | 2         | 0,1        | 0,2          | 2         | 0,0        | 0,3          | 6          | 0,05        | 0,26          |
| Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>       | 2          | 0,1        | 0,2          | 2         | 0,1        | 0,2          |           |            |              | 4          | 0,03        | 0,16          |
| Poc | <i>Centropyge tibicen</i>          | 2          | 0,1        | 0,2          |           |            |              | 2         | 0,0        | 0,3          | 4          | 0,03        | 0,17          |
| Pom | <i>Abudefduf sexfasciatus</i>      | 15         | 0,3        | 3,9          |           |            |              |           |            |              | 15         | 0,08        | 1,31          |
| Pom | <i>Abudefduf whiteleyi</i>         | 15         | 0,3        | 1,6          |           |            |              |           |            |              | 15         | 0,08        | 0,54          |
| Pom | <i>Amphiprion chrysopterus</i>     | 5          | 0,2        | 0,6          |           |            |              |           |            |              | 5          | 0,06        | 0,19          |
| Pom | <i>Chromis viridis</i>             | 20         | 0,5        | 0,4          |           |            |              |           |            |              | 20         | 0,17        | 0,14          |
| Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>        | 8          | 0,2        | 0,0          | 5         | 0,2        | 0,0          | 5         | 0,3        | 0,1          | 18         | 0,21        | 0,04          |
| Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>          | 10         | 0,3        | 0,1          |           |            |              | 8         | 0,8        | 0,1          | 18         | 0,35        | 0,10          |
| Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>       | 15         | 0,4        | 0,4          | 10        | 0,3        | 0,3          | 10        | 0,3        | 0,2          | 35         | 0,32        | 0,31          |
| Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>     | 10         | 0,3        | 0,9          |           |            |              |           |            |              | 10         | 0,08        | 0,30          |
| Sca | <i>Cetoscarus ocellatus (juv)</i>  | 1          | 0,1        | 0,4          |           |            |              |           |            |              | 1          | 0,02        | 0,13          |
| Sca | <i>Scarus chameleon</i>            | 2          | 0,0        | 3,0          |           |            |              |           |            |              | 2          | 0,01        | 1,01          |
| Sca | <i>Scarus flavipectoralis</i>      | 1          | 0,0        | 2,1          |           |            |              |           |            |              | 1          | 0,00        | 0,68          |
| Sca | <i>Scarus schlegeli</i>            | 1          | 0,0        | 2,1          | 1         | 0,0        | 4,1          | 1         | 0,0        | 4,2          | 3          | 0,02        | 3,47          |
| Sca | <i>Scarus sordidus</i>             | 5          | 0,1        | 1,9          | 5         | 0,2        | 3,8          |           |            |              | 10         | 0,08        | 1,89          |
| Tet | <i>Canthigaster valentini</i>      | 1          | 0,1        | 0,1          | 1         | 0,0        | 0,1          | 1         | 0,1        | 0,1          | 3          | 0,06        | 0,09          |
|     | <b>Total</b>                       | <b>242</b> | <b>5,9</b> | <b>511,2</b> | <b>52</b> | <b>1,6</b> | <b>195,5</b> | <b>65</b> | <b>2,4</b> | <b>111,5</b> | <b>359</b> | <b>3,56</b> | <b>272,73</b> |

## 4.11 Station 11 = Récif Toémo

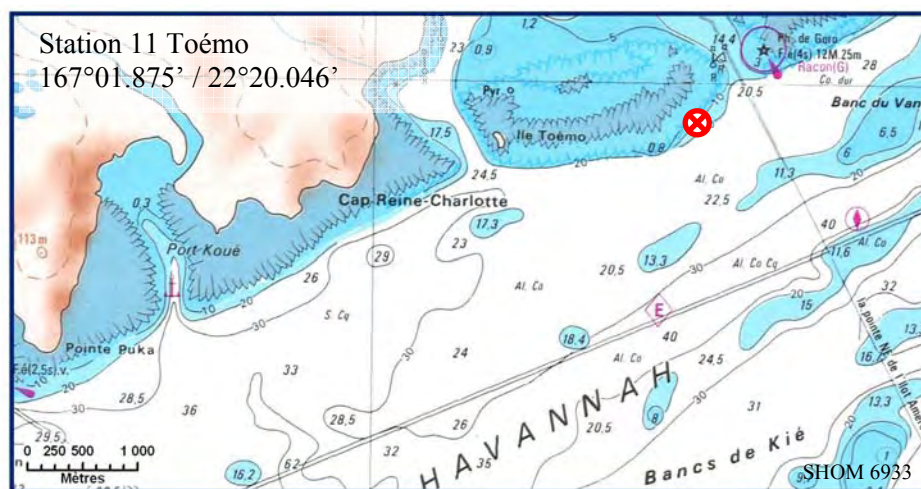
### 4.11.1 Fiche descriptive (ST11)

#### 4.11.1.1 Localisation géographique (ST11)

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. La station est implantée à 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 21](#)).

Les transect ont été positionnés à 6, 10 et 20 m de profondeur, avec un alignement du nord-est vers le sud-ouest.



Carte n°013 : Localisation de la station 11 (Toémo)



Photo n°021 : Position en surface par rapport à la côte (ST11)

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, à 10 mètres de profondeur.

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 20 mètres de profondeur, 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.

On note la présence de cyanobactéries sur des coraux morts avec une répartition éparse.

#### 4.11.1.2 Description générale (ST11)

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 abondant 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.

#### 4.11.1.3 Caractéristiques principales (ST11)

- ↪ Les conditions hydrodynamiques sont soutenues.
- ↪ Accumulation des débris coralliens et de roches en bas de pente.
- ↪ Les scléactiniaires développent des morphologies robustes.
- ↪ La richesse spécifique des coraux est relativement élevée.
- ↪ Les ascidies sont abondantes.
- ↪ Les alcyonaires ont un recouvrement relativement élevé.
- ↪ Les crinoïdes sont abondantes en bas de pente.
- ↪ Présence de *Gardineroseris planulata* (scléactiniaire, endémique à la Nouvelle-Calédonie, sur la liste rouge de l'UICN en LC – préoccupation mineure -).

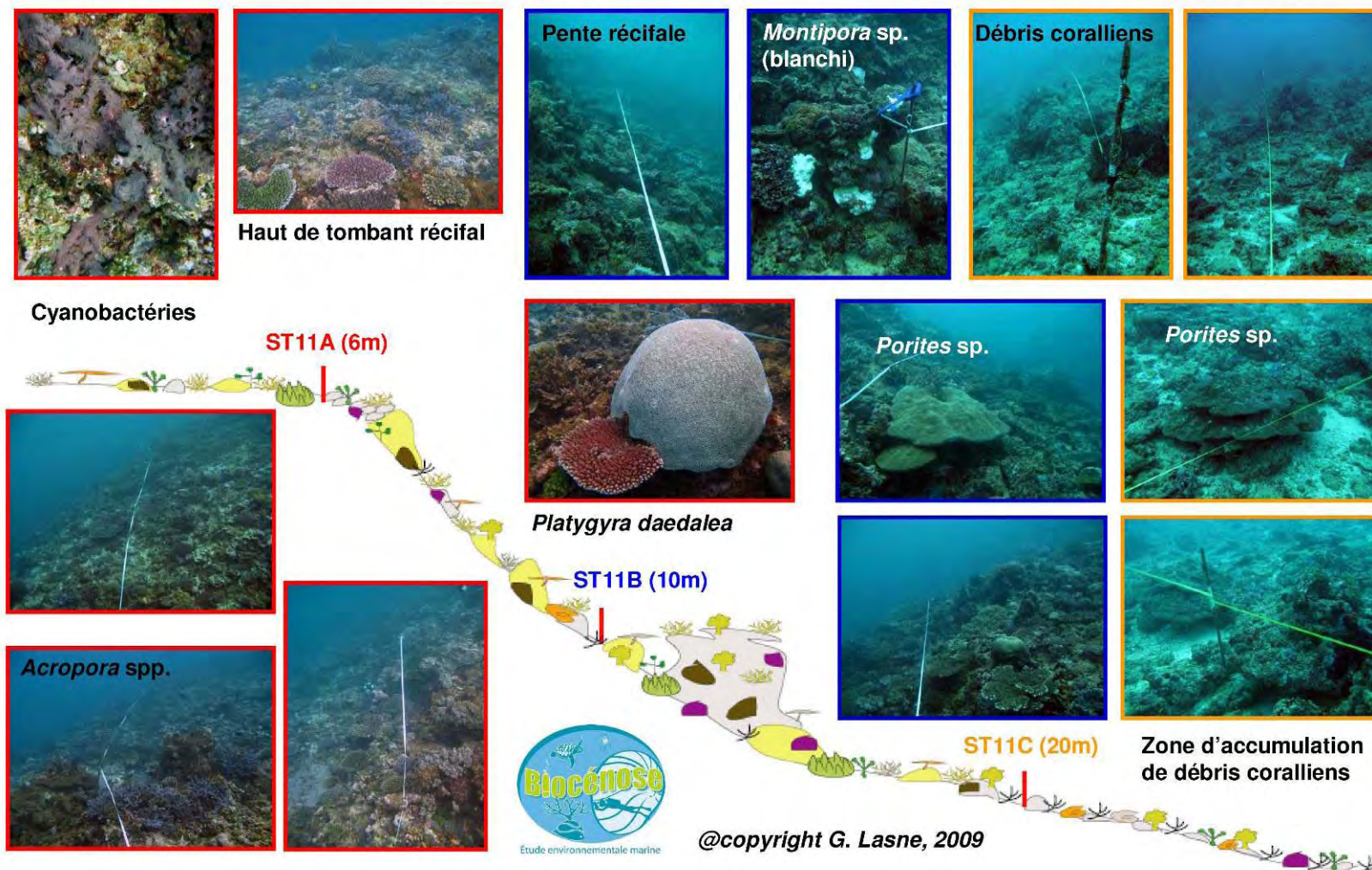
#### 4.11.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST11)

- ↪ Recrutement corallien élevé.
- ↪ Richesse spécifique des coraux en légère augmentation.
- ↪ Présence de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) en augmentation.
- ↪ Richesse spécifique des invertébrés en augmentation.
- ↪ Saisonnalité des algues rouges et vertes.
- ↪ Peu de blanchissement. Quelques colonies observées sur le transect supérieur (*Acropora* spp., *Montipora* spp., *Echinopora gemmacea*, *Leptoria phrygia*, *Montastrea curta*, *Galaxea fascicularis*).



#### 4.11.2 Schéma structural (ST11)

### STATION 11 – Toémo (Récif intermédiaire de lagon, soumis aux forts courants de marée et à la houle)



### 4.11.3 Le substrat (ST11)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 51](#) pour le transect A, dans la [figure 52](#) pour le transect B et dans la [figure 53](#) pour le transect C.

Cette station possède les plus forts recouvrements biotiques : respectivement 97.5%, 96% et 86.5%. Cela est dû essentiellement à la classe « coraux morts avec algues » qui est dominante.

Mais les coraux scléactiniaires y sont particulièrement bien représentés, surtout sur les 2 premiers transects (34.5% et 31%), résultats les plus élevés de toutes les stations étudiées.

A noter : 0.5% de coraux blancs sur le transect A, ainsi qu'un peu de cyanobactéries à tous les transects (respectivement 1%, 2.5% et 0.5%).

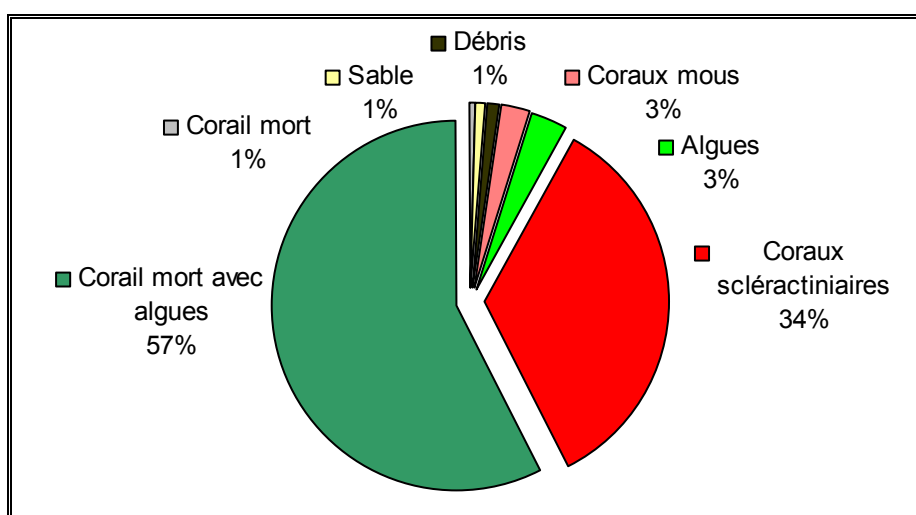


Figure n°051 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A*

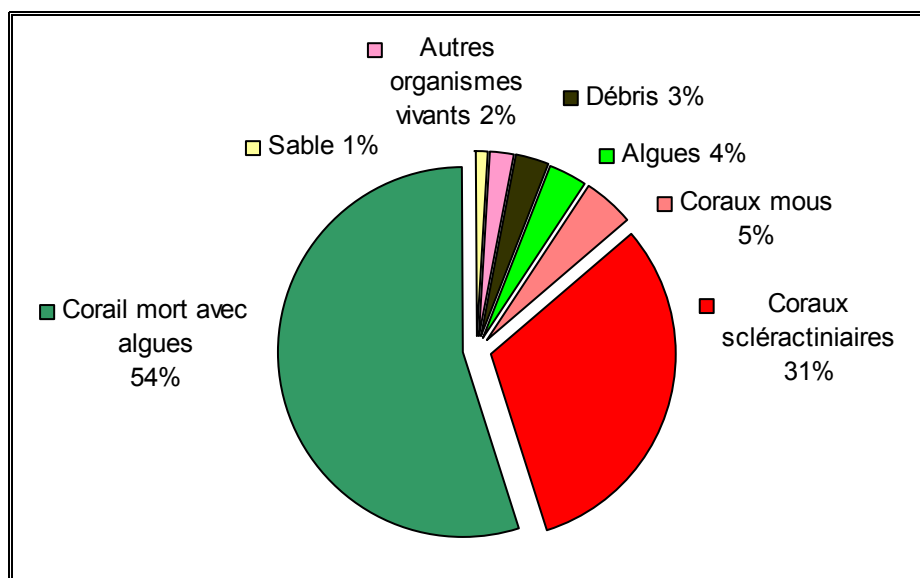
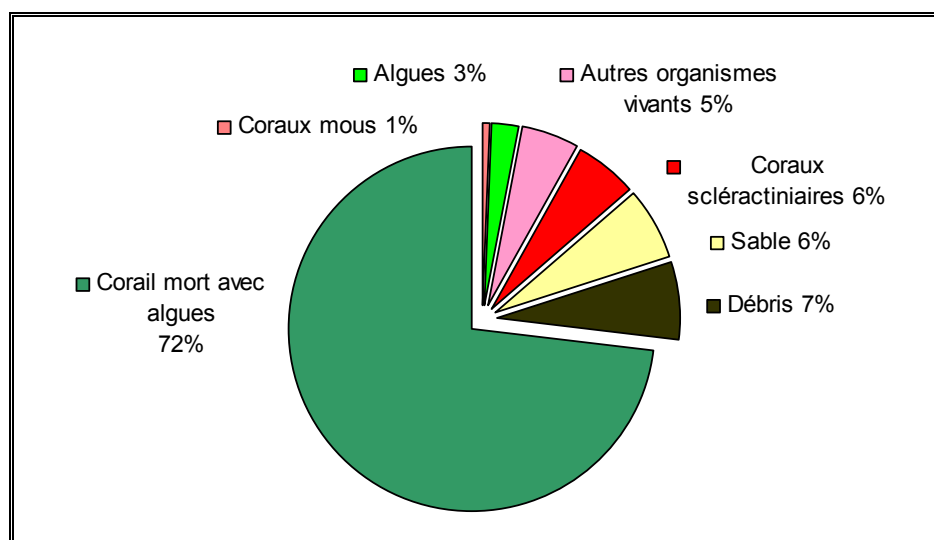


Figure n°052 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B*

Figure n°053 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

#### 4.11.4 Le benthos (ST11)

La liste des taxons cibles<sup>24</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 82](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de nombreuses algues, dont des cyanobactéries sur les 3 transects (en augmentation), de quelques échinodermes et mollusques et de plusieurs éponges perforantes.

Tableau n°082 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 11

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                | ESPECE             | ABONDANCE  |            |            |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               |                   |                      |                    | Transect A | Transect B | Transect C |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>      | sp.                | -3         | -4         | 3          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>    | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>     | <i>variegata</i>   |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>        | sp.                |            |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>  | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>     | sp.                |            |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>    | <i>ornata</i>      |            |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>  | <i>armata</i>      | 3          | 2          | -4         |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | sp.                | 3          | 3          |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>      | <i>van bossea</i>  |            |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>    | <i>hawaiiensis</i> |            |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>     | <i>armatum</i>     |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | <i>fragilis</i>    |            |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i> | sp.                | -2         | 2          | 2          |
|               | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura</i>     | <i>marginata</i>   |            |            |            |
|               | Indéterminée      |                      |                    |            |            |            |
|               | Liagoraceae       | <i>Triclogloea</i>   | <i>requienii</i>   | -2         |            |            |
|               | Peyssonneliaceae  | <i>Peyssonnelia</i>  | sp.                |            |            |            |
| Algue verte   | Caulerpacae       | <i>Caulerpa</i>      | sp1                | 2          |            |            |

<sup>24</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).



|               |                  |                        |                      |            |    |   |
|---------------|------------------|------------------------|----------------------|------------|----|---|
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp2                  | 2          |    |   |
|               | Caulerpaceae     | <i>Caulerpa</i>        | sp3                  |            |    |   |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>mammillosum</i>   |            |    | 2 |
|               | Codiaceae        | <i>Codium</i>          | <i>platyclados</i>   | -2         |    |   |
|               | Dasycladaceae    | <i>Bornetella</i>      | <i>oligospora</i>    |            |    |   |
|               | Dasycladaceae    | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>   |            |    |   |
|               | Halimedaceae     | <i>Halimeda</i>        | sp.                  | 2 (2 spp.) |    |   |
|               | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluysii</i>     |            |    |   |
|               | Udodeaceae       | <i>Chlorodesmia</i>    | <i>fastgiata</i>     | 2          | 2  | 3 |
| Cyanobacterie |                  | <i>Phormidium</i>      | sp.                  | 3          | 3  | 5 |
| Asterie       | Acanthasteridae  | <i>Acanthaster</i>     | <i>planci</i>        |            |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Celerina</i>        | <i>heffernani</i>    |            | 1  |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Gomophia</i>        | sp.                  |            |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>indica</i>        | -1         |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>milleporrella</i> | -1         |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>       |            |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Fromia</i>          | sp.                  |            |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Linckia</i>         | <i>multifora</i>     |            |    |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>      |            | 1  |   |
|               | Ophiasteridae    | <i>Nardoa</i>          | sp.                  |            |    |   |
|               | Oreasteridae     | <i>Culcita</i>         | <i>novaeguineae</i>  |            |    |   |
| Crinoide      | Colobometridae   | <i>Cenometra</i>       | sp.                  |            | 2  |   |
|               | Comasteridae     | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      | 1          | 2  | 2 |
|               | Indeterminée     |                        |                      | 2          | 2  |   |
| Echinide      | Diadematidae     | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       |            |    |   |
|               | Echinometridae   | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |            |    |   |
| Holothurie    | Holothuriidae    | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |            |    |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |            | -1 |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |            |    |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        |            |    | 2 |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |            |    |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |            |    |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |            |    |   |
|               | Holothuriidae    | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |            |    |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |            |    |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |            |    |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |            |    |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |            |    |   |
|               | Stichoporidae    | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |            |    |   |
| Mollusque     | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        |            | 2  |   |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |            |    |   |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>        | 2          |    |   |
|               | Tridacniidae     | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>      |            |    |   |
|               | Trochidae        | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>     |            |    |   |
|               | Trochidae        | <i>Trochus</i>         | sp.                  |            |    |   |
| Spongiaire    | Clionidae        | <i>Cliona</i>          | <i>julliinei</i>     | 2          | 2  | 4 |



|  |           |               |                   |   |   |   |
|--|-----------|---------------|-------------------|---|---|---|
|  | Clionidae | <i>Cliona</i> | <i>orientalis</i> | 3 | 4 | 4 |
|--|-----------|---------------|-------------------|---|---|---|

#### 4.11.4.1 Benthos Transect 11 A

##### 4.11.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST11A)

Les scléractiniaires dominent largement sur ce transect, les colonies sont de tailles moyennes sauf la colonie de *Platygyra daedalea* qui atteint le 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..

Tableau n°083 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 18             | 5                    |
| Agaraciidae                  | 2              | 2                    |
| Astrocoeniidae               | 1              | 2                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 0              | 0                    |
| Faviidae                     | 13             | 5                    |
| Fungiidae                    | 0              | 0                    |
| Merulinidae                  | 4              | 4                    |
| Mussidae                     | 4              | 2                    |
| Oculinidae                   | 2              | 5                    |
| Pectiniidae                  | 0              | 0                    |
| Pocilloporidae               | 7              | 5                    |
| Poritidae                    | 5              | 5                    |
| Siderastreidae               | 4              | 2                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>60</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 2              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>62</b>      | 0                    |

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne de 62 espèces dont deux espèces de *Millepora* (encroûtant et branchu). Les familles scléractiniaires (60 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (18 taxons), les Faviidae (13 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons) et les Poritidae (5 taxons).

#### 4.11.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A)

Les macrophytes et les invertébrés sont minoritaires, cependant ils caractérisent un milieu balayé par les courants. Les macrophytes sont diversifiés, mais moins que lors de la mission précédente car les espèces *Triclogloea requienii*, *Dictyota*, *Actinotrichia* sp. et *Codium platyclados* n'ont pas été recensées.

Les algues rouges sont dominantes mais leur recouvrement est en baisse avec *Asparagopsis armata* et *Amphiroa*. Les algues vertes (*Caulerpa* spp., *Halimeda* sp.) se sont fixées préférentiellement dans les infractuosités de la dalle corallienne et le genre *Chlorodesmis fastigiata* est plutôt regroupé sur les amas de débris coralliens.

Les cyanobactéries recouvrent quelques colonies coralliennes et leur développement est en augmentation.

Les alcyonaires sont peu nombreux, les genres *Lobophytum* se développent et avec *Sinularia* se dispersent par plaque. Le genre *Sarcophyton* de petite taille est plutôt fixé dans les cavités du récif.

Les spongiaires (*Cliona julliinei*, *C. orientalis* et *Dysidea herbacea*) encroûtent la dalle corallienne. Ces espèces sont à surveiller car elles pourraient être en compétition spatiale avec les coraux pour la colonisation du milieu.

Les ascidies privilégient ce style de biotope balayé par les courants de marée. Les espèces *Polycarpa cryptocarpa*, *Didemnum molle*, *D. cf. minisculum*, et *Symplegma alterna* sont abondantes et se dispersent dans l'ensemble de la zone. Une espèce encroûtante violette indéterminée est minoritaire.

Les crinoïdes étaient peu abondantes et aucune holothurie ne colonise le haut du récif.

Tableau n°084 : 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              | 5                 |
| Algue verte                       | 5              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 3                 |
| Anémone                           | 1              | 1                 |
| Ascidies                          | 5              | 5                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 0              | 0                 |
| Crinoïde                          | 2              | 2                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 1              | 3                 |
| Mollusque                         | 1              | 2                 |
| Spongiaire                        | 4              | 3                 |
| Zoanthaire                        | 0              | 0                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>26</b>      |                   |

#### 4.11.4.2 Benthos Transect 11 B

##### 4.11.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST11B)

Les scléractiniaires ont un recouvrement plus faible qu'au niveau bathymétrique supérieur à la faveur des

alcyonaires et des spongiaires. Cependant les colonies sont de plus grandes tailles (elles sont moins soumises aux agents hydrodynamiques à cette profondeur). Les colonies privilégient toujours les formes robustes mais la richesse spécifique est plus variée : formes massives (*Symphyllia* cf. *recta*, *Pavona minuta*, *Coscinareae exesa*, *Millepora* sp.), sub massives (*Isopora cuneata*, *Astreopora* sp., *Oulastrea crista*), encroûtantes (*Pavona clavus*, *Montipora* spp., *Coeloseris mayeri*, *Hydnophora pilosa*, *Galaxea fascicularis*), formes branchues robustes (*Hydnophora rigida*, *Seriatopora calendrium* et *S. hystrix*) et les formes foliaires particulièrement bien représentées par les Dendrophyllidae (*Turbinaria frondens*, *T. mesenterina*, *T. patula*, *T. peltata*, *T. stellulata* et *T. reniformis*). Une colonie de *Gardineroseris planulata* rare dans le lagon néo-calédonien est présente dans la zone d'étude (cf. [Atlas photographique](#)).

Les colonies d'*Acropora* tabulaire qui étaient envahies par des cyanobactéries sont désormais mortes. Les cyanobactéries se développent sur les débris coralliens.

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne élevée avec 78 espèces dont deux espèces de *Millepora* (encroûtant et sub massif) et une espèce de gorgone. Les familles scléractiniaires (75 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Dendrophyllidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons) et les Pocilloporidae (6 taxons).

Tableau n°085 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 12             | 5                 |
| Agariciidae                  | 7              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 0              | 0                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 6              | 3                 |
| Faviidae                     | 19             | 5                 |
| Fungiidae                    | 1              | 2                 |
| Merulinidae                  | 6              | 5                 |
| Mussidae                     | 5              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 4                 |
| Pectiniidae                  | 3              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 6              | 5                 |
| Poritidae                    | 3              | 3                 |
| Siderastreidae               | 5              | 2                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>75</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 2              | 2                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 1              | 1                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>78</b>      |                   |

#### 4.11.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B)

La diminution de recouvrement des colonies coralliennes est en faveur des spongiaires et des alcyonaires.

Les espèces d'alcyonaires et de spongiaires ont un recouvrement plus important que pour le transect supérieur.

Les alcyonaires sont plus variés au niveau spécifique avec 7 genres dont *Lobophytum* en plaque est le plus abondant.

Les éponges encroûtantes (*Cliona jullienei*, *C. orientalis*) sont les plus abondantes : elles colonisent de plus grandes surfaces de dalle ou bien de coraux morts. *Clathria rugosa* et *Stellata globostellata* sont peu représentées, ces espèces colonisent plutôt les débris et la dalle.

Les macrophytes : les algues rouges (*Asparagopsis armata* et *Amphiroa*) et les algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata*) ont leur recouvrement qui a diminué. Les algues brunes (*Dictyota*) n'ont pas été recensées lors de cette mission.

D'autre part, les cyanobactéries sont éparpillées sur la dalle, les débris coralliens et les coraux morts tabulaires. Cette prolifération de **cyanobactéries** peut provenir d'un éboulement de roches localisé à 20 m au sud du transect.

A noter, la présence de corallimorphes (anémones) *Discosoma* cf. *rhodostoma* en grandes plaques. Les ascidies *Polycarpa cryptocarpa* et *Didemnum molle* sont toujours aussi abondantes et un spécimen d'ascidie *Aplidium flavolineatum* a été inventorié. Cette espèce est peu commune dans le lagon néo calédonien.

Tableau n°086 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11B)

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 7              | 4                 |
| Algue brune                       | 0              | 0                 |
| Algue rouge                       | 3              | 5                 |
| Algue verte                       | 1              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 3                 |
| Anémone                           | 1              | 3                 |
| Ascidies                          | 4              | 4                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 2              | 2                 |
| Crinoïde                          | 3              | 2                 |
| Echinides                         | 0              | 0                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 2              | 2                 |
| Mollusque                         | 1              | 2                 |
| Spongiaire                        | 4              | 4                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 3                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>30</b>      |                   |

#### 4.11.4.3 Benthos Transect 11 C

##### 4.11.4.3.1 Les Scléractiniaires (ST11C)

Le bas de pente est une zone d'accumulation de débris coralliens et de roches, qui y arrivent lors des fortes houles et des cyclones. Les scléractiniaires ont été atteints par ce phénomène d'avalanche, cependant

quelques colonies ont résisté à cette dégradation mécanique : 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.). Toutefois, la recolonisation des coraux se faisant sur les substrats durs, les colonies sont de petites tailles. Comme pour le transect à 10 m de profondeur une colonie de *Gardineroseris planulata* est présente dans la zone d'étude des 100 m<sup>2</sup>.

A noter, la présence rare de *Blastomussa wellsi* qui affectionne les milieux balayés par les courants de marée et soumis au ressac.

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne de 50 espèces, dont une espèce de gorgone. Les familles scléractiniaires (49 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (11 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons) et les Fungiidae (4 taxons).

Tableau n°087 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11C)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 8              | 5                 |
| Agaraciidae                  | 2              | 2                 |
| Astrocoeniidae               | 1              | 1                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 2              | 2                 |
| Faviidae                     | 11             | 3                 |
| Fungiidae                    | 4              | 3                 |
| Merulinidae                  | 3              | 2                 |
| Mussidae                     | 6              | 2                 |
| Oculinidae                   | 2              | 3                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 1                 |
| Pocilloporidae               | 6              | 3                 |
| Poritidae                    | 3              | 5                 |
| Siderastreidae               | 0              | 0                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>49</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 0              | 0                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 1              | 1                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>50</b>      |                   |

#### 4.11.4.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C)

Les macrophytes ont un faible recouvrement. Les algues brunes (*Dictyota*) ainsi que les algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata*) sont les plus abondantes. Présence de *Actinotrichia* et *Codium mamillosum* qui n'avaient pas encore été inventoriées sur ce récif à ce niveau bathymétrique, mais leur abondance est faible. Les algues rouges *Asparagopsis armata* n'ont pas été recensées lors de cette mission.

Les cyanobactéries sont bien présentes et se développent sur les massifs et nombreux débris coralliens.

Cette prolifération de **cyanobactéries** est à surveiller.

Les crinoïdes colonisent particulièrement bien le bas du tombant et se fixent en aplombs des petits massifs coralliens qui ont dévalé la pente.

Les spongiaires sont plus variés et ont un recouvrement légèrement plus important en bas de récif. L'éponge noire indéterminée est abondante sur la dalle et la roche, ainsi que les *Cliona orientalis* et *C. jullienei*. Les espèces *Clathria rugosa*, *Cymbastella cantharella* et *Spheciospongia vagabunda* sont minoritaires et ces dernières espèces ne colonisent que le bas de pente.

Tableau n°088 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11C)

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 5              | 2                    |
| Algue brune                          | 1              | 3                    |
| Algue rouge                          | 1              | 3                    |
| Algue verte                          | 2              | 4                    |
| Cyanobactérie                        | 1              | 5                    |
| Anémone                              | 1              | 1                    |
| Ascidies                             | 5              | 5                    |
| Bryzoaire                            | 1              | 2                    |
| Astérie                              | 0              | 0                    |
| Crinoïde                             | 1              | 0                    |
| Echinides                            | 0              | 0                    |
| Holothurie                           | 1              | 2                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 1              | 1                    |
| Mollusque                            | 1              | 2                    |
| Spongiaire                           | 8              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 1              | 3                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>30</b>      |                      |



#### 4.11.5 Les poissons (ST11)

La liste complète des résultats bruts<sup>25</sup> est fournie dans le [tableau 89](#).

Tableau n°089 : *Données sur les poissons (ST11)*

| TOEMO Juin 2009 |                                 | Transect  |            |             | Transect  |            |             | Transect    |            |             | Toute la Station |             |              |
|-----------------|---------------------------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------------|-------------|--------------|
| Fam             | Espèces                         | A         | A          | A           | B         | B          | B           | C           | C          | C           | Total            | Moyenne     |              |
|                 | Biodiversité = 31               | Nb        | Den        | Bio         | Nb        | Den        | Bio         | Nb          | Den        | Bio         | Nb               | Dens        | Biom         |
| Aca             | <i>Acanthurus lineatus</i>      | 1         | 0,0        | 19,4        | 3         | 0,1        | 8,2         |             |            |             | 4                | 0,04        | 9,19         |
| Aca             | <i>Ctenochaetus striatus</i>    | 4         | 0,2        | 9,3         | 5         | 0,1        | 2,7         |             |            |             | 9                | 0,10        | 4,00         |
| Aca             | <i>Naso unicornis</i>           | 2         | 0,1        | 10,6        |           |            |             |             |            |             | 2                | 0,02        | 3,53         |
| Ble             | <i>Ecsenius bicolor</i>         |           |            |             |           |            |             | 1,0         | 0,1        | 0,1         | 1                | 0,02        | 0,04         |
| Cha             | <i>Chaetodon lunulatus</i>      | 2         | 0,1        | 1,4         |           |            |             |             |            |             | 2                | 0,02        | 0,48         |
| Cha             | <i>Chaetodon mertensii</i>      | 2         | 0,1        | 0,5         | 3         | 0,1        | 0,5         |             |            |             | 5                | 0,05        | 0,33         |
| Cha             | <i>Chaetodon pelewensis</i>     |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,2         |             |            |             | 1                | 0,01        | 0,08         |
| Cha             | <i>Chaetodon vagabundus</i>     | 2         | 0,1        | 6,4         |           |            |             |             |            |             | 2                | 0,02        | 2,13         |
| Cha             | <i>Heniochus acuminatus</i>     |           |            |             | 4         | 0,2        | 13,9        |             |            |             | 4                | 0,07        | 4,62         |
| Epi             | <i>Cephalopholis urodeta</i>    | 3         | 0,1        | 3,1         | 2         | 0,1        | 1,2         |             |            |             | 5                | 0,06        | 1,45         |
| Lab             | <i>Gomphosius varius</i>        | 1         | 0,0        | 0,4         | 2         | 0,1        | 0,4         |             |            |             | 3                | 0,03        | 0,28         |
| Lab             | <i>Labroides dimidiatus</i>     |           |            |             |           |            |             | 3,0         | 0,2        | 0,7         | 3                | 0,05        | 0,24         |
| Lab             | <i>Thalassoma janseni</i>       | 7         | 0,2        | 4,4         |           |            |             |             |            |             | 7                | 0,06        | 1,45         |
| Lab             | <i>Thalassoma lunare</i>        | 5         | 0,1        | 1,8         |           |            |             | 5,0         | 0,5        | 3,8         | 10               | 0,21        | 1,87         |
| Lab             | <i>Thalassoma lutescens</i>     | 5         | 0,1        | 3,1         | 3         | 0,1        | 1,0         |             |            |             | 8                | 0,08        | 1,39         |
| Mic             | <i>Ptereleotris evides</i>      |           |            |             | 1         | 0,0        | 0,9         |             |            |             | 1                | 0,01        | 0,29         |
| Mul             | <i>Parupeneus barberinoides</i> | 5         | 0,2        | 2,9         | 1         | 0,1        | 1,7         |             |            |             | 6                | 0,09        | 1,54         |
| Nem             | <i>Scolopsis bilineatus</i>     |           |            |             |           |            |             | 8,0         | 0,4        | 22,5        | 8                | 0,13        | 7,50         |
| Poc             | <i>Centropyge bicolor</i>       |           |            |             |           |            |             | 2,0         | 0,1        | 0,3         | 2                | 0,03        | 0,09         |
| Poc             | <i>Centropyge bispinosus</i>    |           |            |             | 3         | 0,1        | 1,1         |             |            |             | 3                | 0,03        | 0,37         |
| Poc             | <i>Centropyge flavissimus</i>   | 2         | 0,1        | 0,7         | 2         | 0,1        | 0,2         |             |            |             | 4                | 0,03        | 0,32         |
| Poc             | <i>Centropyge tibicen</i>       |           |            |             | 4         | 0,1        | 0,6         |             |            |             | 4                | 0,04        | 0,20         |
| Poc             | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>  |           |            |             |           |            |             | 2,0         | 0,1        | 35,3        | 2                | 0,02        | 11,78        |
| Pom             | <i>Chrysiptera rollandi</i>     |           |            |             | 6         | 0,2        | 0,0         | 7,0         | 0,7        | 0,1         | 13               | 0,30        | 0,06         |
| Pom             | <i>Chrysiptera taupou</i>       |           |            |             |           |            |             | 10,0        | 0,5        | 0,3         | 10               | 0,17        | 0,10         |
| Pom             | <i>Dascyllus reticulatus</i>    |           |            |             | 10        | 0,2        | 0,2         |             |            |             | 10               | 0,06        | 0,05         |
| Pom             | <i>Pomacentrus moluccensis</i>  |           |            |             | 30        | 0,6        | 3,8         |             |            |             | 30               | 0,20        | 1,26         |
| Sca             | <i>Scarus globiceps</i>         | 2         | 0,0        | 10,2        | 2         | 0,1        | 11,2        |             |            |             | 4                | 0,04        | 7,14         |
| Sca             | <i>Scarus schlegeli</i>         |           |            |             | 3         | 0,1        | 16,8        |             |            |             | 3                | 0,03        | 5,61         |
| Sca             | <i>Scarus sordidus</i>          | 4         | 0,1        | 4,7         |           |            |             |             |            |             | 4                | 0,03        | 1,56         |
| Zan             | <i>Zanclus cornutus</i>         |           |            |             | 2         | 0,1        | 3,2         |             |            |             | 2                | 0,02        | 1,06         |
|                 | <b>Total</b>                    | <b>47</b> | <b>1,4</b> | <b>78,9</b> | <b>87</b> | <b>2,3</b> | <b>67,9</b> | <b>38,0</b> | <b>2,5</b> | <b>63,2</b> | <b>172</b>       | <b>2,06</b> | <b>70,01</b> |

Sur l'ensemble de la station, 172 individus appartenant à 31 espèces différentes ([figure 54](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2 poissons / m<sup>2</sup> ([figure 55](#)) pour une biomasse de 70 g/m<sup>2</sup>.

<sup>25</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

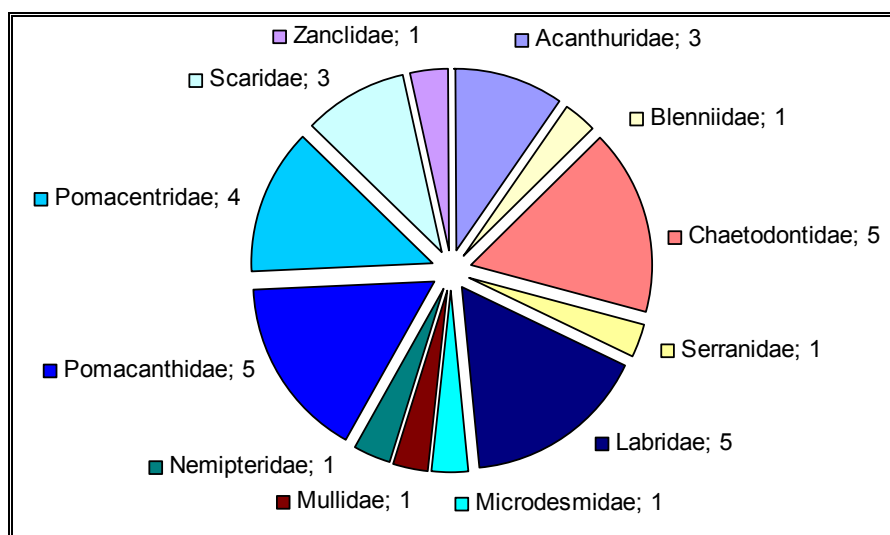


Figure n°054 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST11)*

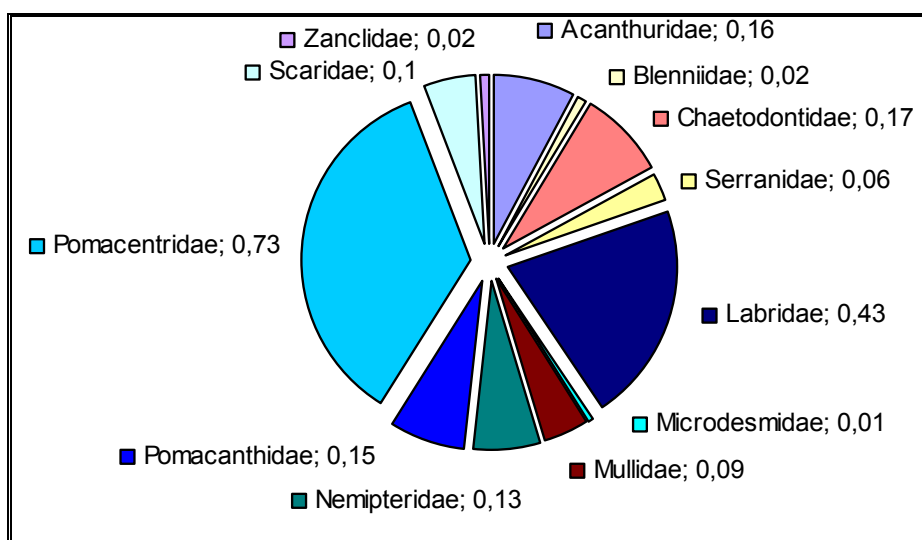


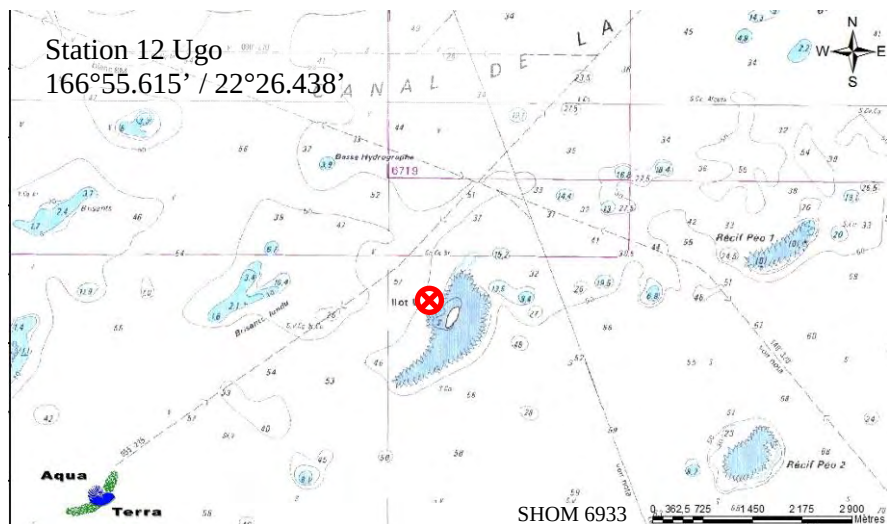
Figure n°055 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST11)*

## 4.12 Station 12 = Ilot Ugo

### 4.12.1 Fiche descriptive (ST12)

#### 4.12.1.1 Localisation géographique (ST12)

La station se situe sur la façade nord du récif frangeant de l'îlot Ugo ([photographie 22](#)). 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-est est plus protégée.



Carte n°014 : Localisation de la station 12 (Ilot Ugo)



Photo n°022 : Position en surface par rapport à la côte (ST12)



Photo n°023 : Photographie aérienne du site de la station 12

Il n'y a que deux transects à cette station, à 6.5 et 13 mètres profondeur.

En effet, 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).

Les deux transects ont été placés perpendiculairement à la pente du récif frangeant dans un alignement du sud vers le nord.

Le transect A a été installé dans le haut du tombant récifal.

Le niveau bathymétrique du transect B se caractérise par un recouvrement important de débris, de blocs coralliens sur du sable coquillé. 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.

#### 4.12.1.2 Description générale (ST12)

La station est positionnée sur le front récifal du récif frangeant sous le vent de l'îlot Ugo.

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, des petites colonies coralliennes s'édifient et les *Cliona* encroûtent quelques coraux massifs.

#### 4.12.1.3 Caractéristiques principales (ST12)

- ↗ Croissance importante des Poritidae (*Porites* sp., *Alveopora* sp et *Goniopora* sp.).
- ↗ Mortalité corallienne et nombreux débris.
- ↗ Richesse spécifique des alcyonaires très faible, mais recouvrement important de *Sarcophyton*.
- ↗ Blanchissement de quelques colonies (*Acropora* spp., *Halomitra pileus*, *Goniopora* sp.).
- ↗ Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développés et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens.
- ↗ Pas d'*Acanthaster planci* sur la station.

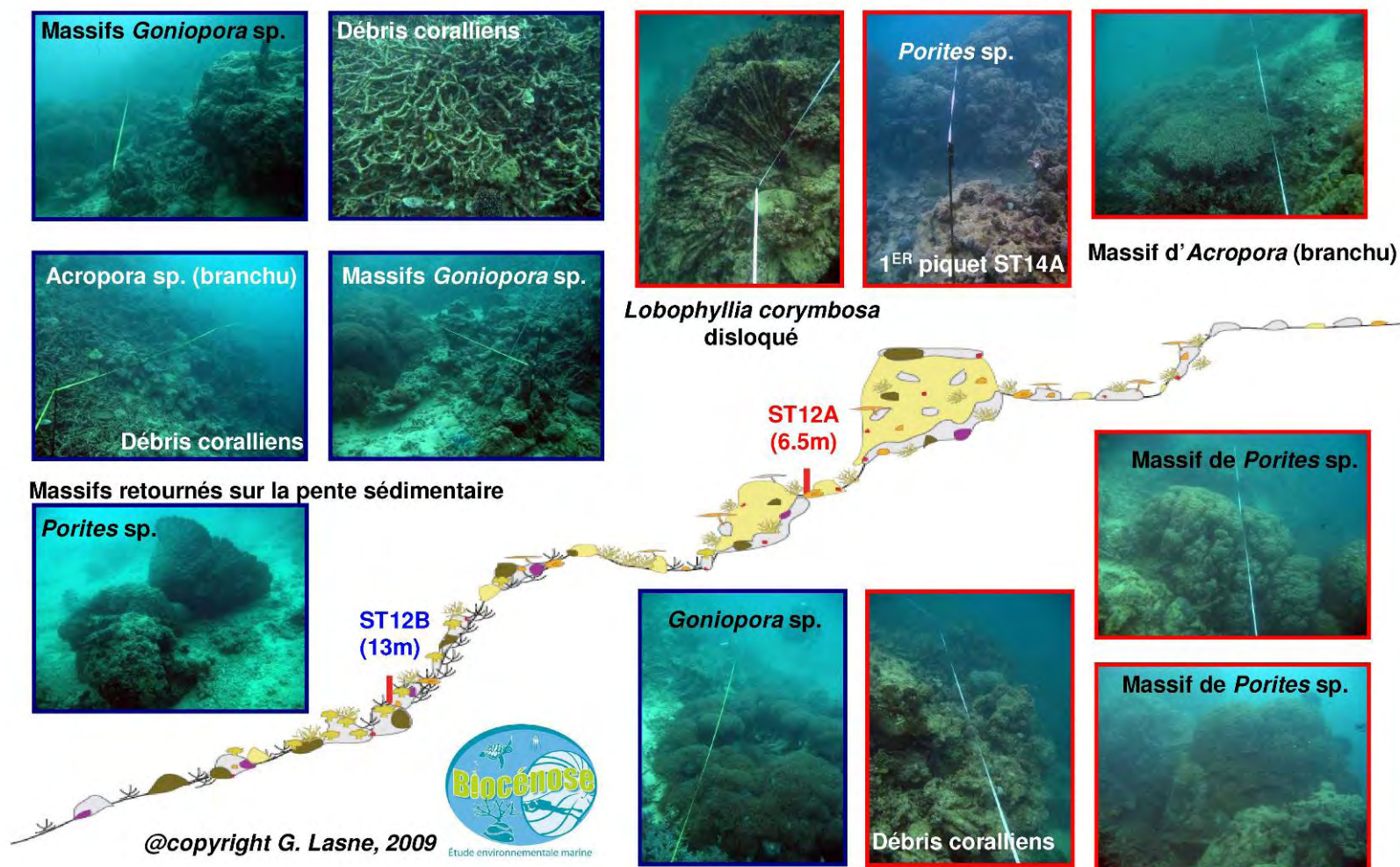
#### 4.12.1.4 Variations entre 2008 et 2009 (ST12)

*Cette station étant échantillonnée pour la première fois lors de cette campagne, pas de comparaison temporelle possible.*



#### 4.12.2 Schéma structural (ST12)

### STATION 12 - Ilot Hugo (Front récifal de récif frangeant, au nord de l'îlot, protégé des alizés)



### 4.12.3 Le substrat (ST12)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 56](#) pour le transect A et dans la [figure 57](#) pour le transect B.

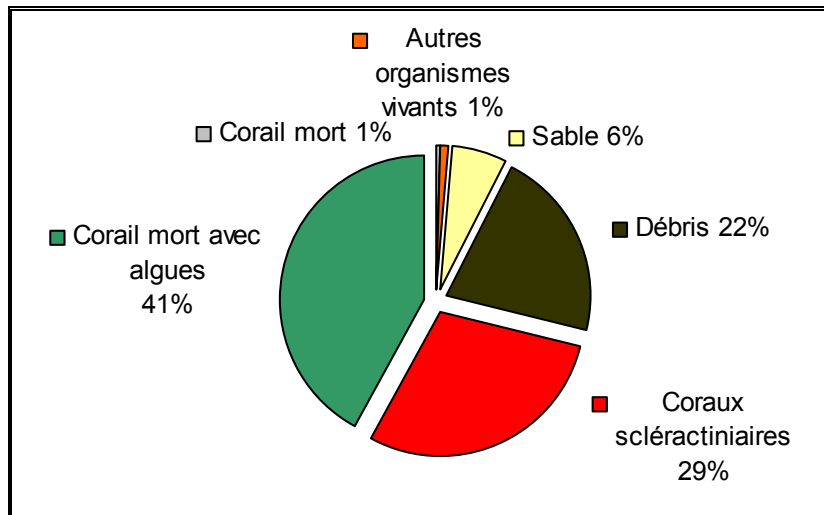


Figure n°056 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A*

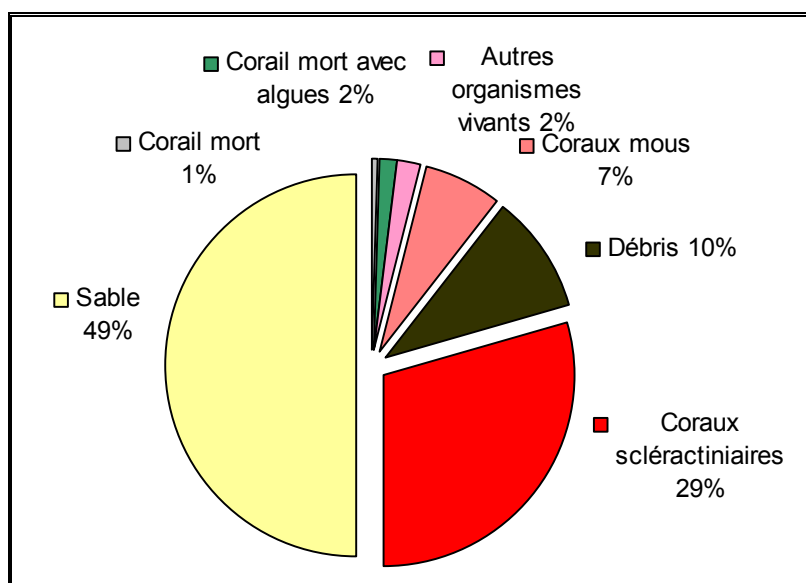


Figure n°057 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B*

Les deux transects sont riches en coraux scléactiniaires vivants, avec près de 30% chacun. A noter cependant : 0.5% de coraux blancs sur chacun.

Le reste du substrat majoritaire est différent, avec une large part de coraux morts recouverts d'algues (42%) pour le transect haut et du sable (50%) sur le transect bas.

### 4.12.4 Le benthos (ST12)

La liste des taxons cibles<sup>26</sup> échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 90](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

Il faut noter la présence de quelques algues, dont des cyanobactéries sur les 2 transects, de quelques

<sup>26</sup> Cf. listing restreint du cahier des charges en [annexe 01](#).

échinodermes et mollusques et de plusieurs éponges encroûtantes.

Tableau n°090 : *Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 12*

| TAXONS CIBLES | FAMILLE           | GENRE                 | ESPECE               | ABONDANCE  |            |
|---------------|-------------------|-----------------------|----------------------|------------|------------|
|               |                   |                       |                      | Transect A | Transect B |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | <i>Dictyota</i>       | sp.                  | 2          | 3          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Distromium</i>     | sp.                  |            |            |
|               | Dicyotaceae       | <i>Lobophora</i>      | <i>variegata</i>     | 3          | 3          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Padina</i>         | sp.                  | 2          | 2          |
|               | Dicyotaceae       | <i>Spatoglossum</i>   | sp.                  |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Sargassum</i>      | sp.                  |            |            |
|               | Sargassaceae      | <i>Turbinaria</i>     | <i>ornata</i>        |            |            |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis</i>   | <i>armata</i>        |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | sp.                  |            |            |
|               | Coralinaceae      | <i>Amphiroa</i>       | <i>van bossea</i>    |            |            |
|               | Dumontiaceae      | <i>Gibsmithia</i>     | <i>hawaiiensis</i>   |            |            |
|               | Florideophyceae   | <i>Plocamium</i>      | <i>armatum</i>       |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | <i>fragilis</i>      | 2          | 2          |
|               | Galaxauraceae     | <i>Actinotrichia</i>  | sp.                  |            |            |
|               | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura</i>      | <i>marginata</i>     |            |            |
|               | Indéterminée      |                       |                      |            |            |
|               | Liagoraceae       | <i>Triclogloea</i>    | <i>requienii</i>     |            |            |
|               | Peyssonneliaceae  | <i>Peyssonnelia</i>   | sp.                  |            |            |
| Algue verte   | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp1                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp2                  |            |            |
|               | Caulerpaceae      | <i>Caulerpa</i>       | sp3                  |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>mammillosum</i>   |            |            |
|               | Codiaceae         | <i>Codium</i>         | <i>platyclados</i>   |            |            |
|               | Dasycladaceae     | <i>Bornetella</i>     | <i>oligospora</i>    |            |            |
|               | Dasycladaceae     | <i>Neomeris</i>       | <i>van bosseae</i>   |            |            |
|               | Halimedaceae      | <i>Halimeda</i>       | sp.                  | 2 (2 spp.) | 2 (2 spp.) |
|               | Siphonocladaceae  | <i>Dictyosphaeria</i> | <i>verluisii</i>     |            |            |
|               | Udodeaceae        | <i>Chlorodesmia</i>   | <i>fastigiata</i>    | 2          |            |
| Cyanobacterie |                   | <i>Phormidium</i>     | sp.                  | 1          | 2          |
| Asterie       | Acanthasteridae   | <i>Acanthaster</i>    | <i>planci</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Celerina</i>       | <i>heffernani</i>    | 1          | 1          |
|               | Ophiasteridae     | <i>Gomophia</i>       | sp.                  | 1          | 1          |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>indica</i>        |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>milleporrella</i> |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | <i>monilis</i>       |            | 1          |
|               | Ophiasteridae     | <i>Fromia</i>         | sp.                  |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Linckia</i>        | <i>multifora</i>     |            |            |
|               | Ophiasteridae     | <i>Nardoa</i>         | <i>gomophia</i>      |            | 1          |
|               | Ophiasteridae     | <i>Nardoa</i>         | sp.                  |            |            |
|               | Oreasteridae      | <i>Culcita</i>        | <i>novaeguineae</i>  |            |            |
| Crinoïde      | Colobometridae    | <i>Cenometra</i>      | sp.                  |            |            |





|            |                |                        |                      |   |   |
|------------|----------------|------------------------|----------------------|---|---|
|            | Comasteridae   | <i>Comathus</i>        | <i>bennetti</i>      |   |   |
|            | Indeterminée   |                        |                      | 2 | 3 |
| Echinide   | Diadematidae   | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>       | 2 |   |
|            | Echinometridae | <i>Heterocentrotus</i> | <i>mammillatus</i>   |   |   |
| Holothurie | Holothuriidae  | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>         |   | 1 |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>          |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>       |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>        |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>flovomaculata</i> |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i> |   | 1 |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>nobilis</i>       |   |   |
|            | Holothuriidae  | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>        |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>pseudhorrens</i>  |   |   |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>stichopus</i>     |   | 1 |
|            | Stichoporidae  | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>    |   | 2 |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>ananas</i>        |   | 1 |
|            | Stichoporidae  | <i>Thelenota</i>       | <i>anax</i>          |   |   |
| Mollusque  | Tridacniidae   | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>        | 1 |   |
|            | Tridacniidae   | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>        |   |   |
|            | Tridacniidae   | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>        |   | 2 |
|            | Tridacniidae   | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>      |   |   |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>     |   |   |
|            | Trochidae      | <i>Trochus</i>         | sp.                  | 2 |   |
| Spongiaire | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>jullienei</i>     | 3 | 3 |
|            | Clionidae      | <i>Cliona</i>          | <i>orientalis</i>    | 4 | 5 |

#### 4.12.4.1 Benthos Transect 12 A

##### 4.12.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST12A)

En terme de recouvrement les familles scléractiniales Poritidae, Acroporidae et Mussiidae sont particulièrement bien développées. Elles forment des grandes colonies plurimétriques. 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.). Les autres colonies coralliennes sont de petite taille (*Cyphastrea japonica*, *C. serailia*, *Favia* spp., *Favites* spp., *Merulina ampliata*, *Mycedium elephantotus*, *Stylocoeniella guentheri*, *Pavona decussata*, *Pectinia lactuca*, *P. paeonia*, *Turbinaria peltata*, *T. reniformis*).

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 nue ou bien envahies par les éponges encroûtantes), d'une grande colonie de *Lobophyllia* disloquée mais encore en place et des quelques colonies de madrépores blanchies.

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, le blanchissement corallien qui provient d'une variation plus ou moins importante des paramètres environnementaux, de prédation ou bien encore de prolifération de cyanobactéries. Les colonies concernées par le blanchissement sont des *Acropora* tabulaires et branchus et *Halomitra pileus*.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 58 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléractiniales (56 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par



ordre décroissant : les Acroporidae (14 taxons), les Faviidae (13 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons) et les Agariciidae (4 taxons).

Tableau n°091 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12A)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|------------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                      |
| Acroporidae                  | 14             | 5                    |
| Agariciidae                  | 4              | 3                    |
| Astrocoeniidae               | 1              | 1                    |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                    |
| Dendrophyllidae              | 2              | 2                    |
| Faviidae                     | 13             | 4                    |
| Fungiidae                    | 5              | 4                    |
| Merulinidae                  | 2              | 2                    |
| Mussidae                     | 2              | 4                    |
| Oculinidae                   | 1              | 2                    |
| Pectiniidae                  | 5              | 3                    |
| Pocilloporidae               | 3              | 3                    |
| Poritidae                    | 3              | 5                    |
| Siderastreidae               | 1              | 1                    |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>56</b>      |                      |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                      |
| Milleporidae                 | 2              | 2                    |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                    |
| Gorgone                      | 0              | 0                    |
| Antipathaire                 | 0              | 0                    |
| <b>Total coraux</b>          | <b>58</b>      |                      |

#### 4.12.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A)

Les macrophytes représentent un recouvrement faible et leur répartition est hétérogène. Ils se fixent sur les substrats durs, massifs coralliens, dalle et à travers les débris. Les algues brunes sont représentées par *Dictyota* sp., *Lobophora variegata* et *Padina*. Les algues rouges sont minoritaires (*Actinotrichia*) et les algues vertes (*Halimeda* spp., *Chlorodesmis fastigiata*) sont regroupées par petits thalles à travers les débris.

Le recouvrement des spongiaires est également faible en haut de récif. Les spongiaires se développent par encroûtement sur la dalle et les blocs coralliens (*Cliona julliinei*, *C. orientalis*).

La richesse spécifique des alcyonaires est faible, ces derniers sont représentés seulement par le genre *Sarcophyton*, qui est de petite taille et fixé préférentiellement sur les débris coralliens.

Les mollusques *Arca ventricosa* sont incrustés dans les patates de *Porites*, les bénitiers *Tridacna crocea* et l'espèce *Isognomon isogomon* sont incrustés dans la dalle ou des blocs coralliens et l'espèce *Trochus* est camouflée dans les cavités de la dalle ou bien sous les blocs coralliens.

Aucune holothurie n'est présente à ce niveau bathymétrique.

Les échinides (*Diadema setosum*) se camouflent dans les cavités de la dalle et sous les blocs coralliens.

Tableau n°092 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12A)*

| Groupe Macrophytes et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| Alcyonaire                        | 1              | 4                 |
| Algue brune                       | 3              | 4                 |
| Algue rouge                       | 1              | 2                 |
| Algue verte                       | 3              | 2                 |
| Cyanobactérie                     | 1              | 1                 |
| Anémone                           | 0              | 0                 |
| Ascidies                          | 1              | 2                 |
| Bryzoaire                         | 0              | 0                 |
| Astérie                           | 2              | 2                 |
| Crinoïde                          | 1              | 2                 |
| Echinides                         | 1              | 2                 |
| Holothurie                        | 0              | 0                 |
| Synapse                           | 0              | 0                 |
| Hydraire                          | 0              | 0                 |
| Mollusque                         | 4              | 3                 |
| Spongiaire                        | 4              | 5                 |
| Zoanthaire                        | 1              | 2                 |
| Crustacé                          | 0              | 0                 |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>23</b>      |                   |

#### 4.12.4.2 Benthos Transect 12 B

##### 4.12.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST12B)

Deux grandes colonies (*Acropora* sp. et *Goniopora* sp.) représentent la majorité 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 possible et à confirmer de *Echinomorpha nischihirai* qui n'a pas encore été inventoriée en Nouvelle-Calédonie.

Cette partie de pente récifale est très détériorée, les colonies massives situées au sommet du récif sont venues dévaler la pente détruisant les coraux sur leur passage. L'accumulation de débris est très importante et les cyanobactéries s'y développent.

Les plus grandes colonies coralliennes montrent également des stigmates de blanchissement non uniforme (*Goniopora*, *Acropora* spp., *Turbinaria heronensis*).

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 52 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* (branchu et sub massif) et une espèce de gorgone. Les familles scléractiniaires (49 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons) et les Mussidae (3 taxons).

Tableau n°093 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12B)*

| Famille                      | Nombre de taxa | Abondance (1 à 5) |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Scléractiniaire</b>       |                |                   |
| Acroporidae                  | 11             | 5                 |
| Agaraciidae                  | 2              | 3                 |
| Astrocoeniidae               | 2              | 1                 |
| Caryophyllidae               | 0              | 0                 |
| Dendrophyllidae              | 2              | 2                 |
| Faviidae                     | 13             | 4                 |
| Fungiidae                    | 5              | 4                 |
| Merulinidae                  | 2              | 2                 |
| Mussidae                     | 3              | 5                 |
| Oculinidae                   | 1              | 2                 |
| Pectiniidae                  | 1              | 2                 |
| Pocilloporidae               | 2              | 2                 |
| Poritidae                    | 4              | 5                 |
| Siderastreidae               | 1              | 1                 |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>49</b>      |                   |
| <b>Non Scléractiniaire</b>   |                |                   |
| Milleporidae                 | 2              | 2                 |
| Tubiporidae                  | 0              | 0                 |
| Gorgone                      | 1              | 1                 |
| Antipathaire                 | 0              | 0                 |
| <b>Total coraux</b>          | <b>52</b>      |                   |

#### 4.12.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B)

La distribution des macrophytes et des invertébrés (hors coraux) est similaire par rapport au niveau supérieur. Les macrophytes représentent un recouvrement faible et leur répartition est hétérogène. Ils se fixent sur les substrats durs, la dalle et à travers les débris.

Les algues brunes sont représentées par *Dictyota* sp., *Lobophora variegata*, et *Padina*, les algues rouges sont minoritaires (*Actinotrichia*).

Les algues vertes sont seulement représentées par le genre *Halimeda* spp. et se regroupent par petits thalles à travers les débris.

Le recouvrement des spongiaires est plus important que pour le niveau supérieur. Les spongiaires se développent par encroûtement sur la dalle et les blocs coralliens (*Cliona jullienei*, *C. orientalis*).

Les alcyonaires sont représentés seulement par le genre *Sarcophyton*. Ce genre de petite taille a un recouvrement très important et colonise préférentiellement les débris coralliens.

Une grande variété d'holothuries colonise le bas de tombant récifal (*Holothuria fuscopunctata*, *Bohadschia argus*, *Stichopus stichopus*, *S. variegatus*, *Thelenota ananas*). Ces organismes affectionnent le substrat meuble et les débris.

Les échinides (*Diadema setosum*) se camouflent dans les cavités de la dalle et sous les blocs coralliens. L'ascidie *Polycarpa aurita* a été recensée seulement pour ce niveau bathymétrique (comme dans l'ensemble des zones d'études). Concernant les mollusques, seule l'espèce de bémier *Tridacna maxima* a été recensée.

vivante. Trois coquilles vides de *Tridacna squamosa* s'éparpillent dans l'accumulation de débris coralliens du bas du tombant récifal.

Tableau n°094 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12B)

| Groupe Macrophytes<br>et Invertébrés | Nombre de taxa | Abondance<br>(1 à 5) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Alcyonaire                           | 1              | 5                    |
| Algue brune                          | 3              | 4                    |
| Algue rouge                          | 1              | 2                    |
| Algue verte                          | 2              | 2                    |
| Cyanobactérie                        | 1              | 2                    |
| Anémone                              | 0              | 0                    |
| Ascidies                             | 2              | 2                    |
| Bryzoaire                            | 0              | 0                    |
| Astérie                              | 4              | 2                    |
| Crinoïde                             | 1              | 3                    |
| Echinides                            | 0              | 0                    |
| Holothurie                           | 5              | 2                    |
| Synapse                              | 0              | 0                    |
| Hydraire                             | 0              | 0                    |
| Mollusque                            | 3              | 2                    |
| Spongiaire                           | 3              | 5                    |
| Zoanthaire                           | 1              | 3                    |
| Crustacé                             | 0              | 0                    |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>27</b>      |                      |

#### 4.12.5 Les poissons (ST12)

La liste complète des résultats bruts<sup>27</sup> est fournie dans le [tableau 95](#).

Tableau n°095 : *Données sur les poissons (ST12)*

| UGO Juin 2009 |                                 | Transect  |            |             | Transect   |            |              | Toute la Station |             |              |
|---------------|---------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|--------------|------------------|-------------|--------------|
| Fam           | Espèces                         | B         | B          | B           | C          | C          | C            | Total            | Moyenne     |              |
|               | Biodiversité = 23               | Nb        | Den        | Bio         | Nb         | Den        | Bio          | Nb               | Dens        | Biom         |
| Aca           | <i>Acanthurus blochii</i>       | 1         | 0,0        | 2,1         |            |            |              | 1                | 0,00        | 1,04         |
| Aca           | <i>Ctenochaetus striatus</i>    | 1         | 0,0        | 0,4         | 1          | 0,0        | 0,5          | 2                | 0,02        | 0,47         |
| Aca           | <i>Zebrasoma scopas</i>         | 1         | 0,0        | 0,3         | 2          | 0,0        | 0,2          | 3                | 0,03        | 0,27         |
| Ble           | <i>Ecsenius bicolor</i>         | 1         | 0,1        | 0,0         |            |            |              | 1                | 0,03        | 0,00         |
| Ble           | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i> | 1         | 0,1        | 0,6         |            |            |              | 1                | 0,03        | 0,32         |
| Cae           | <i>Caesio caerulea</i>          | 3         | 0,0        | 3,2         | 50         | 0,4        | 64,9         | 53               | 0,23        | 34,04        |
| Cha           | <i>Chaetodon baronessa</i>      | 2         | 0,1        | 0,7         | 1          | 0,0        | 0,3          | 3                | 0,04        | 0,49         |
| Cha           | <i>Chaetodon bennetti</i>       |           |            |             | 1          | 0,0        | 0,7          | 1                | 0,02        | 0,36         |
| Cha           | <i>Forcipiger longirostris</i>  | 2         | 0,1        | 0,5         |            |            |              | 2                | 0,03        | 0,25         |
| Epi           | <i>Cephalopholis boenak</i>     |           |            |             | 1          | 0,0        | 0,4          | 1                | 0,02        | 0,18         |
| Epi           | <i>Plectropomus leopardus</i>   |           |            |             | 4          | 0,0        | 30,0         | 4                | 0,01        | 15,01        |
| Lab           | <i>Labroides dimidiatus</i>     | 2         | 0,1        | 0,0         |            |            |              | 2                | 0,03        | 0,02         |
| Lab           | <i>Thalassoma lunare</i>        | 5         | 0,1        | 0,8         |            |            |              | 5                | 0,05        | 0,38         |
| Nem           | <i>Scolopsis bilineatus</i>     | 3         | 0,1        | 5,2         | 1          | 0,0        | 1,2          | 4                | 0,05        | 3,18         |
| Poc           | <i>Centropyge bicolor</i>       | 2         | 0,1        | 0,2         | 2          | 0,1        | 0,5          | 4                | 0,08        | 0,32         |
| Poc           | <i>Centropyge tibicen</i>       | 1         | 0,0        | 0,1         |            |            |              | 1                | 0,02        | 0,05         |
| Pom           | <i>Abudefduf whitleyi</i>       | 10        | 0,1        | 1,5         |            |            |              | 10               | 0,07        | 0,75         |
| Pom           | <i>Chromis fumea</i>            |           |            |             | 30         | 0,6        | 0,4          | 30               | 0,30        | 0,19         |
| Pom           | <i>Chrysiptera rollandi</i>     | 3         | 0,3        | 0,1         | 10         | 0,2        | 0,0          | 13               | 0,23        | 0,04         |
| Pom           | <i>Dascyllus reticulatus</i>    | 15        | 0,5        | 0,5         | 20         | 0,5        | 0,5          | 35               | 0,50        | 0,49         |
| Pom           | <i>Pomacentrus moluccensis</i>  | 15        | 0,3        | 0,2         |            |            |              | 15               | 0,15        | 0,12         |
| Sca           | <i>Scarus flavipectoralis</i>   | 4         | 0,1        | 1,2         | 5          | 0,1        | 1,8          | 9                | 0,05        | 1,51         |
| Tet           | <i>Canthigaster valentini</i>   | 1         | 0,0        | 0,0         |            |            |              | 1                | 0,02        | 0,02         |
|               | <b>Total</b>                    | <b>73</b> | <b>2,0</b> | <b>17,7</b> | <b>128</b> | <b>2,0</b> | <b>101,4</b> | <b>201</b>       | <b>2,01</b> | <b>59,51</b> |

Sur l'ensemble de la station, 201 individus appartenant à 23 espèces différentes ([figure 58](#)) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2 poissons / m<sup>2</sup> ([figure 59](#)) pour une biomasse de 59.5 g/m<sup>2</sup>.

<sup>27</sup> Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

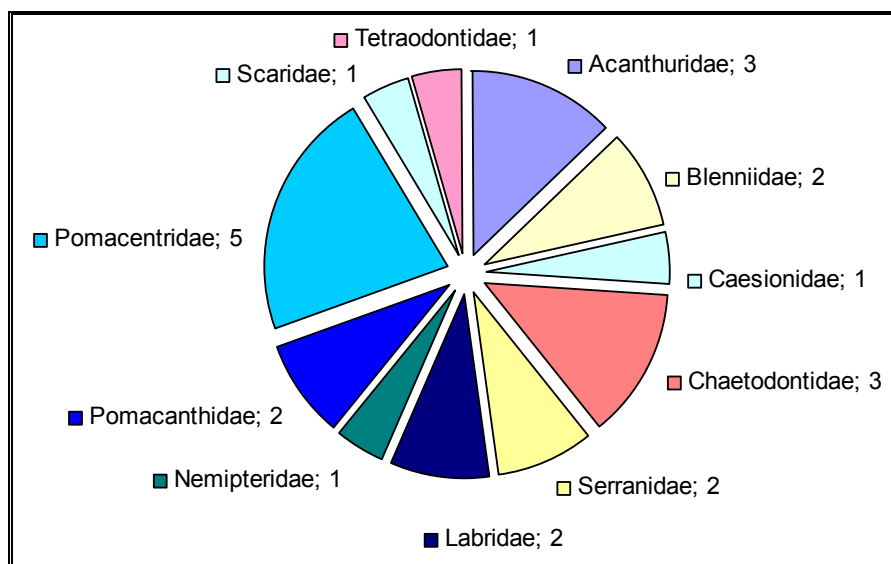


Figure n°058 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST12)*

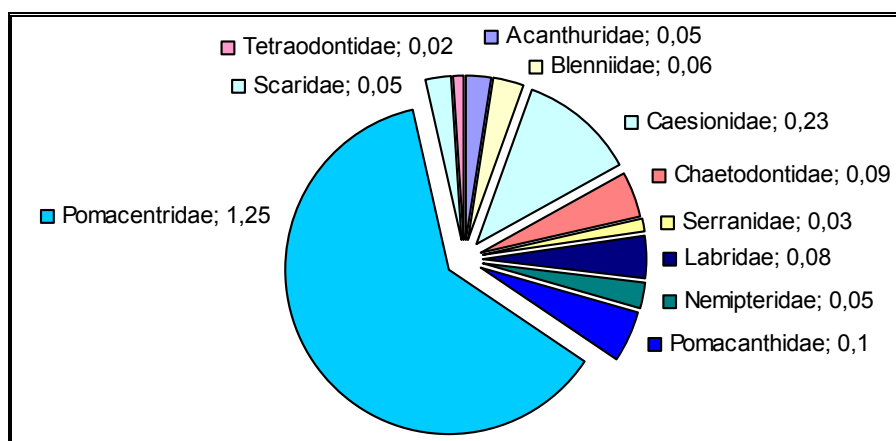


Figure n°059 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST12)*



## 5 Résultats généraux / Synthèse

### 5.1 Substrat

Les pourcentages de recouvrement du substrat, pour toutes les catégories, sont présentés dans le [tableau 125](#) en [annexe 04](#) (résultats par transect pour toutes les stations).

Le [tableau 126](#) en [annexe 04](#) et la [figure 60](#) ci-dessous, récapitulent les pourcentages de couverture du substrat aux différents transects de chaque station pour :

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

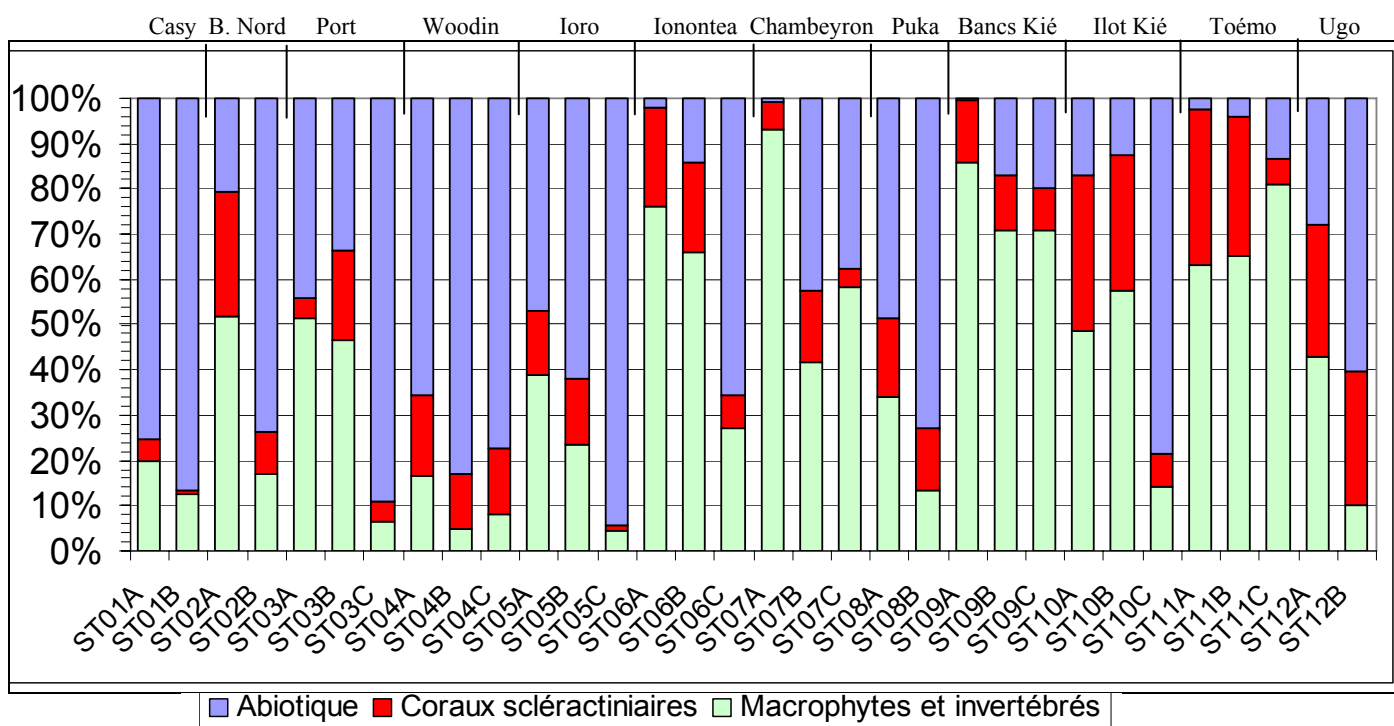


Figure n°060 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique

Les stations situées en baie de Prony et canal Woodin (exception du transect ST02A et pour cette mission des transects hauts de la ST03 où il y a une prolifération de cyanobactéries) ont un substrat à majorité abiotique. Ces stations ont, par ailleurs, le taux de recouvrement corallien moyen le plus faible de toute la zone d'étude (11.6%).

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 ST5 qui est installée sur une pente sédimentaire composée principalement de sable coquillé, pour les transect ST08B et ST10C qui sont positionnés en bas de tombant récifal sur le début de la pente sédimentaire). La moyenne du taux de recouvrement corallien dans le canal de la Havannah est aussi plus élevée (16.91%).

Les stations présentant le plus fort taux de recouvrement coralliens scléractiniaires sont la ST10 (îlot Kié, dans la réserve Merlet) et la ST11 (récif Toémo). La nouvelle station sur l'îlot Ugo (ST12) arrive en 3<sup>ème</sup> position.

A deux, faibles, exception près (ST04C et ST07C), 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 135](#) en [annexe 05](#) et la [figure 61](#) 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 ».

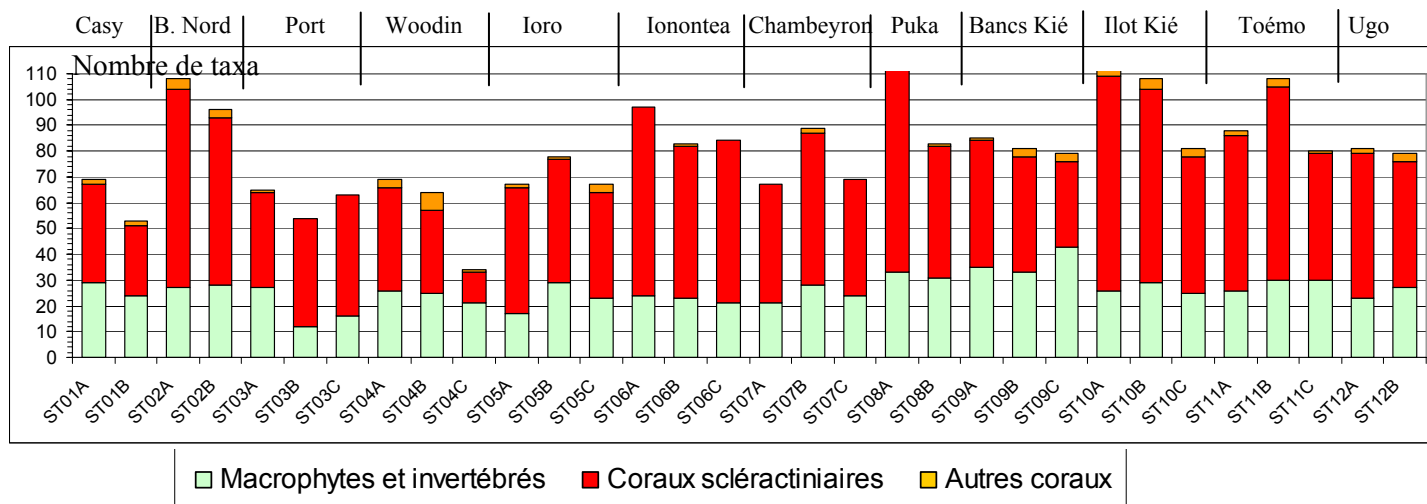


Figure n°061 : Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléractiniaires dont 12 à 86 espèces différentes ont été dénombrées selon les stations. La moyenne du nombre d'espèce corallienne pour l'ensemble de la zone est de 52 taxa (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah).

Les stations du canal de la Havannah sont globalement plus riches (moyenne de 57 taxa). La station où la richesse spécifique est la plus importante est la ST08 A (Puka) et ST10 A (l'îlot Kié) située dans la réserve Yves Merlet (avec respectivement 86 et 83 espèces coralliennes inventoriées). Bien que cette richesse soit importante, les espèces présentes 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 de la baie de Prony est relativement plus faible pour les stations étudiées que les stations du canal de la Havannah, ceci est à minorer car la ST02 (Creek baie Nord) recense un nombre très important d'espèces (77 et 65 espèces). Par ailleurs, la baie de Prony renferme une multitude de biotopes qui n'ont pas été explorés lors de cette étude.

D'autre part, la richesse spécifique des macrophytes est comprise entre 12 à 43 taxa pour l'ensemble de la zone (avec une moyenne de 26 taxa par transect). Généralement les espèces typiques dominent pour un biotope particulier. Par exemple l'espèce *Asparagosis armata* (algue rouge) est particulièrement bien représentée dans le canal de la Havannah (hydrodynamisme important) et l'espèce *Lobophora variegata* (algue brune) est répartie d'avantage sur les récifs abrités (eaux calmes) de la baie de Prony.

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 en [annexe 06](#) (résultats par transect pour toutes les stations).

Les paramètres biologiques globaux concernant les stations sont présentés dans le [tableau 96](#) et les [figures 62 à 64](#) (rappel : liste restreinte).

Tableau n°096 : *Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune*

| STATION<br>PARAMETRES<br>BIOLOGIQUES | ST01<br>Casy | ST02<br>B. nord | ST03<br>Port | ST04<br>Wood. | ST05<br>Ioro | ST06<br>Ionon. | ST07<br>Chamb. | ST08<br>Puka | ST09<br>B. Kié | ST10<br>I. Kié | ST11<br>Toémo | ST12<br>Ugo |
|--------------------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| Nombre individus                     | 53           | 62              | 122          | 386           | 554          | 224            | 150            | 109          | 249            | 359            | 172           | 201         |
| Richesse spécifique                  | 12           | 9               | 9            | 36            | 45           | 31             | 30             | 31           | 39             | 51             | 31            | 23          |
| Densité (nb ind/m²)                  | 1,85         | 1,2             | 2,66         | 2,78          | 2,83         | 0,97           | 0,91           | 2,83         | 3,01           | 3,56           | 2,06          | 2,01        |
| Biomasse (g/m²)                      | 9,01         | 6,47            | 2,97         | 428,3         | 299,9        | 223,3          | 57,37          | 49,5         | 58,2           | 272,7          | 70,01         | 59,5        |
| Indice Shannon                       | 3,24         | 1,72            | 2,19         | 3,43          | 2,62         | 3,31           | 1,06           | 4,31         | 4,52           | 4,95           | 4,47          | 3,42        |
| Indice Equitabilité                  | 0,9          | 0,54            | 0,69         | 0,66          | 0,48         | 0,67           | 0,83           | 0,87         | 0,86           | 0,87           | 0,9           | 0,76        |

La station 01 (Casy) est celle présentant les plus faibles chiffres en abondance, richesse spécifique 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. La station qui présente l'indice d'équitabilité le plus bas est ST05 (Ioro), car certaines espèces comptent beaucoup d'individus.

Les stations les plus riches sont situées dans le canal de la Havannah (ST05, ST09, ST10 et ST11) et particulièrement celle de l'îlot Kié, qui a la plus forte richesse spécifique et densité. Quant à Ioro (ST05) elle totalise le plus grand nombre d'individus.

Mais, pour cette mission, c'est la station 04, dans le canal Woodin, qui a la plus forte biomasse.

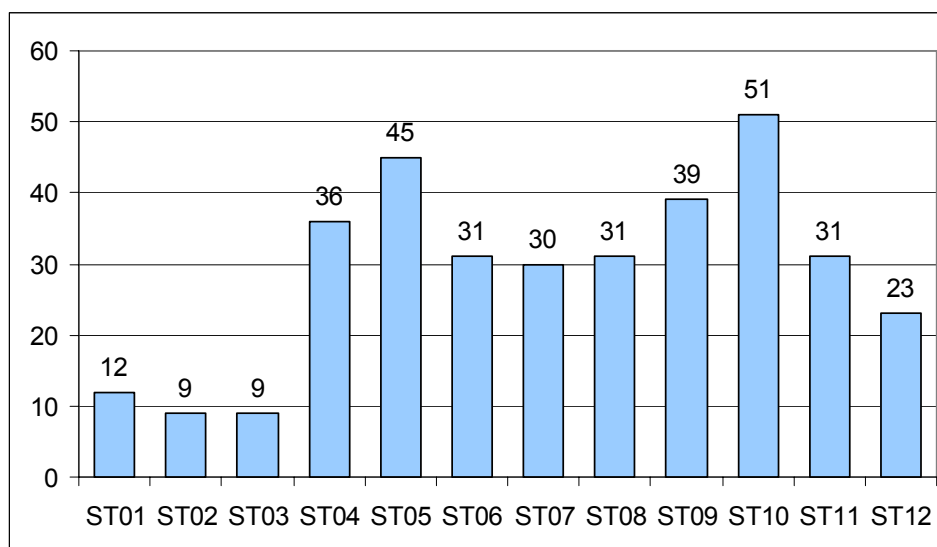


Figure n°062 : *Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station*

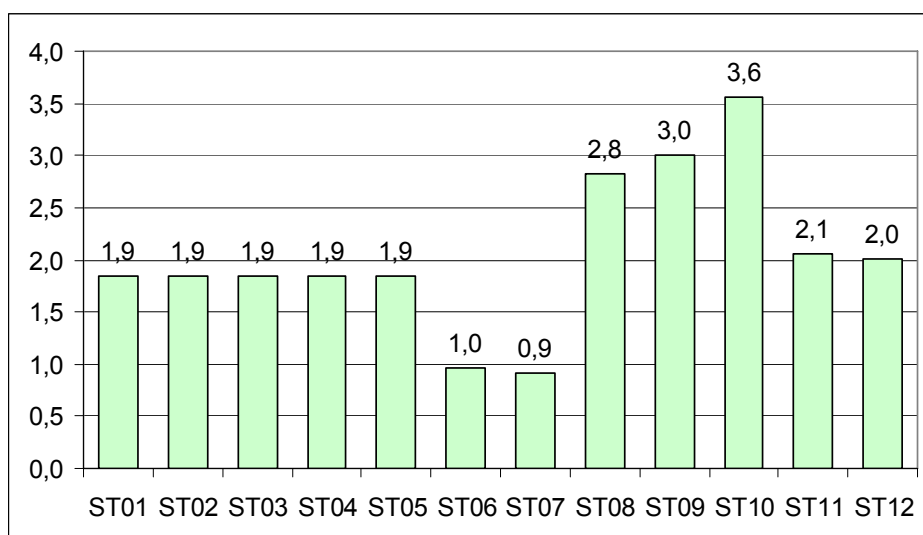


Figure n°063 : Densité (nb ind/m²) de l'ichtyofaune par station

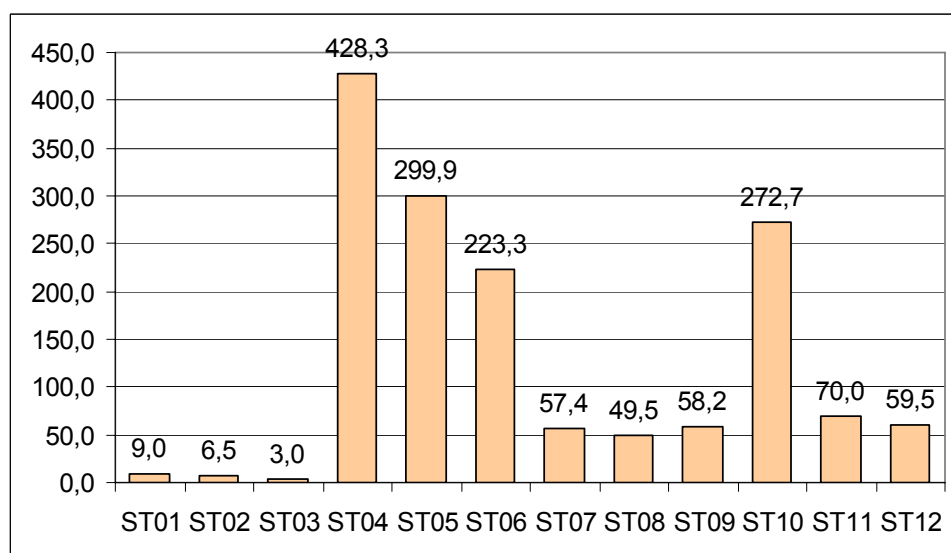


Figure n°064 : Biomasse (g/m²) de l'ichtyofaune par station

|      |            |
|------|------------|
| 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        |



## 6 Comparaison avec les données historiques

En préalable, il faut présenter les points importants des travaux de 2005, 2007 et 2008 et les divergences entre les conditions météorologiques-périodes, techniques-matériels et/ou méthodologie.

Les différences relevées sont listées dans le [tableau 121 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 ailleurs, il faut préciser que ce sont 3 prestataires différents qui ont réalisé les premières campAgnés de 2005 et 2007 (avec des intervenants parfois en commun avec les suivantes) et qu'en 2005, se sont 2 prestataires différents qui ont échantillonné les 9 stations (5 pour l'un et 4 pour l'autre).

### 6.1 Substrat

Les deux campagnes pour étudier le substrat ont été réalisées à un intervalle moyen (8 mois), dans des conditions climatologiques assez similaires et par les mêmes opérateurs en octobre 2008 et juin 2009.

Pour suivre une évolution globale, nous avons comparé les résultats (en pourcentage de recouvrement) du biotique (en deux groupes : les coraux scléactiniaires et les autres organismes vivants, rangés sous le terme de « macrophytes et invertébrés ») et des fonds abiotiques ([tableau 97](#)).

Selon plusieurs études [[03](#), [04](#)], le LIT est une méthode présentant des variations moyennes de l'ordre de 20%, y compris pour un même opérateur.

Par ailleurs, pour les études à des fins de gestion (et non de recherche), les résultats d'enquête ne nécessitent qu'une précision de 20% et les efforts pour parvenir à une plus grande précision sont considérés par certains comme « une perte de temps et d'argent » [[05](#)].

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

Dans 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 scléactiniaires (fourchette entre -9 et +9%).

Au niveau individuel, 4 stations subissent des variations importantes :

- ↘ La ST06 (Ionatea) qui voit sa part d'abiotique augmenté sur le transect C : c'est dû à une diminution du « corail avec algues » pour plus de sable. Sable, qui par ailleurs est moins présent au transect B : il y a peut-être eu des mouvements de ce sédiment par les courants.
- ↘ Même situation pour la ST08 (Bancs Kié), qui dénombre plus de débris sur le transect A (en défaveur du « corail mort avec algues »).
- ↘ A l'inverse, la station ST10 (Ilot Kié) voit sa part biotique augmentée par diminution des débris et augmentation des « coraux morts avec algues ».
- ↘ La ST03 (Port) subit elle une augmentation très importante des « macrophytes et invertébrés » (sur les transects supérieurs A & B), plus précisément due à une forte proportion de cyanobactéries. C'est un signe d'évolution négatif, qu'il faut suivre avec attention.

### 6.2 Benthos

Le benthos a été étudié par le même opérateur et selon la même méthode en octobre 2008 et juin 2009, avec un intervalle d'environ 8 mois.

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 scléactiniaires » et « autres coraux ») (cf. [tableau 98](#)).

Les résultats entre juin 2009 et octobre 2008, sont majoritairement à la hausse. La campagne de 2009 a





permis d'échantillonner beaucoup plus d'espèces, par rapport à 2008, et ce surtout dans le groupe des coraux scléractiniaires (dans toutes les stations), mais aussi dans celui des « macrophytes et invertébrés » pour une majorité de station.

### 6.2.1 Variation des algues et des invertébrés

Les organismes recensés dans les stations de suivi environnemental peuvent varier du point de vue des espèces et de leur abondance selon les périodes d'inventaire (saisonnalité), le recrutement, la mortalité ou leur mobilité.

Entre les périodes d'octobre 2008 (période estivale) et juin 2009 (période hivernale), les macrophytes montrent de nombreuses variations.

Les stations situées dans le canal de la Havannah varient particulièrement sur l'abondance des algues rouges et brunes. En période estivale, les algues rouges du genre *Asparagopsis armata* et *Triclogloea requienii* sont foisonnantes sur l'ensemble des tombant récifaux alors que durant la période hivernale *Asparagopsis* a un recouvrement très réduit et *Triclogloea* est totalement absente. Il en est de même pour les algues brunes (*Dictyota*, *Padina* et *Lobophora variegata*) et dans une moindre mesure pour les algues vertes (*Caulerpa*, *Halimeda* et *Neomeris*). Les algues vertes n'ont pas beaucoup de variations concernant leur abondance car leurs moyens de fixation au substrat sont adaptés et leur croissance est lente.

Ces variations sont généralisées sur l'ensemble des récifs du canal de la Havannah mais les résultats sont encore plus significatifs sur les récifs exposés au ressac, aux courants de marée et à la houle (conjugaison des facteurs hydrodynamiques, sénescence des algues, reproduction, ...). Les récifs de la baie de Prony révèlent bien moins de variations concernant les macrophytes car l'hydrodynamisme est faible ainsi les algues sont bien moins déracinées de leur substrat.

Par ailleurs, l'inventaire des holothuries a aussi évolué entre les périodes d'octobre 2008 et de juin 2009. Les holothuries sont des organismes mobiles, bien que chaque espèce soit adaptée à un écosystème, il est logique que l'on ne retrouve pas le même nombre d'organismes dans les couloirs de comptage d'une mission à une autre. Ce phénomène est aussi corréléable pour les astéries et les échinides. Cependant, la tendance des variations pour la comparaison des missions d'octobre 2008 et de juin 2009 est que l'abondance des holothuries est en baisse (voir absence) pour une bonne partie des stations du canal de la Havannah (particulièrement pour *Holothuria edulis*, *H. nobilis*, *Thelenota ananas* et *Bohadschia argus*). Alors que l'abondance des espèces d'holothuries a tendance à augmenter pour les stations de la baie de Prony (*H. edulis*, *H. fuscopunctata*, *H. flovomaculata*).

Tableau n°097 : Evolution du taux de recouvrement du substrat de 2009 à 2008 (différence en %)

|                            | ST01 |      | ST02 |      | ST03  |      |    | ST04 |      |      | ST05 |    |      | ST06 |      |      | ST07 |     |      | ST08 |    | ST09 |     |      | ST10 |     |    | ST11 |       |    |
|----------------------------|------|------|------|------|-------|------|----|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|-----|------|------|----|------|-----|------|------|-----|----|------|-------|----|
|                            | 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  |
| Macrophytes et invertébrés | -12  | -3,5 | -0,5 | 2    | 47    | 25,5 | 3  | -5,5 | -7,5 | -3,5 | 10   | 3  | -2,5 | -1,5 | 12,5 | -20  | 5,5  | 14  | -4,5 | -31  | -3 | -2   | -16 | -17  | 23,5 | 21  | -3 | 0    | 8     | 3  |
| Coraux sléractinaires      | 0    | 0    | 0    | -1,5 | -3,5  | -6,5 | -1 | 6    | -2   | 1    | -3   | -4 | 1    | 8    | 7    | -5,5 | -1   | -1  | 1    | -2   | 9  | 4    | 3,5 | 1,5  | -2,5 | -9  | 0  | 0    | 5,5   | 2  |
| Abiotique                  | 12   | 3,5  | 0,5  | -0,5 | -43,5 | -19  | -2 | -0,5 | 9,5  | 2,5  | -7   | 1  | 1,5  | -6,5 | -20  | 25,5 | -4,5 | -13 | 3,5  | 33   | -6 | -2   | 13  | 15,5 | -21  | -12 | 3  | 0    | -13,5 | -5 |

Code couleur :  
Le taux de recouvrement a augmenté en 2009 par rapport à 2008  
Le taux de recouvrement est équivalent (à +/-20%) entre 2009 et 2008  
Le taux de recouvrement a diminué en 2009 par rapport à 2008

|      |         |      |        |      |          |            |      |           |          |       |      |
|------|---------|------|--------|------|----------|------------|------|-----------|----------|-------|------|
| 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°098 : Evolution de la richesse spécifique du benthos 2009 vs 2008 (gain/perte en taxa)

|                             | ST01 |   | ST02 |    | ST03 |   |    | ST04 |    |   | ST05 |    |    | ST06 |    |    | ST07 |    |    | ST08 |    | ST09 |    |    | ST10 |    |   | ST11 |    |    |
|-----------------------------|------|---|------|----|------|---|----|------|----|---|------|----|----|------|----|----|------|----|----|------|----|------|----|----|------|----|---|------|----|----|
|                             | 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  |
| Macrophytes et invertébrés  | 3    | 0 | 6    | 7  | 8    | 2 | 0  | 6    | -2 | 5 | -2   | 8  | -2 | 0    | -2 | -2 | -1   | 8  | -1 | -2   | -4 | 4    | -8 | 7  | 6    | 7  | 1 | -5   | 2  | 5  |
| Coraux sléractinaires       | 4    | 1 | 23   | 5  | 3    | 7 | 12 | 15   | 8  | 2 | 11   | 28 | 11 | 8    | 5  | 11 | 1    | 9  | 5  | 15   | 12 | 12   | 6  | 5  | 5    | 8  | 6 | 11   | 9  | 9  |
| Autres coraux               | 0    | 0 | 0    | 0  | 0    | 0 | 0  | 0    | 1  | 0 | 0    | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0    | 0  | 0    | 1  | 1  | 3    | 1  | 1 | 0    | 0  | 0  |
| Richesse taxonomique totale | 7    | 1 | 29   | 12 | 11   | 9 | 12 | 21   | 7  | 7 | 9    | 36 | 9  | 8    | 3  | 9  | 0    | 17 | 4  | 13   | 8  | 16   | -1 | 13 | 14   | 16 | 8 | 6    | 11 | 14 |

Code couleur :  
La richesse taxonomique a augmenté en 2009 par rapport à 2008  
La richesse taxonomique est équivalente (à +/-2 taxa prêt) entre 2009 et 2008  
La richesse taxonomique a diminué en 2009 par rapport à 2008



## 6.2.2 Variation des coraux

Les variations des coraux scléractiniaires, entre des deux missions d'octobre 2008 et de juin 2009, concernent :

- ↳ la richesse spécifique des stations (augmentation des espèces recensées),
- ↳ un faible blanchissement sur l'ensemble des stations.

### 6.2.2.1 Richesse spécifique

**On peut noter une légère augmentation de la richesse spécifique entre les missions d'octobre 2008 et de juin 2009.**

 Restriction :

L'inventaire des coraux en milieu *in situ* (sous l'eau) est un exercice très complexe. Les déterminations reposent sur des critères morphologiques de très petite taille (de 1 cm au dixième de millimètre), ce qui signifie qu'une partie des espèces coralliennes ne peut être inventoriée en plongée (dans leur milieu). Pour déterminer chaque espèce, il faudrait procéder à un échantillonnage de fragment corallien puis à une observation sous microscope ou binoculaire en laboratoire des échantillons préalablement nettoyés (blanchis). Pour une étude environnementale marine, l'inventaire est réalisé essentiellement sous l'eau et alors toutes les colonies peuvent être déterminées directement au niveau du genre, au minimum, mais pas forcément au niveau de l'espèce. Cependant afin d'avoir un inventaire le plus exhaustif possible, les espèces posant un problème à la détermination sont notées « sp. » et le nombre d'espèce est comptabilisé « spp ». Il se peut dans ce cas que quelques espèces ne soient pas observées d'une mission à l'autre. Dans le même cas de figure une colonie observée dans une cavité, peut ne pas être observée à la mission suivante.

De plus, les colonies juvéniles sont encore plus difficiles à déterminer car les clés de détermination ne sont pas toutes réunies pour identifier l'espèce. Il peut arriver qu'une espèce soit confondue avec une autre.

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

La visibilité (variation de la concentration en particules sédimentaire dans l'eau) peut aussi influencer les comptages d'une mission à l'autre en restreignant le champ d'observation.

L'inventaire corallien est une source d'information très importante pour une étude environnementale marine. Les erreurs de détermination et de comptage sont présents mais restent faibles (en considérant que l'observateur est qualifié et le même d'une mission à l'autre).

Pour la grande majorité des coraux, les colonies sont fixes et peuvent donc être comparées d'une mission à une autre. Ce groupe benthique a une diversité biologique très variée, comme on peut le constater dans les zones prospectées de la baie de Prony. Les espèces ne réagissent pas de la même manière à une perturbation (variations d'origines naturelles ou anthropiques), c'est pourquoi il est important de définir les espèces ou genres qui ont été perturbés afin de donner un diagnostic le plus précis possible. Enfin les coraux fournissent un habitat privilégié aux autres espèces marines. Si cette structure est influencée c'est l'ensemble de la biodiversité qui est perturbée.

### 6.2.2.2 Blanchissement

**On peut noter un faible blanchissement sur l'ensemble des stations en de juin 2009, et qui est légèrement plus élevé que pour la mission d'octobre 2008.**

Les pluies conséquentes de la saison estivale (de janvier – mars) et les événements dépressionnaires du mois

de février (dépression Jasper) ont dû avoir une influence positive sur l'apport d'eau douce et de matières en suspension à l'embouchure des rivières de la baie de Prony et sur la dessalure des eaux de surface des platiers récifaux. Ces apports ont pour conséquence une anomalie négative de salinité, une anomalie négative de température et une anomalie positive de turbidité aux embouchures. Ces trois facteurs peuvent être en parti à l'origine de blanchissement corallien.

En effet, un blanchissement de faible proportion a été observé dans l'ensemble des stations de suivi de la baie de Prony, du canal de la Havannah et du canal Woodin. L'origine naturelle de ce blanchissement est fortement probable par rapport aux événements climatiques cités précédemment. Les colonies coralliennes blanchies sont peu nombreuses et dispersées le plus généralement en haut de récif.

Dans le cas des récifs du canal de la Havannah et du canal Woodin, les raisons du blanchissement peuvent être attribuées à l'augmentation de température, à la dessalure des eaux de surface ou encore à l'hydrodynamisme intense. Ces dégradations ont été observées dans de faibles proportions et quelques colonies d'*Acropora* spp., *Montipora* spp. et *Seriatopora hystrix* semblent les plus sensibles.

Les stations ST10 (Ilot Kié) et ST11 (Toémo) sont les plus dégradées et le taux de blanchissement est supérieur à toutes les autres stations mais reste toutefois raisonnable. Sur les deux récifs, une espèce de *Montipora* sp. est totalement blanchie (une trentaine de colonies pour l'ensemble de chaque station), les colonies d'*Acropora* spp. blanchies sont aussi nombreuses et des cyanobactéries recouvrent les coraux en voie de blanchissement.

A noter que ce blanchissement naturel est de plus en plus important à l'approche des embouchures des creeks de la baie de Prony. A l'embouchure des rivières, l'eau douce reste en surface car elle est plus légère que l'eau salée. Cette masse d'eau va circuler au gré des courants, du vent et des lignes de côte. Ensuite la différence de température entre les masses d'eau (eau douce fraîche et eau de mer plus chaude) va leur permettre de se mélanger progressivement (petits filets d'eau).

### 6.3 Ichtyologie

Les pages qui suivent présentent les résultats obtenus en juin 2009 sur le peuplement de poissons et les comparent aux résultats des 3 missions précédentes qui lui sont comparables (avec quelques réserves : cf. [tableau 121 annexe 02](#)) à savoir celles de 2005, 2007 et 2008.

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 120 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 épuisée. La deuxième partie porte sur la liste totale et développe plus particulièrement les aspects de biodiversité.

#### 6.3.1 Comparaisons « liste du cahier des charges DENV »

##### 6.3.1.1 Etude de la distance moyenne d'observation

Rappels : Comme cela est synthétisé dans le [tableau 121 annexe 02](#), des différences dans les conditions d'échantillonnage ont eu lieu entre les 4 missions.

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 et 2009 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.

Pour ces différentes raisons, les données 2005 ne sont pas reprises ici, mais elles sont disponibles toutefois dans le rapport précédent de 2008 [06].

Les archives 2007 ont été revues pour calculer les distances d'observations moyennes et les comparer à celles de 2008 et 2009 (tableau 99).

Tableau n°099 : *Comparaison des distances moyennes de repérage des poissons*

| Stations                                | Années                            | 2007  | 2008  | 2009                     | *           |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|--------------------------|-------------|
|                                         | Distances moyennes d'observation* |       |       |                          |             |
|                                         | <b>B Chbey</b>                    | 1,68  | 2,39  | 2,83                     |             |
|                                         | <b>Bc Kié</b>                     | 0,95  | 2,07  | 2,26                     |             |
|                                         | <b>Casy I</b>                     | 2,51  | 2,14  | 1,07                     |             |
|                                         | <b>Creek</b>                      | 1,90  | 2,25  | 1,64                     |             |
|                                         | <b>I Kie</b>                      | 2,17  | 2,16  | 2,17                     |             |
|                                         | <b>Ionontea</b>                   | 1,45  | 2,15  | 6,04                     |             |
|                                         | <b>Ioro</b>                       | 2,37  | 2,31  | 3,45                     |             |
|                                         | <b>Port I</b>                     | 1,18  | 2,30  | 0,91                     |             |
|                                         | <b>Puka</b>                       | 2,80  | 3,99  | 1,51                     |             |
|                                         | <b>Toemo</b>                      | 1,56  | 2,56  | 1,58                     |             |
|                                         | <b>Woodin</b>                     | 1,39  | 2,09  | 2,39                     |             |
|                                         | <b>Port II</b>                    |       | 2,30  | 2,06                     |             |
|                                         | <b>Casy II</b>                    |       | 2,30  | 1,63                     |             |
|                                         | <b>Ugo</b>                        |       |       | 2,67                     |             |
| Moy pondérées **                        |                                   | 1,79  | 2,41  | 2,46                     |             |
| n                                       |                                   | 11    | 13    | 14                       | 38,00       |
| $\sum X$                                |                                   | 19,96 | 31,01 | 32,21                    | 83,18       |
| $\sum X^2$                              |                                   | 39,66 | 76,98 | 95,39                    | 212,03      |
| $X^2/n$                                 |                                   | 36,22 | 73,97 | 74,11                    |             |
| SCEr                                    |                                   | 3,44  | 3,00  | 21,28                    | 27,73       |
| Var estimée                             |                                   | 0,34  | 0,25  | 1,64                     |             |
| Moy estimée                             |                                   | 1,81  | 2,39  | 2,30                     |             |
| terme cor. $(\sum \sum X)^2 / \sum n_i$ |                                   |       |       |                          | 182,08      |
| SCEt                                    |                                   |       |       |                          | 29,95       |
| SCEa                                    |                                   |       |       |                          | 2,22        |
| CMa                                     |                                   |       |       |                          | 1,11        |
| CMr                                     |                                   |       |       |                          | 0,79        |
|                                         |                                   |       |       | <b>F<sub>obs</sub> =</b> | <b>1,40</b> |
|                                         |                                   |       |       | <b>F<sub>95%</sub> =</b> | <b>3,27</b> |

\* Largeur moyenne des transects (TLV)

\*\*Chacune des valeurs (par station) est pondérée par le nombre d'items ( $n_i$ ) qui a servi à son calcul.

Le tableau est donc homogène, mais les comparaisons des résultats annuels deux à deux par des tests t, montrent que la distance moyenne 2007 est significativement plus courte que celles des années 2008 et 2009, qui ne sont entre elles, pas significativement différentes.

### 6.3.1.2 La densité

Nous ne reviendrons pas sur les remarques de méthodes faites dans les rapports précédents (2007, 2008) [06] qui indiquent les limites de la signification des comparaisons statistiques. En substance, étant donné le protocole, la « zone » comprenant toutes les stations est le seul niveau d'échelle spatiale sur lequel nous disposons de séries statistiques.

Tableau n°0100 : *Analyse de la Variance des densités moyennes (ind./m<sup>2</sup>) par station sur les 3 années*

| Données  | 2007  | 2008 | 2009 | Paramètres de l'analyse | 2007   | 2008  | 2009         | Sommes |
|----------|-------|------|------|-------------------------|--------|-------|--------------|--------|
| B Chbey  | 7,15  | 2,73 | 0,91 | n                       | 11     | 13    | 14           | 38     |
| Bc Kié   | 7,89  | 2,81 | 3,01 | X                       | 54,71  | 19,83 | 31,72        | 106,26 |
| Casy I   | 2,63  | 0,50 | 1,85 | $\Sigma X^2$            | 388,70 | 39,31 | 80,40        | 508,42 |
| Creek    | 1,82  | 0,71 | 1,20 | $X^2/n$                 | 272,10 | 30,25 | 71,86        |        |
| I Kie    | 12,95 | 2,67 | 3,56 | SCEr                    | 116,60 | 9,06  | 8,54         | 134,21 |
| Ionontea | 3,66  | 1,71 | 0,96 | Var est                 | 11,66  | 0,76  | 0,66         |        |
| Ioro     | 1,30  | 1,49 | 2,83 | Moy                     | 4,97   | 1,53  | 2,27         |        |
| Port I   | 4,25  | 0,57 | 2,66 | Correctif               |        |       |              | 297,13 |
| Puka     | 2,72  | 1,61 | 2,83 | SCE <sub>t</sub>        |        |       |              | 211,30 |
| Toemo    | 3,88  | 1,00 | 2,06 | SCE <sub>a</sub>        |        |       |              | 77,09  |
| Woodin   | 6,46  | 2,36 | 2,78 | CM <sub>a</sub>         |        |       |              | 38,54  |
| Port II  |       | 0,90 | 2,25 | CM <sub>r</sub>         |        |       |              | 3,83   |
| Casy II  |       | 0,76 | 2,81 |                         |        |       | $F_{obs} =$  | 10,05  |
| Hugo     |       |      | 2,01 |                         |        |       | $F_{95\%} =$ | 3,27   |

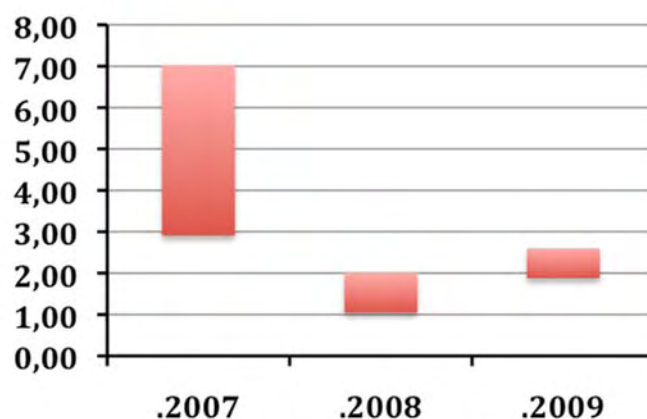
L'analyse globale du [tableau 100](#) montre qu'il est hétérogène ( $F_{obs} >> F_{tab 95\%}$ ).

La comparaison deux à deux des densités moyennes par année ([tableau 101](#)) montre des différences significatives même entre 2008 et 2009.

Tableau n°0101 : *Comparaisons deux à deux des densités moyennes par année*

| Comparaisons | t <sub>obs</sub> | ddl corrigés* | t <sub>0,05</sub> | t <sub>0,005</sub> |
|--------------|------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| 2007-2008    | 3,253            | 11            | 1,796             | 3,106              |
| 2007-2009    | 2,596            | 12            | 1,782             | 3,055              |
| 2008-2009    | 2,200            | 24            | 1,711             | 2,797              |

\* les effectifs étant faibles et les variances différentes nous avons utilisé une correction des degrés de libertés [07&08]

Figure n°065 : *Densité moyenne (ind./m<sup>2</sup>) sur les stations.*

La hauteur du rectangle rouge correspond à l'intervalle de confiance

### 6.3.1.3 La biomasse

Mêmes remarques préliminaires que pour les densités.

L'analyse de la variance globale des trois années ([tableau 102](#)) montre que le tableau est homogène. Toutefois les intervalles de confiance des moyennes à 95% ne se chevauchent pas.

Tableau n°0102 : Analyse de la Variance des biomasses/m2 moyennes par station sur les 3 années

| Données  | 2007   | 2008   | 2009   | Paramètres de l'analyse | 2007       | 2008      | 2009         | Sommes      |
|----------|--------|--------|--------|-------------------------|------------|-----------|--------------|-------------|
| B Chbey  | 538,30 | 146,76 | 57,37  | n                       | 11         | 13        | 14           | 38          |
| Bc Kié   | 821,87 | 223,54 | 58,24  | X                       | 3089,02    | 1711,95   | 1591,29      | 6392,26     |
| Casy I   | 14,86  | 3,27   | 9,01   | $\sum X^2$              | 1504655,17 | 481140,05 | 417563,85    | 2403359,07  |
| Creek    | 111,52 | 24,05  | 6,47   | $X^2/n$                 | 867458,60  | 225443,46 | 180872,46    |             |
| I Kie    | 465,72 | 427,47 | 272,73 | SCEr                    | 637196,58  | 255696,59 | 236691,39    | 1129584,55  |
| Ionontea | 348,36 | 375,43 | 223,27 | Var est                 | 63719,66   | 21308,05  | 18207,03     |             |
| Ioro     | 164,46 | 53,10  | 299,92 | Moy                     | 280,82     | 131,69    | 113,66       |             |
| Port I   | 40,44  | 7,96   | 2,97   | Fac                     |            |           |              | 1075289,51  |
| Puka     | 34,24  | 84,10  | 49,51  | Correctif               |            |           |              | 1328069,57  |
| Toemo    | 212,08 | 53,95  | 70,01  | SCE <sub>t</sub>        |            |           |              | 198485,01   |
| Woodin   | 337,17 | 267,36 | 428,27 | SCE <sub>a</sub>        |            |           |              | 99242,51    |
| Port II  |        | 24,43  | 46,89  | CM <sub>a</sub>         |            |           |              | 32273,84    |
| Casy II  |        | 20,55  | 7,12   | CM <sub>r</sub>         |            |           |              |             |
| Hugo     |        |        | 59,51  |                         |            |           |              |             |
|          |        |        |        |                         |            |           | $F_{obs} =$  | <b>3,08</b> |
|          |        |        |        |                         |            |           | $F_{95\%} =$ | <b>3,27</b> |

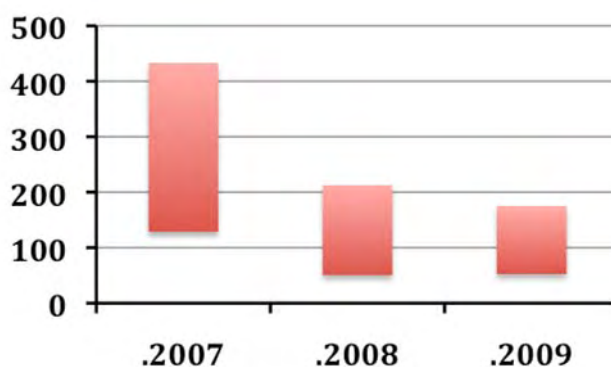
On ne peut donc dans ce cas dire que les biomasses sur les stations sont plus faibles en 2008 qu'elles ne l'étaient en 2007 et plus fortes qu'en 2009.

Il faut alors consider les années deux à deux (tableau 103).

Tableau n°0103 : Comparaison deux à deux des biomasses moyennes par année

| Comparaisons | t <sub>obs</sub> | ddl corrigés* | t <sub>0,05</sub> | t <sub>0,035</sub> |
|--------------|------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| 2007-2008    | 1,730            | 15            | 1,753             |                    |
| 2007-2009    | 1,983            | 14            | 1,761             | 1,991              |
| 2008-2009    | 0,329            | 24            | 1,711             |                    |

\* Bien que les variances soient similaires, les effectifs étant faibles nous avons malgré tout utilisé une correction des degrés de libertés [07&08]

Figure n°066 : Moyenne de la Biomasse (g/m2) sur l'ensemble des stations.

La hauteur du rectangle rouge correspond à l'intervalle de confiance de la moyenne

L'égalité des résultats 2008 et 2009 est hautement significative ( $t_{0,43}$ ). Avec un ddl corrigé, les biomasses de 2007 et 2008 apparaissent similaires à  $t_{0,05}$ . En revanche il faut considérablement étendre la part de la distribution considérée pour pouvoir assimiler les résultats 2007 et 2009.

Nous pensons donc que les différences entre les résultats 2007 vs 2008 d'une part et 2007 vs 2008 d'autre part sont dues en grande partie à des différences de la clarté de l'eau.

### 6.3.1.4 La biodiversité

#### Définitions :

La biodiversité est une donnée semi-quantitative.

On définit 3 niveaux de biodiversité :

- ↳ La biodiversité dite  $\alpha$  ( $B_\alpha$ ) est le nombre d'espèces  $n$  présentes sur une station  $i$  :  $B_{\alpha i} = n_i$
- ↳ La biodiversité  $\beta$  ( $B_\beta$ ) est la diversité des valeurs de diversités  $\alpha$  ; soit en d'autres termes la diversité des stations qui caractérisent la zone étudiée
- ↳ La biodiversité  $\gamma$  ( $B_\gamma$ ) est la biodiversité totale de la zone, en d'autres termes, la réunion des biodiversités  $\alpha$  obtenues sur l'ensemble  $p$  des stations choisies pour caractériser la zone :  

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

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.

Tableau n°0104 : *Analyse de la Variance des biodiversités par station sur les 3 années*

| Biodiversité    | 2007 | 2008 | 2009 | Paramètres de l'analyse      | 2007     | 2008     | 2009          | Sommes      |
|-----------------|------|------|------|------------------------------|----------|----------|---------------|-------------|
| <b>B Chbey</b>  | 38   | 49   | 30   | <b>n</b>                     | 11       | 13       | 14            | 38          |
| <b>Bc Kié</b>   | 40   | 32   | 39   | <b>X</b>                     | 375,00   | 380,00   | 377,00        | 1132,00     |
| <b>Casy I</b>   | 19   | 10   | 12   | <b><math>\sum X^2</math></b> | 14179,00 | 13316,00 | 12609,00      | 40104,00    |
| <b>Creek</b>    | 23   | 12   | 9    | <b><math>X^2/n</math></b>    | 12784,09 | 11107,69 | 10152,07      |             |
| <b>I Kie</b>    | 55   | 40   | 51   | <b>SCEr</b>                  | 1394,91  | 2208,31  | 2456,93       | 6060,15     |
| <b>Ionontea</b> | 45   | 42   | 31   | <b>Var est</b>               | 139,49   | 184,03   | 188,99        |             |
| <b>Ioro</b>     | 33   | 33   | 45   | <b>Moy</b>                   | 34,09    | 29,23    | 26,93         |             |
| <b>Port I</b>   | 16   | 14   | 9    | <b>Fac Correctif</b>         |          |          |               | 33721,68    |
| <b>Puka</b>     | 27   | 32   | 31   | <b>SCE<sub>t</sub></b>       |          |          |               | 6382,32     |
| <b>Toemo</b>    | 39   | 40   | 31   | <b>SCE<sub>a</sub></b>       |          |          |               | 322,17      |
| <b>Woodin</b>   | 40   | 42   | 36   | <b>CM<sub>a</sub></b>        |          |          |               | 161,09      |
| <b>Port II</b>  |      | 21   | 22   | <b>CM<sub>r</sub></b>        |          |          |               | 173,15      |
| <b>Casy II</b>  |      | 13   | 8    |                              |          |          | <b>Fobs =</b> | <b>0,93</b> |
| <b>Hugo</b>     |      |      | 23   |                              |          |          | <b>F95 =</b>  | <b>3,27</b> |

Les trois séries annuelles sont (hautement) similaires.

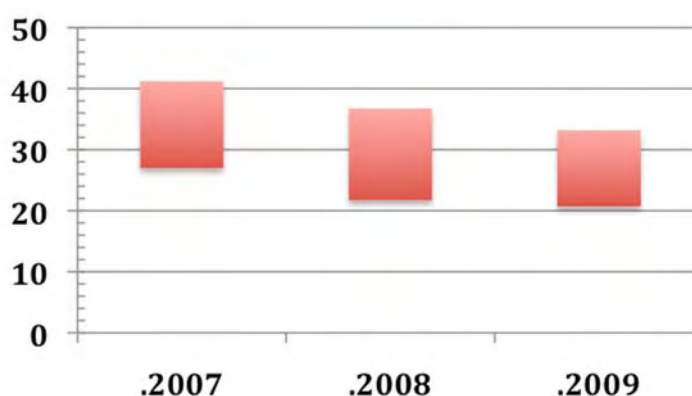


Figure n°067 : *Biodiversité  $\alpha$  moyenne sur les stations*

La hauteur du rectangle rouge correspond à l'intervalle de confiance de la moyenne

Sur les transects des 14 stations, les espèces repérées parmi la liste définie par le cahier des charges donne un total de 3216 individus pour 128 espèces.

Tableau n°0105 : *Liste des familles rencontrées avec leur nombre d'espèces et d'individus*

|       | Familles              | nb d'espèces | nb d'Individus |
|-------|-----------------------|--------------|----------------|
| Cha   | <i>Chaetodontidae</i> | 21           | 107            |
| Lab   | <i>Labridae</i>       | 13           | 189            |
| Pom   | <i>Pomacentridae</i>  | 13           | 1347           |
| Aca   | <i>Acanthuridae</i>   | 12           | 160            |
| Epi   | <i>Epinephelinae</i>  | 12           | 78             |
| Sca   | <i>Scaridae</i>       | 12           | 123            |
| Poc   | <i>Pomacanthidae</i>  | 8            | 94             |
| Mul   | <i>Mullidae</i>       | 6            | 31             |
| Hae   | <i>Haemulidae</i>     | 4            | 8              |
| Sig   | <i>Siganidae</i>      | 4            | 32             |
| Lut   | <i>Lutjanidae</i>     | 3            | 13             |
| Ant   | <i>Anthiinae</i>      | 2            | 100            |
| Ble   | <i>Blennidae</i>      | 2            | 9              |
| Cae   | <i>Casionidae</i>     | 2            | 808            |
| Car   | <i>Carangidae</i>     | 2            | 6              |
| Let   | <i>Lethrinidae</i>    | 2            | 6              |
| Mic   | <i>Microdesmidae</i>  | 2            | 3              |
| Tet   | <i>Tetraodontidae</i> | 2            | 12             |
| Das   | <i>Dasyatidae</i>     | 1            | 1              |
| Gob   | <i>Gobiidae</i>       | 1            | 7              |
| Mon   | <i>Monacanthidae</i>  | 1            | 4              |
| Nem   | <i>Nemipteridae</i>   | 1            | 75             |
| Pen   | <i>Penguipedidae</i>  | 1            | 1              |
| Zan   | <i>Zanclidae</i>      | 1            | 2              |
| Total |                       | 128          | 3216           |

La biodiversité totale (Union des biodiversités sur transect) est donc de 128 espèces pour 3216 individus (contre respectivement 133 espèces et 2848 individus en 2008). Ces espèces se répartissent sur 24 familles (contre 23 en 2008)

L'Indice de Shannon général pour la zone est de 4,778 et l'Indice d'Equitabilité est de 0,683, ce qui traduit une communauté assez complexe, avec un équilibre dans la répartition des individus entre les différentes espèces un peu supérieur à la moyenne.

### 6.3.2 Comparaisons « liste complète »

#### 6.3.2.1 Densité et biomasse

Ces deux paramètres étant trop entachés de biais pour être informatifs, nous donnerons simplement les graphes s'y reportant.



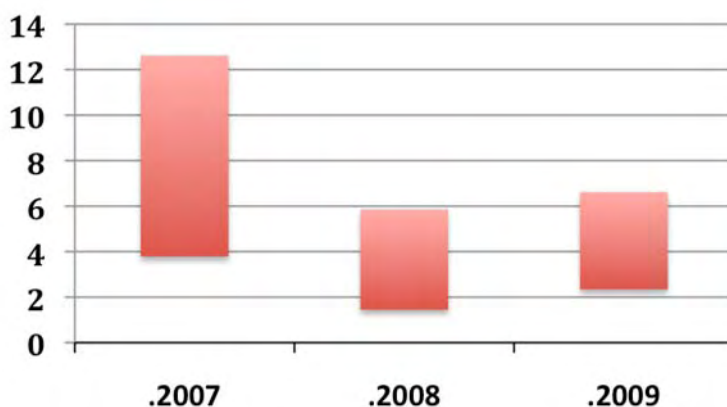


Figure n°068 : *Comparaison visuelle des valeurs de densité « toutes espèces »*

La hauteur du rectangle rouge correspond à l'intervalle de confiance

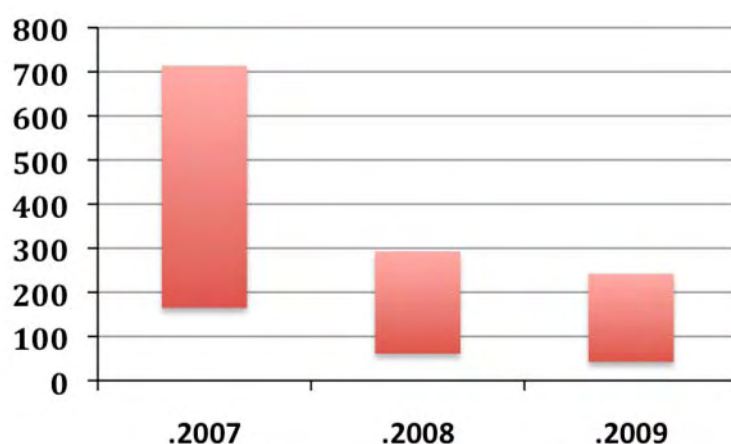


Figure n°069 : *Comparaison visuelle des valeurs de biomasse « toutes espèces »*

La hauteur du rectangle rouge correspond à l'intervalle de confiance

La considération de la liste « toutes les espèces » n'apporte rien de plus que celle limitée à la liste de la DENV.

### 6.3.2.2 Biodiversité $\alpha$

#### Rappels :

Comme vu au [paragraphe 6.3.1.4](#), il existe 3 niveaux de biodiversité :  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .

Par ailleurs, la méthode utilisée pour obtenir la biodiversité  $\alpha$  (par station) est celle-ci : le plongeur se déplace sur la zone en notant toutes les espèces qu'il rencontre. La plongée est terminée lorsque plus aucune nouvelle espèce n'est observée depuis un quart d'heure.

Il est alors réalisé une liste exhaustive des espèces rencontrées : certaines se trouvaient sur les transects, mais d'autres peuvent être en dehors. Les effectifs sont ceux obtenus sur les transects, auxquels on a ajouté 1 pour que les espèces hors transect aient une présence différente de zéro afin de permettre le calcul d'un indice de Shannon particulier sur la station.

L'analyse de cette biodiversité sera présentée comme en 2007 et 2008, et comparée aux valeurs obtenues durant ces deux dernières années.

Tableau n°0106 : *Biodiversité  $\alpha$  pour chaque station, pour 2009*

|                 | Nombre<br>d'individus<br>sur transect | Nombre<br>d'espèces<br>Totales* | Nombre<br>d'espèces<br>sur transect | Indice de<br>Shannon<br>station | Indice de<br>Equitabilité<br>station |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>B. Chbey</b> | 217                                   | 106                             | 43                                  | 5,709                           | 0,847                                |
| <b>Bc Kie</b>   | 334                                   | 65                              | 58                                  | 3,640                           | 0,604                                |
| <b>Casy I</b>   | 100                                   | 55                              | 28                                  | 5,247                           | 0,908                                |
| <b>Creek</b>    | 100                                   | 34                              | 13                                  | 3,598                           | 0,707                                |
| <b>Ilot Kie</b> | 902                                   | 116                             | 92                                  | 4,126                           | 0,598                                |
| <b>Ionontea</b> | 255                                   | 81                              | 33                                  | 4,622                           | 0,729                                |
| <b>Ioro</b>     | 709                                   | 70                              | 56                                  | 3,598                           | 0,587                                |
| <b>Port I</b>   | 146                                   | 38                              | 16                                  | 3,737                           | 0,712                                |
| <b>Puka</b>     | 145                                   | 66                              | 48                                  | 5,543                           | 0,917                                |
| <b>Toemo</b>    | 910                                   | 71                              | 50                                  | 3,443                           | 0,560                                |
| <b>Woodin</b>   | 495                                   | 81                              | 55                                  | 4,694                           | 0,740                                |
| <b>Casy II</b>  | 337                                   | 24                              | 10                                  | 1,285                           | 0,280                                |
| <b>Port II</b>  | 189                                   | 50                              | 26                                  | 4,245                           | 0,752                                |
| <b>Ugo</b>      | 292                                   | 70                              | 40                                  | 4,948                           | 0,807                                |

\* Biodiversité  $\alpha$  (Ba)

Nous rappelons que l'indice de Shannon est calculé en majorant de 1 les effectifs de chaque item, présent dans la zone, mais non présent sur le transect.

Tableau n°0107 : *Biodiversité  $\alpha$  par station, depuis 2005*

|          | 2005 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| B. Chbey | 107  | 56   | 81   | 106  |
| Bc Kie   | 104  | 55   | 62   | 65   |
| Casy I   | 46   | 35   | 48   | 55   |
| Creek    | 5    | 33   | 30   | 34   |
| Ilot Kie | 84   | 84   | 71   | 116  |
| Ionontea | 104  | 60   | 67   | 81   |
| Ioro     | 41   | 50   | 52   | 70   |
| Port I   | 14   | 25   | 39   | 38   |
| Puka     | 79   | 44   | 68   | 66   |
| Toemo    | 71   | 53   | 76   | 71   |
| Woodin   | 53   | 54   | 89   | 81   |
| Casy II  |      |      | 42   | 24   |
| Port II  |      |      | 36   | 50   |
| Ugo      |      |      |      | 70   |

On peut alors réaliser la comparaison des biodiversités  $\alpha$  obtenues depuis 2005 ([tableau 108](#)).

Tableau n°0108 : *Analyse paramétrique des biodiversités  $\alpha$  (comparaison par ANOVA)*

| Années            | 2005     | 2007     | 2008     | 2009         |             |
|-------------------|----------|----------|----------|--------------|-------------|
| Moyenne ( $x_i$ ) | 64,36    | 49,91    | 58,54    | 66,21        |             |
| $n_i$             | 11       | 11       | 13       | 14           | 49          |
| $X_i$             | 708      | 549      | 761      | 927          | 2945        |
| Som des $x_i^2$   | 58246    | 29917    | 48745    | 69937        | 206845      |
| $X_i^2/n_i$       | 45569,45 | 27400,09 | 44547,77 | 61380,64     | 178897,98   |
| SCE <sub>i</sub>  | 12676,55 | 2516,91  | 4197,23  | 8556,36      | 27947,04    |
| Var               | 1267,65  | 251,69   | 349,77   | 658,18       |             |
| Correct.          |          |          |          |              | 177000,51   |
| SCE <sub>t</sub>  |          |          |          |              | 29844,49    |
| SCE <sub>a</sub>  |          |          |          |              | 1897,45     |
| CM <sub>a</sub>   |          |          |          |              | 632,48      |
| CM <sub>r</sub>   |          |          |          |              | 621,05      |
|                   |          |          |          | $F_{obs} =$  | <b>1,02</b> |
|                   |          |          |          | $F_{95\%} =$ | <b>2,82</b> |

L'analyse de la variance indique que ce tableau est homogène, soit en d'autres termes, que les 4 séries de mesures sont de façon très significative issues d'un même ensemble. Toutefois, ce type d'analyse ne respecte pas l'ordre ou l'identité des stations. Par exemple on voit qu'en 2009 et 2007 c'est l'Ilot Kié qui présente la plus forte biodiversité, alors que c'est Woodin en 2008 et Basse Chambeyron en 2005.

Pour répondre à ce problème on peut (maladroitement) faire un test de Kruskal et Wallis, et plus pertinemment un  $\chi^2$  de tableau (tableau 109).

Tableau n°0109 : *Analyse non paramétrique des données de biodiversités  $\alpha$ .*

| $\chi^2$            | Période   | d.d.l. | $\chi^2_{obs}$ | $\chi^2_{95\%}$ | signification        |
|---------------------|-----------|--------|----------------|-----------------|----------------------|
| Kruskal et Wallis   | 2005-2009 | 3      | 10,14          | 7,81            | ns                   |
|                     | 2007-2009 | 2      | 9,35           | 5,99            | ns                   |
|                     | 2008-2009 | 1      | 12,85          | 3,84            | ns                   |
| $\chi^2$ de tableau | 2005-2009 | 30     | 103,46         | 43,8            | ns                   |
|                     | 2007-2009 | 20     | 22,74          | 31,4            | s à P <sub>0,7</sub> |
|                     | 2008-2009 | 10     | 12,77          | 18,3            | s à P <sub>0,7</sub> |

Par nature, le test de rangs généralisé de Kruskal et Wallis est sensible au niveau des valeurs et rend mal compte de la structure du tableau de données prises membre à membre. Aussi cette analyse rejette ici, toutes les comparaisons.

En revanche, le  $\chi^2$  de tableau ne tient pas compte de l'importance des valeurs absolues, mais des valeurs relatives. En d'autres termes, il compare des structures de distribution (membre à membre) sans tenir compte de la valeur absolue de chaque item. En d'autres termes, il rend compte du fait que chaque station occupe à peu près le même rang dans les différentes distributions comparées. Ainsi, les années 2007 à 2009 se ressemblent, seuls les résultats de l'année 2005 dénotent.

### 6.3.2.3 Biodiversité $\gamma$

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 biodiversité $B\gamma_1$

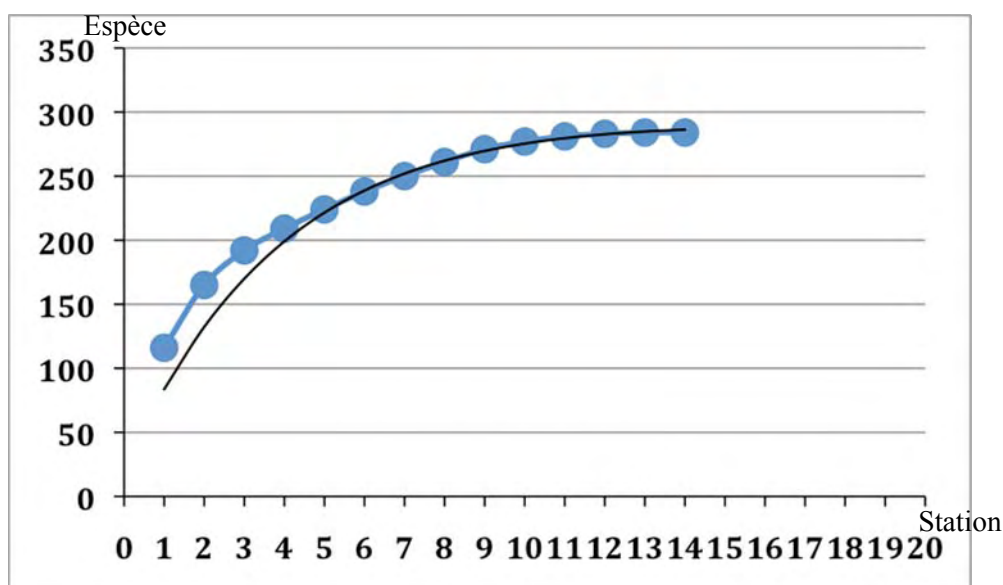
La  $B\gamma$  de premier type ou Total espèces ( $B\gamma_1$ ) est de : 284.

Tableau n°0110 : Liste des familles (39) et nombre d'espèces par famille

| Fam | Nb esp/Fam | Fam   | Nb esp/Fam |
|-----|------------|-------|------------|
| Lab | 47         | Let   | 3          |
| Pom | 45         | Car   | 3          |
| Cha | 25         | Mon   | 3          |
| Aca | 19         | Cae   | 2          |
| Epi | 17         | Nem   | 2          |
| Sca | 16         | Tet   | 2          |
| Apo | 10         | Carc  | 2          |
| Poc | 10         | Gra   | 1          |
| Lut | 10         | Aul   | 1          |
| Sig | 7          | Zan   | 1          |
| Mul | 7          | Das   | 1          |
| Ble | 7          | Dio   | 1          |
| Gob | 7          | Mur   | 1          |
| Cir | 6          | Scm   | 1          |
| Hae | 5          | Syn   | 1          |
| Bal | 4          | Kyp   | 1          |
| Hol | 4          | Scr   | 1          |
| Ant | 3          | Ser   | 1          |
| Pen | 3          | Sph   | 1          |
| Mic | 3          | Total | 284        |

La biodiversité  $B\gamma_2$ 

La  $B\gamma$  de deuxième type ( $B\gamma_2$ ) s'obtient en considérant le nombre de nouvelles espèces qui viennent augmenter la liste des espèces totales à chaque nouvelle station. La valeur asymptotique ( $B\gamma_\infty$ ) de l'ajustement est une espérance de valeur maximale de cette biodiversité au moment de la mission.

Figure n°070 : Evolution du nombre d'espèces avec le nombre de stations

### La biodiversité $B\gamma_3$

La  $B\gamma$  de troisième type ( $B\gamma_3$ ) est l'indice de Shannon global  $H_t = -\sum H_i = -\sum p_i \cdot \log(p_i ; 2)$

$$H_t = 5,983$$

et l'indice d'Équitabilité :

$$E = 0,734$$

Cet indice permettra de calculer l'Indice bêta de Whittaker [09]28.

#### 6.3.2.4 Biodiversité $\beta$

Rappelons que cette biodiversité est en quelque sorte un indice de similitude entre deux ou plusieurs stations. Une mesure « inter-stations ». Elle mesure l'importance d'une différence entre deux peuplements, ou d'un changement du même peuplement à deux ou plusieurs époques. Appliqué globalement à la totalité des stations elle rend compte du contraste entre ces stations : si un facteur majeur de pollution par exemple venait à envahir la zone, les stations tendraient à se ressembler, y compris des stations aux environnements naturels très différents comme peuvent l'être des stations du canal de la Havannah et des stations de la baie de Prony.

La biodiversité  $\beta$  de Whittaker :  $B_\beta = H_t - (\sum H_i)/p$  Elle est ici = 1,81

En divisant par  $H_t$  :  $B_\beta = 1 - (\sum H_i / p \cdot H_t)$  on obtient une formulation plus facile à conceptualiser puisque cette biodiversité est comprise entre 0 et 1 (elle tend vers 0 si le contraste diminue)

Elle est ici = **0,30**

Nous pouvons également comme dans les rapports précédents 2008 et 2007, calculer un indice similaire mais ne tenant pas compte des effectifs par espèce.

$$B_\beta = B\gamma - 1/p \sum B_{\beta i}$$

Cette  $B_\beta$  varie entre 0 et  $B_\beta \text{ max}$ , laquelle vaut :

$$B_\beta \text{ max} = ((p-1)/p) \cdot B\gamma$$

Un indice  $E_\beta$  d'équitabilité est alors obtenu en faisant le rapport :

$$E_\beta = 1 - (B_\beta / B\gamma)$$

Cet indice varie entre 0 (toutes les stations sont identiques) et 1 (toutes les stations sont différentes).

Tableau n°0111 : Comparaisons des indices de biodiversité  $B_\beta$

| Indices de diversité    | 2005        | 2007        | 2008        | 2009        |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $B_\beta$               | 227         | 211         | 225         | 222         |
| $B\gamma$               | 285         | 279         | 290         | 284         |
| $B_{\beta \text{ max}}$ | 259         | 253         | 267         | 267         |
| $E_\beta$               | <b>0,20</b> | <b>0,24</b> | <b>0,22</b> | <b>0,23</b> |

#### 6.3.2.5 L'ubiquité

Deux types de questions peuvent être posés à propos des listes d'espèces :

🌀 Dans l'espace : Quelle est 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... , i,..., p fois dans le cas de p stations ?

🌀 Dans le temps : Quelle est la proportion d'espèces présentes chaque année sur la zone ? Et plus généralement, la proportion d'espèces présentes 1, 2, 3 ou 4 fois puisque nous avons maintenant 4 années de recul (2005, 2007, 2008 et 2009). La somme de toutes ces espèces indiquant le nombre d'espèces jusqu'à ce jour rencontrées sur la zone.

Pour calculer l'Ubiquité, nous utiliserons un index qui puisse être comparé à lui-même d'année en année et

<sup>28</sup> L'indice de Whittaker est largement utilisé notamment dans les études sur la biodiversité des forêts tropicales

cela quel que soit le nombre de stations réalisées (11 en 2005 et 2007, 13 en 2008 et 14 en 2009). Par ailleurs, cet index doit donner une ubiquité nulle à une espèce présente qu'une seule fois et une ubiquité maximale pour une espèce toujours présente. Pour que la comparaison puisse se faire il faut que la valeur maximale soit toujours la même quel que soit le nombre de stations. La fonction qui permet de répondre à toutes ces exigences est le  $\text{Log}_p(X_i)$ . Avec  $X_i$  le nombre de fois où l'espèce  $i$  est présente ( $1 \leq X_i \leq p$ ), et  $p$  le nombre de stations réalisées sur la zone.

En effet, pour tout  $p$   $\text{Log}_p(1) = 0$  et pour tout  $p$   $\text{Log}_p(p) = 1$

L'index sera la moyenne des valeurs ( $B_a$ )  $U_c = (1/B_a) \cdot \sum \text{Log}_p(X_i)$   
 où  $B_a$  est le nombre d'espèces,  $p$  le nombre de stations :  $0 \leq U_c \leq 1$

Tableau n°0112 : Ubiquité spatiale en 2007, en 2008 et en 2009

| années                | 2009         | 2008         | 2007         |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Stations (p)          | 14           | 13           | 11           |
| <b>Uc</b>             | <b>0,235</b> | <b>0,278</b> | <b>0,316</b> |
| Uc <sub>95% max</sub> | 0,272        | 0,314        | 0,353        |
| Uc <sub>95% min</sub> | 0,198        | 0,242        | 0,279        |

Tableau n°0113 : Ubiquité temporelle sur les 4 années 2005, 2007, 2008 et 2009

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Nombre d'espèces totales observées en 4 ans      | 490 |
| dont :                                           |     |
| Nombre d'espèces observées 1 seule fois en 4 ans | 206 |
| Nombre d'espèces observées 2 fois en 4 ans       | 95  |
| Nombre d'espèces observées 3 fois en 4 ans       | 68  |
| Nombre d'espèces observées 4 fois en 4 ans       | 121 |
| <b>Uc = 0,454</b>                                |     |

Tableau n°0114 : Rappel d'Ubiquité temporelle sur les 3 années 2005, 2007 et 2008

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Nombre d'espèces totales observées en 3 ans      | 425 |
| dont :                                           |     |
| Nombre d'espèces observées 1 seule fois en 3 ans | 182 |
| Nombre d'espèces observées 2 fois en 3 ans       | 121 |
| Nombre d'espèces observées 3 fois en 3 ans       | 122 |
| <b>Uc = 0,467</b>                                |     |

## 6.4 Conclusion

Les stations de la zone d'étude sont globalement en bonne santé, avec comme grandes différences par rapport à 2008 :

- ↪ un recouvrement du substrat (méthode LIT) assez stable,
- ↪ une diminution du recouvrement des algues, liée à la période de la campagne,
- ↪ une augmentation de la diversité corallienne et des macrophytes et invertébrés, mais en partie dû à l'amélioration de l'effort d'échantillonnage,
- ↪ un recrutement corallien assez développé (présence de colonies juvéniles),
- ↪ la présence de cyanobactéries, en quantité limitée malgré tout, à plusieurs stations, mais forte et à surveiller en particulier en ST03 (Port),
- ↪ du blanchissement, léger, sur certaines stations, à surveiller,
- ↪ le développement des éponges perforantes (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) à surveiller,
- ↪ pas de présence d'*Acanthaster planci* ou de trace d'attaque récente.

Cette nouvelle étude montre que le peuplement de poissons de la zone est stable. Les estimations de densité et de biomasse/m<sup>2</sup> calculées à partir de la liste d'espèces du cahier des charges sont stables. Il faut toutefois signaler que le protocole ne permet pas une grande précision.

L'étude de la biodiversité sur l'ensemble des espèces montre également une constance du peuplement tant en structure qu'en répartition.

Tableau n°0115 : Moyennes des paramètres biologiques ichtyologiques sur les 3 dernières missions

|      | Densité<br>moyenne | Biomasse/m <sup>2</sup><br>moyenne | Biodiversité<br>moyenne |
|------|--------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 2007 | 4,9                | 280                                | 34                      |
| 2008 | 1,5                | 131                                | 29                      |
| 2009 | 2,2                | 113                                | 27                      |

Bien que ces valeurs semblent différentes, elles sont en réalité non significativement différentes, tant les variances qui leurs sont attachées sont fortes.

La prise en compte de toutes les espèces ne change rien aux conclusions sur la densité et la biomasse/m<sup>2</sup>, (puisque le problème du peu de sensibilité vient du nombre trop faible de stations effectué et de l'absence de répliquat sur chacune d'elle).

En revanche, l'analyse de la biodiversité conforte certes, la première conclusion et montre en plus une grande originalité de chaque station. Le nombre d'espèces constantes d'année en année sur la zone est de 120 pour un total qui avoisine les 500 espèces. Chaque année cependant ce sont entre 270 et 280 espèces qui sont observées et il semble qu'une augmentation du nombre de station n'augmenterait pas considérablement ce nombre d'espèces qui tend vers 290.

Ainsi, année après année, la grande stabilité quantitative du peuplement cache une grande mouvance qualitative du peuplement en poissons.



## 7 Synthèse bibliographique, de la zone étudiée

Lors du rapport de la mission d'octobre 2008 ([06]), 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, deux missions ont été réalisées, et à cette occasion, une synthèse bibliographique (rapport [10]) a été réalisée sur ces sujets :

- ↳ l'acide sulfurique et ses principales caractéristiques,
- ↳ les accidents historiques liés à de l'acide sulfurique, avec des simulations de scénarios d'accident et les résultats de l'étude environnementales du « Bahamas »,
- ↳ le blanchissement corallien : les zooxanthelles, la physiologie corallienne et les paramètres influant sur le blanchissement.

Puis (rapport [11]) :

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

Nous abordons dans ce présent rapport 4 thématiques, ou qui reprennent les sujets précédents pour les préciser et les adapter aux résultats de cette étude, ou qui sont différentes pour permettre de mieux appréhender les variations éventuelles observées :

- ↳ 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 corallien.

### 7.1 Causes de dégradation des récifs de la zone étudiée

Les observations montrent que les récifs situés dans le canal de la Havannah et le canal Woodin ont subi des dégradations par les fortes houles, les forts courants de marées et les cyclones (au regard des nombreux débris coralliens et éboulis répandus sur les pentes récifales). D'autre part, les récifs de la baie de Prony sont plutôt abrités mais l'apport des rivières en particules en suspension se dispersant en panaches sur les récifs entraîne une mortalité corallienne et une spécification des espèces qui doivent s'adapter aux changements environnementaux qu'ils soient naturels ou anthropiques.

Les récifs du canal de la Havannah, du canal Woodin et de la baie de Prony ont subi des dégradations de plusieurs types (tableau 116).

Tableau n°0116 : Types de dégradation observables dans les stations de suivi environnemental (dans un contexte général de bonne santé)

| Localisation  | Station |                 | Dégradations possibles et à suivre                                                                                           |
|---------------|---------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baie de Prony | ST1     | Casy            | Hyper sédimentation<br>Présence de cyanobactéries (en baisse en STA)<br>Colonisation spatiale des macrophytes et alcyonaires |
|               | ST2     | Creek baie Nord | Hyper sédimentation<br>Colonisation spatiale des macrophytes et des alcyonaires<br>Blanchissement en haut du récif           |

|                      |      |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | ST3  | Wharf du Port    | Prolifération de cyanobactéries importante en haut de récif<br>Présence de <i>Culcita novaeguineae</i> en haut de récif<br>Hyper sédimentation<br>Colonisation spatiale des macrophytes                                                                            |
| Canal Woodin         | ST4  | Canal Woodin     | Dégradation hydrodynamique (nombreux débris et coraux retournés)<br>Blanchissement corallien<br>Recouvrement de gazon algal sur quelques colonies<br>Mortalité de quelques colonies coralliennes                                                                   |
| Canal de la Havannah | ST5  | Ioro             | Dégradation hydrodynamique (coraux retournés et nombreux débris)<br>Colonisation spatiale des spongiaires sur les coraux<br>Gazon algal sur coraux branchus (microalgues)<br>Mortalité de mollusques ( <i>Tridacna</i> )<br>Hyper sédimentation (pluie carbonatée) |
|                      | ST6  | Ionontea         | Dégradation hydrodynamique (sommet de récif arasé par les courants de marées)<br>Colonisation spatiale des spongiaires<br>Prolifération de cyanobactéries (sur les 3 niveaux)                                                                                      |
|                      | ST07 | Basse Chambeyron | Dégradation hydrodynamique (couloir d'effondrement et coraux retournés)<br>Colonisation spatiale des spongiaires sur les coraux<br>Présence de cyanobactéries (STA et STC)                                                                                         |
|                      | ST08 | Puka             | Légère dégradation hydrodynamique<br>Colonisation spatiale des spongiaires et des alcyonaires<br>Présence de cyanobactéries                                                                                                                                        |
|                      | ST09 | Banc de Kié      | Dégradation hydrodynamique (haut de récif arasé, colonies robustes, digitées)<br>Présence de cyanobactéries (sur les 3 niveaux)                                                                                                                                    |
|                      | ST10 | Ilot Kié         | Légère dégradation hydrodynamique<br>Blanchissement corallien important<br>Mortalité corallienne en augmentation<br>Prolifération de cyanobactéries (STA et STB)                                                                                                   |
|                      | ST11 | Toémo            | Dégradation hydrodynamique (coraux retournés et quelques débris)<br>Blanchissement corallien en augmentation<br>Nécroses sur nombreuses colonies<br>Prolifération de cyanobactéries (sur les 3 niveaux)                                                            |
|                      | ST12 | Ugo              | Dégradation hydrodynamique (couloir d'avalanche, coraux retournés et nombreux débris)<br>Platier large, arasé et très peu colonisé<br>Mortalité corallienne importante<br>Blanchissement corallien important<br>Présence de cyanobactéries                         |

### 7.1.1 Dégradation hydrodynamique

De nombreux débris coralliens et des patates coralliennes retournées s'éparpillent au sommet des récifs ennoyés, sur les pentes récifales et surtout en bas des tombants. Lors de conditions hydrodynamiques intenses tels que de fortes houles ou des cyclones, les colonies coralliennes situées en haut du récif sont fragmentées ou alors désolidarisées de leur substrat et dévalent la pente récifale. Ces observations ont été réalisées pour la totalité des stations d'étude du canal de la Havannah et surtout pour les stations ST06

(Iononatea), ST07 (Chambeyron) et ST09 (Banc de Kié), qui sont des récifs coralliens ennoyés situés au milieu du canal de la Havannah, et pour ST04 (canal Woodin) et ST12 (Ugo) qui sont situées dans une zone aux courants de marées très importants. Puis dans une moindre mesure dans la baie de Prony qui est une zone beaucoup plus abritée.

Les événements naturels exceptionnels (fortes tempêtes, cyclones) peuvent aussi entraîner des perturbations secondaires : blanchissement, éboulement de pente, prolifération de cyanobactéries, prolifération d'*Acanthaster planci*.

### 7.1.2 Dégradation due à l'hyper sédimentation

La turbidité va influencer sur la pénétration de la lumière dans l'eau selon la quantité de sédiment en suspension. L'action des sédiments sur les coraux et les espèces benthique va dépendre à la fois de la granulométrie des particules mais également de l'hydrodynamisme. Il peut y avoir colmatage des mécanismes ciliaires des polypes si ces particules sont fines et risque d'étouffement en mode calme. A l'inverse, si la granulométrie est plus grossière et l'agitation de l'eau plus importante, il peut y avoir destruction des polypes par abrasion.

La mortalité corallienne due à l'hyper sédimentation est à prendre en considération dans la baie de Prony et dans une bien moindre mesure dans le canal de la Havannah. Certaines colonies à petits polypes (scéléractiniales et alcyonaires) sont recouvertes par une fine couche de sédiments, alors que la sédimentation du canal de la Havannah est d'origine carbonatée à dominance de grains grossiers (ST05). Le phénomène d'hyper sédimentation est principalement observable pour les stations se trouvant à proximité de sorties des rivières (ST02, ST03). Si la sédimentation est trop importante et que les agents hydrodynamiques ne remobilisent pas les sédiments, les colonies à petits polypes et/ou à faible croissance ne peuvent pas se dégager des particules latéritiques. Cependant dans les environnements turbides naturellement, les coraux présentent des adaptations morphologiques facilitant l'élimination des particules (longs polypes, capacité d'absorption de la lumière (fluorescence) et croissance rapide). La sécrétion de mucus est également un moyen pour les coraux de nettoyer leur surface de toutes les particules pouvant s'y être déposées (cf. [Atlas photographique](#) *Porites* sp. ST02, ST03).

### 7.1.3 Prédation au sein des communautés benthiques

L'espèce d'astérie *Acanthaster planci* n'a pas été observée dans les périmètres d'étude des stations biologiques (300 m<sup>2</sup> par station).

Cependant la station de Ioro (ST05A) présente pour le niveau supérieur, les stigmates d'une invasion d'*Acanthaster planci* datant de quelques années (quelques grosses colonies massives de *Porites* sont complètement mises à nues et arasées). Un spécimen de cette espèce d'astérie avait été observé lors de la prospection du platier de Ioro à 200 m de la zone d'étude en octobre 2008, mais l'attaque massive s'était déroulée les quelques mois précédents.

L'*Acanthaster planci* est une espèce invasive d'étoile de mer prédatrice du corail. Elle se nourrit exclusivement de corail contre lequel elle possède un potentiel de destruction colossal. C'est un prédateur féroce des coraux (un corallivore) dont elle se nourrit en escaladant les récifs (un seul individu peut détruire jusqu'à 6 m<sup>2</sup> de coraux par an).

D'autre part, un spécimen de l'espèce *Culcita novaeguineae* (astérie en coussin) a été recensé pour le transect ST03A et plusieurs spécimens ont été observés dans la rade Nord (Ilot Gabriel et nord de l'embouchure du creek baie Nord) ainsi que la rade Nord Est, proche du Port de l'usine.

Les études préliminaires de Hawkins de 2006 [12] sur la distribution et l'alimentation de *C. novaeguineae* sur l'île de Moorea, Polynésie française ont prouvé que l'étoile en coussin était un prédateur de corail et qu'elle privilégiaient les habitats où les colonies coralliennes du genre *Porites* étaient clairsemées et préférait attaquer dans ces zones les espèces d'*Acropora* et des espèces de *Pocillopora*. Cependant ces études n'ont montré aucune préférence entre les espèces d'*Acropora* et les espèces de *Pocillopora*.

L'espèce *C. novaeguineae* s'alimente principalement de nuit et se déplace constamment à la recherche de nourriture. Elle est considérée comme un prédateur du corail et elle peut affecter en abondance certaines espèces de corail, en changeant l'écologie globale des récifs (ex de Moorea) [12].

Photo n°024 : *Culcita novaeguineae*

L'espèce de mollusque prédateur des alcyonaires (*Ovula ovum*) n'a pas été observée au sommet du récif de Basse Chambeyron (ST07A) contrairement aux missions d'août 2007 et octobre 2008. Cette espèce se déplace généralement par couple et se nourrit des alcyonaires. Elle ne doit pas être abondante car les alcyonaires ne présentent que très peu de marques de nécroses.

#### 7.1.4 Colonisation spatiale (alcyonaires, macrophytes, éponges encroûtantes et cyanobactéries)

Quand le recouvrement corallien subit une dégradation (mécanique ou bien hyper sédimentation), les macrophytes, les alcyonaires, les éponges encroûtantes et les cyanobactéries peuvent prendre une place dominante dans l'écosystème.

Ces groupes biotiques se sont adaptés aux conditions environnementales par la sélection d'espèces colonisant les milieux agités et turbides. Les macrophytes, spongiaires et alcyonaires sont en compétition spatiale avec les coraux scléractiniaires pour de nombreuses stations (ST01, ST02, ST03, ST05, ST06, ST07, ST08 et ST10). Ces observations rentrent dans le cycle naturel d'un biotope, cependant l'évolution de ces groupes biotiques est à surveiller.

Les éponges perforantes (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) profitent des phases d'affaiblissement corallien pour se développer et encroûter quelques colonies. Les récifs les plus concernés par ce phénomène sont situés dans le canal de la Havannah (ST05, ST06, ST07 et ST08).

Les macrophytes (surtout les algues brunes *Lobophora variegata* en baie de Prony) se répartissent sur la pente récifale en étouffant les autres organismes benthiques.

La colonisation des alcyonaires reste modérée dans l'ensemble des stations du canal de la Havannah et du canal Woodin. Cependant les alcyonaires ont un recouvrement important dans deux stations de la baie de Prony (ST01 Casy et ST02 Creek baie Nord).

Les cyanobactéries 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). Ces algues filamenteuses ont été observées en faible proportion (présence) pour les stations ST01, ST07, ST09 et ST12. Le développement en faible proportion est un phénomène naturel à surveiller mais qui n'a pas d'incidence sur l'environnement.

Toutefois leur développement peut être très important : les cyanobactéries prolifèrent alors par tapis sur la vase (semenciers) ou sur les coraux morts encore en place. Les stations concernées par ces proliférations sont nombreuses et doivent être surveillées avec attention (ST03A, ST06, ST09C, ST10A, ST10B et ST11) (cf. [Atlas photographique](#)).

## 7.2 Prolifération de Cyanobactéries

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)<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> Elles ont d'ailleurs été comptées dans la composante « algues filamenteuses » pour les résultats LIT.



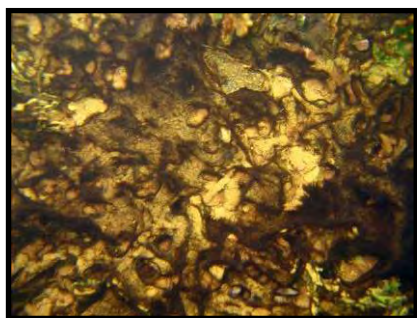


Photo n°025 : Tapis de cyanobactéries

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.

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 éclaircissement faible tend à les faire remonter en surface alors qu'un éclaircissement 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 [13, 14, 15, 16].

Dans le cas des stations de la baie de Prony et du canal de la Havannah, la répartition des cyanobactéries reste très fragmentaire (faible recouvrement) et leurs caractéristiques sont essentiellement de type filamenteuse. Les eaux chaudes (période octobre – novembre) des eaux lagunaires 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.

Ceci étant, 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 Les algues

### 7.3.1 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 et on a une succession rapide de générations. Dans ce cas on a l'apparition de l'algue en saison favorable ou d'une génération microscopique en saison défavorable.
- Elle peut être longue mais on ne connaît pas la durée de vie exacte des algues sauf pour quelques fucales et laminariales.

La classification a été décidée en fonction de la nature des pigments :

- les algues brunes (Chromophytes),
- les algues vertes (Chlorophytes),
- les algues rouges (Rhodophytes).

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 on assiste alors à 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*, *Plocanium*, *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*, ...).

### 7.3.2 Les algues en milieu corallien

Cf. [17, 18].

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.

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 chimiques, 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 l'été, au moment où les températures de l'eau ambiante atteignent leurs plus hauts niveaux annuels. La température de l'eau affecte directement la croissance des algues [19] en contrôlant les taux de photosynthèse et de respiration [20], et indirectement en restreignant la quantité d'oxygène dissous disponible dans l'eau. Bien que les réactions thermiques des algues en culture soient assez bien connues [21], 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).

### **7.3.3 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 [22, 23].

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 macroalgues 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 phenology des espèces de *Sargassum* et de leur dynamique de recrutement ont été intensivement étudiés [24 à 31]. 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 [26, 32].

D'autre part, la dérive et le flottement les frondes de *Sargassum* fournissent l'habitat pour les poissons juvéniles [33, 34] 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 [35, 36]. 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.

## **7.4 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 les piquets de transects entre les missions de 2007 et 2008, nous permettant ainsi de bien mesurer leur accroissement à chaque campagne (photographies 26).

Dans ce cas, ces juvéniles, sont des *Pocillopora damicornis*, de la famille de sPocilloporidae.

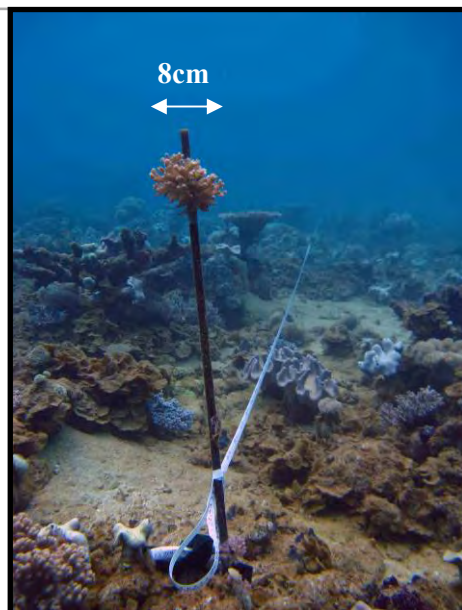
Les Pocilloporidae sont des coraux abondants sur les récifs néo-calédoniens. Ils s'adaptent très bien aux variations de lumière et aux divers mouvements de l'eau (hydrodynamisme).

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.

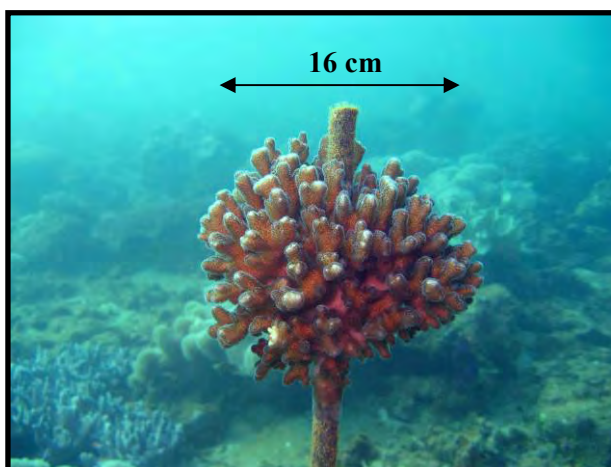
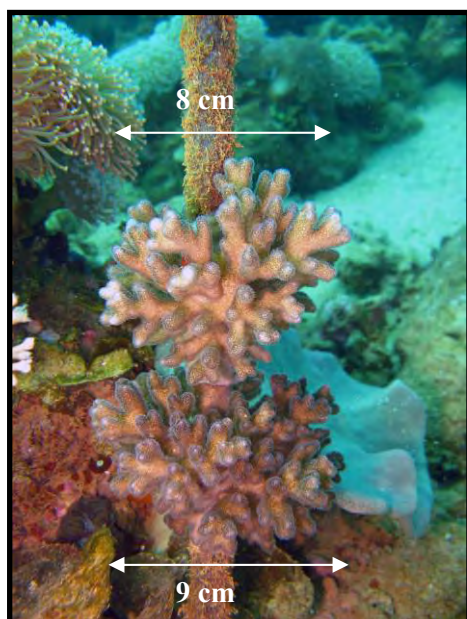
Une étude en laboratoire montre que les jeunes *Pocillopora damicornis* survivent mieux dans des microhabitats, non affectés par la sédimentation directe, non exposés au broutage direct et non occupés par des algues filamenteuses à croissance rapide [37].

Concernant le recrutement des colonies de *Pocillopora damicornis* s'édifiant sur les piquets posés lors de la mission du 31/08/07 sur la station 01 (Casy), la taille des colonies était comprise entre 5 et 8 cm de diamètre en octobre 2008 et comprise entre 9 et 16 cm pour la mission de juin 2009. Cette croissance est relativement

importante (environ 13,7 cm/an de moyenne la deuxième année) pour des colonies coralliennes scléractiniaires mais s'intègre dans la moyenne de croissances des coraux branchus qui ont une croissance plus importante (jusqu'à 15 cm par an selon les espèces). Les planulas<sup>30</sup> de *Pocillopora damicornis* ont réussi à se fixer sur les piquets et de ce fait aucune autre espèce ne les a perturbées dans leur édification. Elles se sont développées dans de bonnes conditions environnementales avec un apport en nutriment important (apport des rivières) et une pénétration de la lumière suffisante pour la photosynthèse de leurs symbiotes (zooxanthelles).



Mission d'octobre 2008



Mission de juin 2009

Photo n°026 : *Pocillopora damicornis* juvénile sur piquet (ST01A)

<sup>30</sup> Planula : larve ciliée résultant de la fécondation d'un gamète femelle par un gamète male chez les éponges et les cnidaires.

Tableau n°0117 : Systematique / Description de Pocillopora damicornis

|                                    |                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Classe</b>                      | Anthozoa Ehrenberg, 1819                                                                                                                                                                                    |
| <b>Sous classe</b>                 | Hexacorallia                                                                                                                                                                                                |
| <b>Ordre</b>                       | Scleractinia Bourne, 1900                                                                                                                                                                                   |
| <b>Genre</b>                       | <i>Pocillopora</i> Lamarck, 1816                                                                                                                                                                            |
| <b>Espèce</b>                      | <i>damicornis</i>                                                                                                                                                                                           |
| <b>1<sup>ère</sup> Description</b> | Linné 1758                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Distribution</b>                | 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. |
| <b>Description</b>                 | Petites colonies de taille moyenne. Coloration : brun, vert ou rose.                                                                                                                                        |
| <b>Caractéristiques</b>            | Corail qui vit du produit de ses zooxanthelles. Intensité lumineuse importante requise.                                                                                                                     |
| <b>Maintenance</b>                 | Espèce à croissance rapide mais attention aux algues filamenteuses.                                                                                                                                         |
| <b>Remarques</b>                   | Se subdivise en 4 écomorphes (Veron & Pichon, 1976).                                                                                                                                                        |

## 8 Conclusion

L'étude des substrats par le LIT a montré que leur composition est très variée d'une station à l'autre (ce qui est normale apr 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.

Il n'y a pas à relever de grande variation temporelle : les pourcentages de substrat biotique et de coraux scléractiniaires sont stables par rapport aux missions précédentes. Seules le recouvrement algal a évolué, avec notamment une diminution générale des macrophytes (saisonnalité) et une légère augmentation des cyanobactéries. Ce phénomène reste pour l'instant « raisonnable » mais est à surveiller particulièrement.

Cette étude de la biodiversité des faunes et flores benthiques de la baie de Prony, du canal de la Havannah et du canal Woodin a confirmé l'existence d'une faune et d'une flore récifale très diversifiée.

- L'inventaire des biocénoses benthiques des stations biologiques de la baie de Prony et Canal Woodin recèle 182 espèces coralliennes dont 175 espèces scléractiniaires, 68 espèces d'invertébrés (dont 12 espèces de spongiaires, 10 espèces d'alcyonaires, 14 espèces de mollusques et 5 espèces d'holothuries) et 19 espèces de macrophytes.
- L'inventaire des biocénoses benthiques des stations biologiques du canal de la Havannah recèle 160 espèces coralliennes dont 153 espèces scléractiniaires, 68 espèces d'invertébrés (dont 16 espèces de spongiaires, 10 espèces d'alcyonaires, 17 espèces de mollusques et 13 espèces d'holothuries) et 25 espèces de macrophytes.

Bien que les récifs aient subi des dégradations (blanchissement, cyanobactéries, débris coralliens), ils présentent de nombreuses caractéristiques de bonne santé.

Comme pour la plupart des récifs de Nouvelle-Calédonie, le sommet récifal est peu diversifié mais le recouvrement biotique est important. De grandes colonies telles que les Acroporidae, les Poritidae et les Pocilloporidae dominent les faibles profondeurs, alors que le milieu et le bas du récif sont colonisés par de nombreuses colonies très diversifiées et généralement de petites tailles (Faviidae, Dendrophyllidae, Agariciidae, ...).

Les récifs sont recolonisés par de nombreuses colonies scléractiniaires juvéniles (recrutement important). Ces polypiers, d'une taille inférieure au décimètre, jonchent les débris coralliens, les coraux retournés, la dalle et le substrat meuble.

De plus, les coraux présentent pour la plupart des marques de croissance rapide (liseré blanc à leur extrémité), signe que les conditions optimales de développement sont présentes.

Chaque écosystème est caractérisé par des paramètres biotiques et abiotiques. Les paramètres biotiques sont l'ensemble des interactions entre les êtres vivants (prédation, parasitisme, symbiose ...). Les paramètres abiotiques sont l'ensemble des paramètres physico-chimiques tels que la température, la luminosité, le pH, la concentration en MES, .... Un changement au niveau d'un de ces paramètres entraîne inévitablement un déséquilibre de l'écosystème qui se propage à différentes échelles. Les coraux, les invertébrés et les macrophytes sont capables de s'adapter aux conditions limites de l'environnement. Cependant si le seuil de tolérance est dépassé (par exemple une augmentation du taux de sédimentation), l'équilibre entre ces organismes benthiques pourrait être rompu, entraînant une perte de biodiversité, une prédominance d'un groupe biotique et donc un déséquilibre des écosystèmes.

Une attention particulière devra être portée sur l'éventuelle augmentation de particules fines transportées par les rivières et charriées dans la baie de Prony (gestion des eaux de ruissellements sur les sites miniers, chargement et déchargement de minerai au port, apports terrigènes naturels des rivières et creeks) et dans le canal de la Havannah (conditions hydrodynamiques élevées)<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> A ce sujet, Vale Inco Nouvelle Calédonie signale :

- Dans le canal de la Havannah : il n'y a pas de rejet particulaire prévu dans les effluents du site, qui sont traités pour des taux de MES < 10 mg/l,
- Dans le baie de Prony : le projet n'a d'influence que sur le creek de la baie Nord et le port, et les bassins de sédimentation et la gestion des eaux de ruissellement sur ces deux zones sont efficaces.



Le début d'année 2009 a été marqué par plusieurs événements climatologiques : mini phase la Niña en début d'année, dépression Jasper entre le 24 et 26 mars et anomalie positive des précipitations en début d'année impliquant une dessalure des eaux de surface, des variations de température, turbidité, ...). Une perturbation naturelle est indéniable dans l'ensemble des récifs du canal de la Havannah, canal Woodin et la baie de Prony, et particulièrement aux embouchures des creeks de la baie de Prony qui charrient de l'eau douce et des particules en suspension. Les récifs de l'ensemble de la baie de Prony ont été influencés selon un gradient d'éloignement des creeks et des rivières. Les récifs du canal de la Havannah et du Canal Woodin ont été dégradés selon leur exposition aux agents hydrodynamiques.

Concernant les poissons, en prenant en compte la liste du cahier des charges, la biodiversité totale (union des biodiversités sur transect) est de 128 espèces pour 3216 individus, qui se répartissent sur 24 familles (cf. [tableau 105](#)).

Pour la liste totale, se sont plus de 6060 individus de 284 espèces et 39 familles qui ont été échantillonnés sur toute la zone (sur et hors transect).

Les résultats quantitatifs de densité (ind./m<sup>2</sup>) indiquent une stabilité sur la zone depuis 2007. Il faut cependant signaler que le protocole demandé par la DENV ne permet pas une grande précision des résultats chiffrés, comme cela est montré dans le [tableau 118](#).

Tableau n°0118 : Précision des valeurs moyennes obtenues (données poissons), selon les missions

| Précision des moyennes<br>en % ... | Biomasse<br>par m <sup>2</sup> | Densité | Biodiversité |
|------------------------------------|--------------------------------|---------|--------------|
| <b>en 2009</b>                     | 54%                            | 25%     | 21%          |
| <b>en 2008</b>                     | 61%                            | 31%     | 26%          |
| <b>en 2007</b>                     | 54%                            | 41%     | 23%          |

*Les données 2005 ne présentent pas d'Intervalle de Confiance*

Avec une telle précision et sous un angle de vue quantitatif, le peuplement de poissons est significativement stable.

La liste des espèces à prendre en considération étant limité par le cahier des charges, la biodiversité apparaît stable quantitativement au même titre que les deux autres paramètres biologiques : la biomasse et la densité. Elle est également peu variable dans son analyse qualitative puisque les espèces à suivre sont en nombre limité et cadré par le cahier des charges.

La prise en compte de l'ensemble des espèces indique également une bonne stabilité des aspects quantitatifs du peuplement de poissons, mais comme les valeurs sont obtenues avec le même protocole, la précision des mesures est du même ordre de grandeur et comme dans le cas précédent les comparaisons sont peu sensibles.

En revanche, sous un angle de vue qualitatif la biodiversité des poissons montre une importante (et normale) fluctuation. Au bout de 4 missions échelonnées sur 5 années, la biodiversité totale est de 490 espèces dont 120 toujours présentes.

Toutes les observations et photographies de ce document ont été réalisées du 04 au 12 juin 2009. Un réseau de suivi environnemental (piquets permanents) a été installé et permettra de revenir sur les mêmes sites. Les données 2009 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.

La grande majorité des apports sédimentaires arrivent par des creeks qui ne sont pas contrôlables par Vale Inco NC et qui sont en dehors de sa zone d'influence.



## 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 Inco NC).

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.

Actuellement, la moyenne de recouvrement des scléractiniaires est de 15.25% (tableau 126 annexe 04).

Cela varie de 1% (ST05C, Ioro) à 1 et 4.5% (ST01 A & B, Casy) pour les plus faibles à 34.5% (ST10A & ST11A, Ilot Kié & Toémo) 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

### 10.1 Pour l'échantillonnage

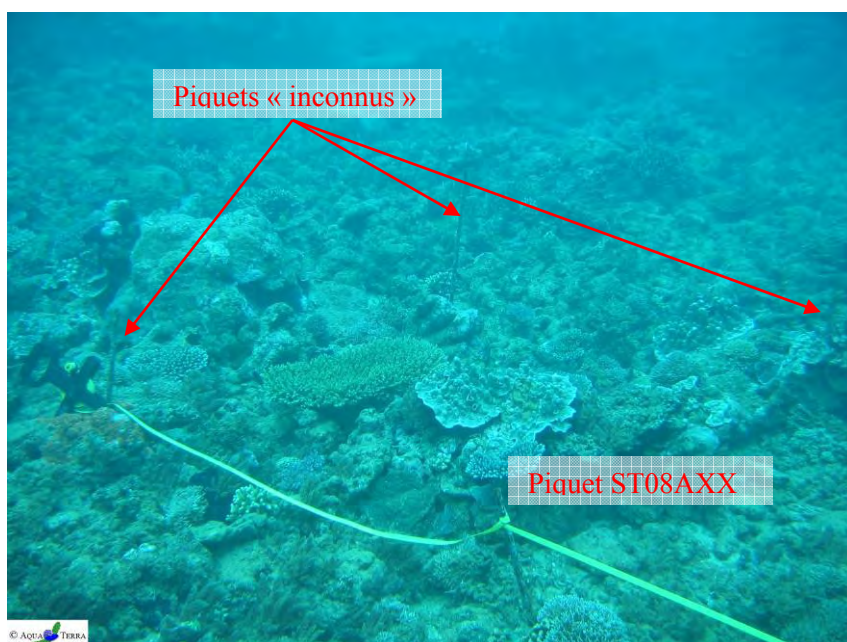
L'équipe qui a effectué ce travail possède de solides connaissances dans le domaine de l'échantillonnage et en particulier sur la résolution des problèmes sur le terrain, qui peuvent entacher les résultats finaux. Pour faciliter tant le travail terrain qu'ensuite le traitement des données, un certain nombre de recommandations est donné dans ce paragraphe.

#### Marquage des piquets

La méthode de suivi temporel statistique retenue par Vale Inco NC, 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 27](#)).



*Photo n°027 : 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, mètre sur le transect (en lettre romaine pour éviter de confondre avec la profondeur)

Exemple comme pour la [photographie 27](#) : c'est le piquet de fin du transect le plus haut station Puka = ST08AXX.

#### Positionnement et description des stations

Toujours pour permettre de mieux retrouver les stations et de s'orienter dans l'eau, nous proposons de faire réaliser un schéma - horizontal - descriptif de chaque station (exemple succinct [figure 71](#)).

En effet, ce type d'outil permet, une fois arrivée sur zone avec le GPS et qu'un 1<sup>er</sup> piquet est trouvé (surtout s'il est identifié), de savoir exactement où on se positionne sur la station et d'aller alors directement à la bonne profondeur et dans la bonne direction pour dérouler les rubans métrés.



Ce type de schéma doit comporter : la disposition des transects, des piquets, des points remarquables du paysage, le sens de déroulement des rubans, les profondeurs, etc. avec un mètre le plus précis possible et les orientations.

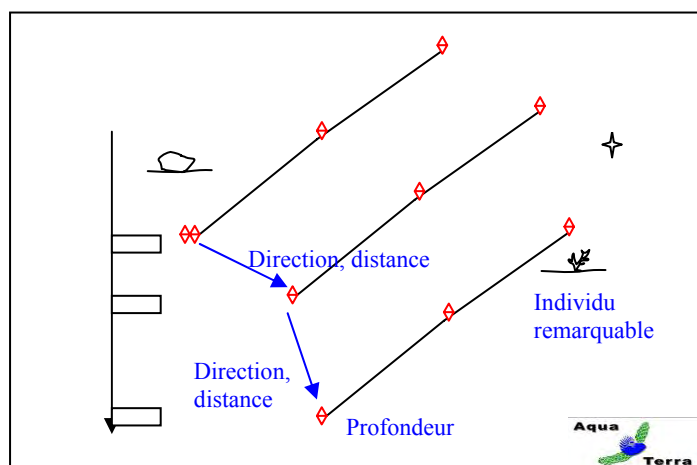


Figure n°071 : *Exemple de schéma descriptif d'une station*

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 Inco une autonomie certaine pour les missions terrain.**

#### 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 proposons de faire réaliser 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.

**Cela permettrait aussi à Vale Inco de limiter les risques d'interprétations différentes selon les échantillonneurs.**

#### 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*, etc.,
- les espèces exogènes.

#### 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 faire photographier à chaque mission.

## 10.2 Elargissement du champ de suivi

### Corrélation avec d'autres domaines d'études

Afin d'évaluer les dégradations biotiques causés par la mine par rapport aux variations naturelles (apports dans l'eau d'éléments chimiques particuliers et dissous), il serait intéressant de mettre en corrélation les relevés biologiques avec les études physico-chimiques existantes.

### Ajout de stations supplémentaires de suivi

Le cahier des charges actuel a été rédigé afin de répondre à la DAODPM du projet et donc n'a pris en compte que le suivi des impacts éventuels du projet dans sa phase normale d'exploitation (avec des pollutions chroniques).

Il n'a pas été pensé aux impacts éventuels lors d'accidents (pollutions accidentelles).

Hors, suite au déversement d'acide dans le Creek baie nord, il est important de constater qu'aucune station de suivi environnementale du réseau de surveillance général, n'a été en mesure d'indiquer des perturbations biologiques. Aucune incidence n'a été relevée sur les stations du réseau de suivi :

- d'une part les stations n'ont pas été placées assez proche des « points chauds » des infrastructures de l'usine Vale Inco : c'est-à-dire, les points susceptibles d'être accidentels : le Creek baie nord (qui en cas d'accident peut être sous l'influence de l'usine d'acide, de bassins de retenues de sédiments, etc.) et le port,
- d'autre part, les transects ne prennent pas en compte les récifs à faible profondeur (pourtant c'est pour les faibles profondeurs que les variations des paramètres environnementaux comme l'augmentation de la température et les apports en eau douce ont le plus d'amplitude, ainsi les récifs frangeants et les platiers récifaux sont les plus sujets aux dégradations naturelles et/ou anthropiques).

Il manque donc des stations placées assez proche des points chauds des infrastructures de l'usine Vale Inco et des stations témoins de suivi pour faire des comparaisons avec des stations susceptibles d'être dégradées ; avec des transects à faible profondeur (zone des 0 à 5 mètres).

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 servi à la rédaction du rapport sont présentées ci-dessous, avec, le cas échéant, les numéros qui rappellent les références citées dans le texte de cette étude.

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Andréfouët S., Torres-Pulliza D., 2004. Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Nouméa, Avril 2004, 26p + 22 planches                                                                                                       |
| 6  | 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 |
| 10 | 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 E15217. Document : AquaTerra AtlasPho_009-09_V01. 104p                                     |
| 11 | 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 E13690. 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                                       |
|    | 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                                                                                                               |
|    | 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                  |
|    | 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., 1964. Carnaval sous la mer. 141p. 48fig. (ed.) Sicard, Paris                                                                                                                                                                                                 |
|    | Catala R., 1992. Offrandes de la mer. 336 p. Papeete.: Ed. du Pacifique                                                                                                                                                                                                 |
| 24 | Chauhan V. D. & Krishnamurthy V., 1967a. Observations on the output of zoospores, their liberation, viability and germination in <i>Sargassum swartzii</i> (Turner) C. Ag.; Proceedings of the seminar on sea salt and plants, CSMCRI, Bhavnagar, pp. 197-201           |
| 25 | Chauhan V. D. & Krishnamurthy V., 1967b. Ecology and seasonal succession of <i>Sargassum swartzii</i> (Turner) C. Ag. in Indian waters; Phykos 10 1-11                                                                                                                  |
| 26 | Chauhan V. D., 1972. Physiological ecology of the early stages of <i>Sargassum swartzii</i> (Turner) C. Ag.; Bot. Mar. 15 49-51                                                                                                                                         |
| 27 | 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                         |
| 13 | Chorus I. & Bartram J., 1999. Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management. Geneva : World Health Organization, 416                                                                                            |
| 8  | Dagnelie P., 1975. Théorie et méthodes statistiques, Les Presses Agronomiques de Gembloux, (Vol II) 463 p                                                                                                                                                               |
| 14 | Dietrich D.R., 2001. Détecter les cyanotoxines des eaux. Biofutur, 209, 44-47                                                                                                                                                                                           |
| 33 | Dooley J. K., 1972. Fishes associated with the pelagic <i>Sargassum</i> complex, with a discussion of the <i>Sargassum</i> 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                                                                                                                                                                                                                 |
| 4  | Fisk D. 2009 Best practice for LIT survey. Coral list Vol4 Issue 28                                                                                                                                                                                                                          |
| 21 | Fogg G.E., 1975. Algal cultures and Phytoplankton ecology. 2e éd., Univ. Wisconsin in Press.. Madison and Milwaukee, 3-175                                                                                                                                                                   |
|    | 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                                   |
| 22 | 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. Micronesica, 21, 53-70                                                                                                                                                                                   |
| 23 | 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, Nouméa, 1, 143 pp                                                 |
| 20 | Goldman J.C. & Carpenter E.J., 1974. A kinetic approach to the effect of temperature on algal growth. Limnol. Oceanogr. 19: 756-66                                                                                                                                                           |
|    | Guille A., Menou J. L., Laboute P., 1986. Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie. Edition de l'ORSTOM. 238p                                                                                                                                 |
| 15 | 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                                                                                                                          |
|    | 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 |
| 12 | Hawkins Sigrid V., 2006. "Feeding Preference of the Cushion Star, <i>Culcita Novaeguineae</i> in Mo'orea" (December 1, 2006). Water Resources Center Archives. Biology and Geomorphology of Tropical Islands (ESPM 107/IB 158)                                                               |
| 29 | Kendrick G. A., 1994. Effects of settlement density and adult canopy on survival of recruits of <i>Sargassum</i> spp. (Sargassaceae phaeophyta); Mar. Ecol. Progr. Ser. 103 129–140                                                                                                          |
| 30 | Kendrick G. A. & Walker D. I., 1994. Role of recruitment in structuring beds of <i>Sargassum</i> spp. (Phaeophyta) at Rottneest Island, western Australia. J. Phycol. 30:200–8                                                                                                               |
| 31 | Kendrick G. A. and Walker D. I., 1995. Dispersal of propagules of <i>Sargassum</i> 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                     |
| 32 | 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                                                                                                                                               |
| 2  | 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                                                                                                                  |
| 34 | 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                                                                                                                                                                         |
| 3  | 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                                                                                                                                                          |
|    | 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                                                                                                                                                         |
| 17 | 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                                                                                                                         |
| 7  | 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                                                                         |
| 28 | Raju P. V. & Venugopal R., 1971. Appearance and growth of <i>Sargassum plagiophyllum</i> (Mart) C. Ag. on a fresh substratum; Bot. Mar. 14(1) 36-38                                                                                                     |
|    | Randall, J.E., Allen G.R. and R.C. Steene 1990. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 506 p                                                                                                     |
| 19 | Reynolds & Casterlin, 1977. Effect of temperature on the growth rate of <i>Griffithsia tenuis</i> C. Agardh (rhodophyta: ceramiales). Hydrobiologia vol. 56, 3, pag. 225-227                                                                            |
|    | Richer de Forges B., Laboute P., 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie, 1600 espèces. Edition Catherine Ledru-IRD                                                                                                                                |
| 5  | 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                                                   |
| 37 | Sato M., 1984. Mortality and growth of juvenile coral <i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus) Univ. Ryukyus, dep. marine sci., Okinawa 903 01, JAPON                                                                                                   |
| 35 | Silva P. C., 2002. Overview of the Genus <i>Caulerpa</i> , University Herbarium. International <i>Caulerpa taxifolia</i> conference                                                                                                                     |
|    | Spalding M.D., Ravilious C. & Green E.P., 2001. World atlas of coral reefs. University of California Press, 424 p                                                                                                                                       |
|    | Veron J.E.N., Pichon M., 1980. Scleractinia of Eastern Australia. Part 3. Families Agaricidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Mussidae, Pectinidae, Caryophyllidae, Dendrophylliidae. Mem. Austral. Inst. Marine Sci. 4. 422 pp    |
|    | Veron J.E.N., Wallace C.C., 1984. Scleractinia of eastern Australia. IV Family Acroporidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser. 6. 485p                                                                                                                  |
|    | Veron J.E.N., 1986. Coral of Australia and the Indo-Pacific. Angus and Robertson Publishers. 644 p                                                                                                                                                      |
|    | Veron J.E.N., 1995. Corals in space and time, the biogeography and evolution of the Scleractinia. UNSW Press, Sydney. 321p                                                                                                                              |
| 16 | Vezie C., Bertru G., Briant L. & Lefeuvre J.C., 1997. Blooms de Cyanobactéries hépatotoxiques dans l'ouest de la France. TSM, 10, 39-46                                                                                                                 |
|    | Wallace C., 1999. Staghorn Corals of the World. A revision of the Genus <i>Acropora</i> . (ed) CSIRO Publishing pp. 422p                                                                                                                                |
|    | Wells J.W., 1959. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 1 and 2. Pac. Sci., 13 (3) : 286-290                                                                                                                                                 |
|    | Wells J.W., 1961. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals, Part 3. A new reef coral from New Caledonia. Pac. Sci., 15 : 189-191                                                                                                                      |
|    | Wells J.W., 1964. The recent solitary Mussid Scleractinian corals. Zool. Meded., Leiden, 39 : 375-384                                                                                                                                                   |
|    | Wells J.W., 1968. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Parts 5 and 6. Pac. Sci., 22 (2) : 274-276                                                                                                                                                |
|    | Wells J.W., 1971. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 7. Pac. Sci., 25 (3) : 368-371                                                                                                                                                       |
|    | Wells J.W., 1984. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 10. Pac. Sci., 38 (3) : 205-219                                                                                                                                                      |
| 9  | Whittaker, R. H. (1972) Evolution and measurement of species diversity Taxon 21 : 213-51                                                                                                                                                                |
|    | Wijsman-Best M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonia Faviidae (Coelenterata, Scleractinia). Bijdr. Dierk., 42 (1) : 1-90                                                                                                                     |
|    | Wijsman-Best M., 1973. A new species of the Pacific coral genus <i>Blastomussa</i> 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 |
|    | <a href="http://www.cnrs.fr">www.cnrs.fr</a>                                                                                                                                                                                                            |
|    | <a href="http://www.com.univ-mrs.fr/IRD">www.com.univ-mrs.fr/IRD</a>                                                                                                                                                                                    |
|    | <a href="http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/recifs.htm">http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/recifs.htm</a>                                                                                                                   |
| 18 | <a href="http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/algues.htm">http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/algues.htm</a>                                                                                                                   |
|    | <a href="http://www.coraux.univ-reunion.fr">www.coraux.univ-reunion.fr</a>                                                                                                                                                                              |
|    | <a href="http://www.crisponline.net/Portals/1/PDF/CRISP_Synthese_bibliographique_coraux.pdf">www.crisponline.net/Portals/1/PDF/CRISP_Synthese_bibliographique_coraux.pdf</a>                                                                            |
|    | <a href="http://www.ird.fr">www.ird.fr</a>                                                                                                                                                                                                              |
|    | <a href="http://www.sealifebase.org/">www.sealifebase.org/</a>                                                                                                                                                                                          |
| 36 | <a href="http://www.sgnis.org/">http://www.sgnis.org/</a>                                                                                                                                                                                               |
|    | <a href="http://www.wikipedia.org">www.wikipedia.org</a>                                                                                                                                                                                                |



## A n n e x e s

|                   |   |                                                                    |       |
|-------------------|---|--------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Annexe n°1</b> | : | Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés benthiques | p 229 |
| <b>Annexe n°2</b> | : | Conditions d'échantillonnage des différentes missions              | p 232 |
| <b>Annexe n°3</b> | : | Caratéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage 2009      | p 233 |
| <b>Annexe n°4</b> | : | Résultats bruts de l'échantillonnage LIT 2009                      | p 234 |
| <b>Annexe n°5</b> | : | Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos 2009               | p 235 |
| <b>Annexe n°6</b> | : | Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique 2009            | p 243 |

**Annexe n° 1****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 Intercept Transect » (« life forms ») et présentées dans le [tableau 119](#) ci-dessous.

Tableau n°0119 : Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données

|                  | COMPOSANTES (12)          | CATEGORIES (28)                 | CODE | DESCRIPTION                                                                              |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Biotique</b>  | Coraux sclérentinières    | <i>Acropora</i> Branchu         | ACB  | Au moins 2 niveaux de branches                                                           |
|                  |                           | <i>Acropora</i> Encroûtant      | ACE  |                                                                                          |
|                  |                           | <i>Acropora</i> Submassif       | ACS  |                                                                                          |
|                  |                           | <i>Acropora</i> Digité          | ACD  | Branches en forme de doigts                                                              |
|                  |                           | <i>Acropora</i> Tabulaire       | ACT  | Branches aplaties horizontalement                                                        |
|                  |                           | Non- <i>Acropora</i> Branchu    | CB   | Au moins 2 niveaux de branches<br><i>NB : les non acropora digité ont été placés ici</i> |
|                  |                           | Non- <i>Acropora</i> Encroûtant | CE   |                                                                                          |
|                  |                           | Non- <i>Acropora</i> Foliaire   | CF   | Corail en forme de feuille                                                               |
|                  |                           | Non- <i>Acropora</i> Massif     | CM   |                                                                                          |
|                  |                           | Non- <i>Acropora</i> Submassif  | CS   |                                                                                          |
|                  |                           | <i>Fungia</i>                   | CMR  | Corail solitaire                                                                         |
|                  | Autres coraux             | <i>Millepora</i>                | CME  | Corail de feu                                                                            |
|                  | Coraux mous               | Corail mou                      | SC   |                                                                                          |
|                  | Autres organismes vivants | Éponges                         | SP   |                                                                                          |
|                  |                           | Zoanthaires                     | ZO   |                                                                                          |
|                  |                           | Autres                          | OT   | Ascidies, Anémones, Gorgones, Bénéitiers                                                 |
|                  | Algues                    | Assemblages                     | AA   |                                                                                          |
|                  |                           | Calcaire                        | CA   |                                                                                          |
|                  |                           | Halimeda                        | HA   |                                                                                          |
|                  |                           | Macroalgue                      | MA   |                                                                                          |
|                  |                           | Filamenteuse                    | F    | <i>NB : les cyanobactéries ont été placées ici</i>                                       |
|                  | Corail mort avec algues   | Corail mort avec algues         | DCA  | Corail mort recouvert d'algues                                                           |
| <b>Abiotique</b> | 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 120](#) ci-dessous, car ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

Tableau n°0120 : Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs

| FAMILLE         | GENRE                                 | ESPECE              | GENRE                  | ESPECE                |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Requins         |                                       | spp                 |                        |                       |
| Raies           |                                       | spp                 |                        |                       |
| Scorpaenidae    | Rascasses "poules"                    | spp                 |                        |                       |
| Serranidae      | <i>Anthias</i> et <i>Pseudanthias</i> | spp                 | Autres loches          | spp                   |
|                 | <i>Cromileptes</i>                    | <i>altivelis</i>    | <i>Plectropomus</i>    | spp                   |
|                 | <i>Epinephelus</i>                    | <i>cyanopodus</i>   |                        |                       |
| Pseudochromidae | <i>Pictichromis</i>                   | <i>coralensis</i>   |                        |                       |
| Carangidae      |                                       | spp                 |                        |                       |
| Lutjanidae      | <i>Aphareus</i>                       | <i>furca</i>        | <i>Lutjanus</i>        | <i>sebae</i>          |
|                 | <i>Aprion</i>                         | <i>virescens</i>    | <i>Lutjanus</i>        | spp                   |
|                 | <i>Lutjanus</i>                       | <i>adettii</i>      | <i>Symphorus</i>       | <i>nematophorus</i>   |
| Caesionidae     |                                       | spp                 |                        |                       |
| Haemulidae      | <i>Diagramma</i>                      | <i>pictum</i>       | <i>Plectorhinchus</i>  | spp                   |
| Lethrinidae     | <i>Lethrinus</i>                      | <i>nebulosus</i>    | Autres bossus et bec   | spp                   |
| Nemipteridae    | <i>Scolopsis</i>                      | <i>bilineatus</i>   |                        |                       |
| Mullidae        |                                       | spp                 |                        |                       |
| Kyphosidae      |                                       | spp                 |                        |                       |
| Ephippidae      | <i>Platax</i>                         | spp                 |                        |                       |
| Chaetodontidae  | <i>Chaetodon</i>                      | <i>auriga</i>       | <i>Chaetodon</i>       | <i>speculum</i>       |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>baronessa</i>    | <i>Chaetodon</i>       | <i>semeion</i>        |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>bennetti</i>     | <i>Chaetodon</i>       | <i>trifascialis</i>   |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>citrinellus</i>  | <i>Chaetodon</i>       | <i>lunulatus</i>      |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>ephippium</i>    | <i>Chaetodon</i>       | <i>ulietensis</i>     |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>flaviostris</i>  | <i>Chaetodon</i>       | <i>unimaculatus</i>   |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>kleinii</i>      | <i>Chaetodon</i>       | <i>vagabundus</i>     |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>lineolatus</i>   | <i>Coradion</i>        | <i>altivelis</i>      |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>lunula</i>       | <i>Forcipiger</i>      | <i>flavissimus</i>    |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>melannotus</i>   | <i>Forcipiger</i>      | <i>longirostris</i>   |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>mertensii</i>    | <i>Hemitaenichthys</i> | <i>polylepis</i>      |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>ornatissimus</i> | <i>Heniochus</i>       | <i>acuminatus</i>     |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>pelewensis</i>   | <i>Heniochus</i>       | <i>chrysostomus</i>   |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>plebeius</i>     | <i>Heniochus</i>       | <i>monoceros</i>      |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>rafflesi</i>     | <i>Heniochus</i>       | <i>singularis</i>     |
|                 | <i>Chaetodon</i>                      | <i>reticulatus</i>  | <i>Heniochus</i>       | <i>varius</i>         |
| Pomacanthidae   | <i>Centropyge</i>                     | <i>bicolor</i>      | <i>Chaetodontoplus</i> | <i>conspicillatus</i> |
|                 | <i>Centropyge</i>                     | <i>bispinosus</i>   | <i>Pomacanthus</i>     | <i>imperator</i>      |
|                 | <i>Centropyge</i>                     | <i>flavissima</i>   | <i>Pomacanthus</i>     | <i>semicirculatus</i> |

|                |                       |                      |                       |                      |
|----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|                | <i>Centropyge</i>     | <i>heraldi</i>       | <i>Pomacanthus</i>    | <i>sextriatus</i>    |
|                | <i>Centropyge</i>     | <i>tibicen</i>       | <i>Pygoplites</i>     | <i>diacanthus</i>    |
|                | <i>Centropyge</i>     | <i>vroliki</i>       |                       |                      |
| Pomacentridae  | <i>Abudefduf</i>      | spp                  | <i>Dascyllus</i>      | <i>reticulatus</i>   |
|                | <i>Amphiprion</i>     | <i>perideraion</i>   | <i>Dascyllus</i>      | <i>trimaculatus</i>  |
|                | <i>Amphiprion</i>     | spp                  | <i>Neopomacentrus</i> | <i>azysron</i>       |
|                | <i>Chromis</i>        | <i>viridis</i>       | <i>Neopomacentrus</i> | <i>violascens</i>    |
|                | <i>Chromis</i>        | <i>fumea</i>         | <i>Pomacentrus</i>    | <i>coelestis</i>     |
|                | <i>Chrysiptera</i>    | <i>taupou</i>        | <i>Pomacentrus</i>    | <i>moluccensis</i>   |
|                | <i>Chrysiptera</i>    | <i>rollandi</i>      | <i>Pomacentrus</i>    | <i>aurifrons</i>     |
|                | <i>Dascyllus</i>      | <i>aruanus</i>       | <i>Stegastes</i>      | spp                  |
| Labridae       | <i>Bodianus</i>       | <i>loxozonus</i>     | <i>Halichoeres</i>    | <i>trimaculatus</i>  |
|                | <i>Bodianus</i>       | <i>perditio</i>      | <i>Hemigymnus</i>     | <i>melapterus</i>    |
|                | <i>Cheilinus</i>      | <i>chlorourous</i>   | <i>Labroides</i>      | <i>dimidiatus</i>    |
|                | <i>Cheilinus</i>      | <i>trilobatus</i>    | <i>Novaculichthys</i> | <i>taeniourus</i>    |
|                | <i>Cheilinus</i>      | <i>undulatus</i>     | <i>Stethojulis</i>    | <i>bandanensis</i>   |
|                | <i>Choerodon</i>      | <i>graphicus</i>     | <i>Stethojulis</i>    | <i>strigiventer</i>  |
|                | <i>Coris</i>          | <i>aygula</i>        | <i>Thalassoma</i>     | <i>amblycephalum</i> |
|                | <i>Coris</i>          | <i>gaimard</i>       | <i>Thalassoma</i>     | <i>hardwicke</i>     |
|                | <i>Gomphosus</i>      | <i>varius</i>        | <i>Thalassoma</i>     | <i>lunare</i>        |
|                | <i>Halichoeres</i>    | <i>hortulanus</i>    | <i>Thalassoma</i>     | <i>lutescens</i>     |
|                | <i>Halichoeres</i>    | <i>margaritaceus</i> |                       |                      |
| Scaridae       | <i>Bolbometopon</i>   | <i>muricatum</i>     | <i>Chlorurus</i>      | <i>microrrhinos</i>  |
|                | <i>Scarus</i>         | <i>ghobban</i>       | Scaridae              | spp                  |
| Blennidae      | <i>Ecsenius</i>       | <i>bicolor</i>       | <i>Meicanthus</i>     | <i>atrodorsalis</i>  |
| Gobiidae       | <i>Amblygobius</i>    | <i>phalaena</i>      |                       |                      |
| Ptereleotridae | <i>Ptereleotris</i>   | <i>evides</i>        | <i>Ptereleotris</i>   | <i>microlepis</i>    |
| Acanthuridae   | <i>Acanthurus</i>     | <i>dussumieri</i>    | <i>Ctenochaetus</i>   | spp                  |
|                | <i>Acanthurus</i>     | <i>blochii</i>       | <i>Naso</i>           | <i>unicornis</i>     |
|                | <i>Acanthurus</i>     | <i>triostegus</i>    | <i>Naso</i>           | spp                  |
|                | <i>Acanthurus</i>     | spp                  | <i>Zebrasoma</i>      | spp                  |
| Siganidae      | <i>Siganus</i>        | <i>argenteus</i>     | <i>Siganus</i>        | spp                  |
| Zanclidae      | <i>Zanclus</i>        | <i>cornutus</i>      |                       |                      |
| Scombridae     | <i>Scomberomorus</i>  | <i>commerson</i>     |                       |                      |
| Balistidae     | <i>Balistoides</i>    | <i>conspicillum</i>  | <i>Rhinecanthus</i>   | <i>aculeatus</i>     |
|                | <i>Oxymonacanthus</i> | <i>longirostris</i>  | <i>Rhinecanthus</i>   | <i>rectangulus</i>   |
| Tetraodontidae | <i>Canthigaster</i>   | spp                  |                       |                      |

**Annexe n° 2**Conditions d'échantillonnage des différentes missionsTableau n°0121 : Annexe 02 : Différences dans les conditions d'exécution des différentes campagnes d'échantillonnages

|                       | 2005                                                                                                | 2007                                                                                       | 2008                                                                                             | 2009                                                                                             |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Période               | <i>Non communiqué</i>                                                                               | Fin août, début septembre                                                                  | Fin octobre                                                                                      | Début juin                                                                                       |
| Météorologie          | <i>Non communiqué</i>                                                                               | Mauvaise / eau turbide                                                                     | Clémentine / eau claire                                                                          | Clémentine / eau claire                                                                          |
| Nb stations           | 9                                                                                                   | 11 (dont 4 même qu'en 2005)                                                                | 11 (même qu'en 2007)                                                                             | 11 (même qu'en 2008) + 1 nouvelle (Ugo)                                                          |
| Nb transects          | 2                                                                                                   | 3 sauf exceptions                                                                          | 3 sauf exceptions                                                                                | 3 sauf exceptions                                                                                |
| Longueur transect (m) | 50                                                                                                  | 20                                                                                         | 20                                                                                               | 20                                                                                               |
| Technique de plongée  | Nitrox / Air comprimé<br>Recycleur                                                                  | Air comprimé                                                                               | Air comprimé                                                                                     | Air comprimé                                                                                     |
| Méthode ichtyologie   | Transect à Largeur Fixe                                                                             | TLVariable                                                                                 | TLVariable                                                                                       | TLVariable                                                                                       |
| Intervenants          | Melanopus (Laboute & al) /<br>A2EP (Vaillet - <i>LIT Benthos</i> -,<br>Chauvet - <i>Poissons</i> -) | A2EP (Gerbault - <i>LIT</i> -,<br>Lasne - <i>Benthos</i> - Chauvet -<br><i>Poissons</i> -) | AQUA TERRA (Vaillet -<br><i>LIT</i> -, Lasne - <i>Benthos</i> -,<br>Chauvet - <i>Poissons</i> -) | AQUA TERRA (Vaillet -<br><i>LIT</i> -, Lasne - <i>Benthos</i> -,<br>Chauvet - <i>Poissons</i> -) |

Annexe n° 3

Caractéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage 2009

Tableau n°0122 : 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)      |
| 04/06/2009 | 12h/15h     | Etale maré&e basse | Ioro             | OK                                             | Couvert 70%, pluie | E 10 nds          | Houle SE < 0,5 m              | Faible                                   | 11-12 m, particules  | 24,3°C à 9,3m               |
| 05/06/2009 | 8h30/10h30  | Jusant             | Basse Chambeyron | OK                                             | Couvert 15%        | SE 5 nds          | Houle SE < 0,5 m              | Moyen (sens contraire transect)          | 20 m                 | 24,9°C à 13,6m              |
| 05/06/2009 | 12h/14h     | Dbt Flot           | Ionontea         | OK                                             | Couvert 15%        | SE 5 nds          | Houle SE < 0,5 m              | Moyen                                    | 15 m, particules     | 25,7°C à 3m                 |
| 06/06/2009 | 9h00/11h    | Jusant             | Ilot Kié         | OK                                             | Couvert 50%        | N NE 5 nds        | Houle NE < 1m                 | Moyen (sens contraire transect)          | 16 m                 | -                           |
| 06/06/2009 | 13h/15h     | Flot               | Toémo            | OK                                             | Couvert 70 à 95%   | NE 15 nds         | Houle N NE 1m                 | Faible à moyen (sens contraire transect) | 11 m                 | -                           |
| 07/06/2009 | 9h/11h      | Mi à fin flot      | Banc Kié         | Prévoir 4 piquets TA (courant) (1,5m)          | Couvert 60%        | NE 10 nds         | Petite houle                  | Faible à très fort sur TA en fin         | 18 m                 | -                           |
| 07/06/2009 | 12h30/14h   | Fin jusant         | Puka             | OK                                             | Couvert 50%        | S SE 10 nds       | Calme                         | Moyen (sens contraire transect)          | 8m                   | -                           |
| 08/06/2009 | 12h/14h     | Etal bas           | Port             | Prévoir 3 grands piquets pour transect TC (2m) | Couvert 30%        | O SO 13 nds       | Clapot O SO 50 cm             | Nul                                      | 3 à 5 m Très trouble | 23,6°C à 8,7m               |
| 08/06/2009 | 15h/17h     | Flot               | Casy             | OK                                             | Couvert 30%        | O SO 13 nds       | Clapot O SO 50 cm             | Nul                                      | 8 m Assez trouble    | 23,5°C à 7,2m 23,8°C à 8,6m |
| 09/06/2009 | 12h/13h30   | Fin jusant         | Creek baie nord  | OK                                             | Couvert 90%        | S SE 10 nds       | Clapot SE 0,2m                | Nul                                      | 2 - 3 m              | 24,1°C à 9,2m               |
| 10/06/2009 | 12h30/14h30 | Jusant             | Woodin           | OK                                             | Couvert 100%       | SE 5 nds          | Calme                         | Fort, surtout en surface                 | 5 m                  | 23,5°C à 9,1m               |
| 10/06/2009 | 9h/11h      | Débur jusant       | Ugo              | Matérialisée : 2 tansects (6 & 13m)            | Couvert 100%       | NE 10 nds         | Clapot 0,2m                   | Faible                                   | 3 (TB) à 11 (TA) m   | 24°C à 10,2m                |

\* cela comprend le temps sur site, sans les trajets  
\*\* par rapport à l'agenda corrigé (voir tableaux suivants)

Tableau n°0123 : Annexe 02 : Corrections des marées

|                            | Heure   | Hauteur (m) |       | Niveau moyen (m) |
|----------------------------|---------|-------------|-------|------------------|
|                            | PM / BM | PM          | BM    |                  |
| 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°0124 : Annexe 02 : Agenda des marées (corrigées selon le lieu)

| Date       | Heure | Hauteur |
|------------|-------|---------|
| 04/06/2009 | 4h49  | 1,3     |
|            | 11h27 | 0,4     |
|            | 18h11 | 1,35    |
|            | 23h59 | 0,7     |
| 05/06/2009 | 5h38  | 1,3     |
|            | 12h12 | 0,35    |
|            | 18h59 | 1,4     |
|            |       |         |
|            |       |         |
| Date       | Heure | Hauteur |
| 06/06/2009 | 0h52  | 0,7     |
|            | 6h24  | 1,3     |
|            | 12h53 | 0,3     |
|            | 19h41 | 1,45    |
|            |       |         |
| 07/06/2009 | 1h40  | 0,65    |
|            | 7h09  | 1,25    |
|            | 13h32 | 0,3     |
|            | 20h19 | 1,5     |
|            |       |         |
| Date       | Heure | Hauteur |
| 08/06/2009 | 2h24  | 0,65    |
|            | 7h51  | 1,25    |
|            | 14h09 | 0,25    |
|            | 20h56 | 1,5     |
|            |       |         |
| 09/06/2009 | 3h04  | 0,65    |
|            | 8h30  | 1,25    |
|            | 14h45 | 0,25    |
|            | 21h31 | 1,5     |
|            |       |         |
| Date       | Heure | Hauteur |
| 10/06/2009 | 3h42  | 0,65    |
|            | 9h08  | 1,25    |
|            | 15h20 | 0,3     |
|            | 22h06 | 1,5     |
|            |       |         |
| 11/06/2009 | 4h19  | 0,65    |
|            | 9h45  | 1,25    |
|            | 15h54 | 0,3     |
|            | 22h42 | 1,45    |
|            |       |         |

Annexe n° 4

Résultats bruts de l'échantillonnage LIT 2009

Tableau n°0125 : 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    |      | 24              | 1,5  | 2    | 9    | 1   | 2             | 1   |      |      |      |      | 5,5      | 1    |      | 4          | 5    | 0,5  | 7    | 3    | 6         | 2,5 | 1,5  | 22       | 4,5  | 0,5  | 12,5  | 3,5  | 0,5 | 13   | 14,5 |
| ACE      | Acropora encroûtant           |      |      |                 |      |      |      |     |               | 7   |      |      |      |      |          |      |      |            | 4    |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| ACS      | Acropora submassif            |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| ACD      | Acropora digité               |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| ACT      | Acropora tabulaire            |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      | 4,5       |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| CB       | Corail branchu                | 1    |      |                 |      |      |      |     | 14            | 2   | 14,5 | 1    | 0,5  |      | 2        | 4    | 2,5  | 0,5        | 5    | 2    | 5    | 2    | 3,5       | 0,5 |      | 1,5      | 3,5  |      | 6     | 9    | 0,5 |      |      |
| CE       | Corail encroûtant             | 1,5  |      | 0,5             | 5    |      | 1    | 1   | 1,5           |     |      | 5    | 1,5  | 1    | 11       | 9,5  | 2,5  |            |      | 1    | 3    | 0,5  | 1         | 2,5 | 4    | 9        | 9    | 5,5  | 12    | 14   | 3   | 2    | 1,5  |
| CF       | Corail foliaire               |      |      | 1               | 0,5  |      |      | 0,5 |               |     |      | 1    |      |      |          |      |      |            |      |      | 0,5  | 3    | 1         |     |      |          |      |      | 1,5   | 0,5  |     |      |      |
| CM       | Corail massif                 |      | 1    | 2               | 2,5  | 2,5  | 10   | 2   | 0,5           |     |      | 6,5  | 12,5 |      | 3,5      | 3    | 2,5  | 1,5        | 2    | 0,5  | 2    | 0,5  | 2         | 6,5 | 3    | 2        | 11,5 | 1,5  | 4     | 2    | 1   | 9    | 12   |
| CS       | Corail submassif              |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          | 2,5  |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     | 0,5  |      |
| CMR      | Fungia                        |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      | 0,5  |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     | 0,5  |          | 1,5  |      |       | 1    |     | 4,5  | 1,5  |
| CME      | Millepora                     |      |      | 4,5             | 0,5  |      |      |     | 12,5          |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      | 4,5      |      |      |       |      |     |      |      |
| SC       | Coraux mous                   | 11,5 | 2,5  | 15              | 12   | 1    | 1    | 1   |               | 0,5 |      |      |      |      |          |      | 0,5  |            | 0,5  |      | 0,5  | 5    | 6         | 2,5 | 3,5  | 0,5      |      | 0,5  | 2,5   | 4,5  | 0,5 |      | 6,5  |
| SP       | Éponges                       | 0,5  |      |                 | 0,5  | 1    |      | 0,5 |               | 1   | 4,5  | 2,5  | 1    |      | 2        | 3    | 0,5  | 0,5        | 1    | 2,5  | 1    | 3    | 1         | 1   | 1,5  |          | 3    | 2    |       | 1,5  | 3,5 | 1    | 2    |
| ZO       | Zoanthaires                   |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| OT       | Autres organismes             |      |      |                 |      |      |      |     |               | 0,5 | 1    |      |      | 0,5  |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     | 0,5  |          | 0,5  |      |       | 0,5  | 1,5 |      |      |
| AA       | Assemblages algales           |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| CA       | Algue calcaire                |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      | 1          | 2,5  |      |      |      |           | 0,5 | 2,5  |          |      |      | 1,5   |      |     |      |      |
| HA       | Halimeda                      |      | 0,5  | 13              |      | 1,5  | 0,5  | 0,5 | 0,5           |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| MA       | Macroalgue                    | 3    | 8,5  | 19,5            |      | 1    | 42,5 | 0,5 | 1             |     |      |      |      |      | 4        | 6,5  | 0,5  |            |      |      | 2,5  | 0,5  | 1         |     | 1,5  |          |      |      | 0,5   | 1    | 2   |      |      |
| F        | Algue filamenteuse            |      |      |                 |      | 46,5 |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      | 2    |            |      |      |      |      |           |     |      | 0,5      |      |      | 1     | 2,5  | 0,5 |      |      |
| DCA      | Corail mort avec algues       | 5    | 1    |                 | 4    | 0,5  | 2,5  | 4   | 2,5           | 5   | 2,5  | 36,5 | 22,5 | 4    | 70       | 56,5 | 23,5 | 91,5       | 37,5 | 56   | 30   | 5    | 78        | 67  | 61,5 | 43       | 54   | 11,5 | 57,5  | 55   | 73  | 42   | 1,5  |
| DC       | Corail mort                   |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     | 2    | 2        |      | 0,5  |       |      |     | 0,5  | 0,5  |
| S        | Sable                         | 65,5 | 85,5 |                 |      |      | 1    |     | 8,5           | 4   | 15,5 | 39,5 | 60   | 94,5 |          | 6    | 48   |            | 4,5  | 9,5  | 1,5  | 58,5 | 0,5       | 8,5 | 12   | 0,5      | 3    | 71   | 1     | 1    | 6,5 | 6    | 50   |
| R        | Débris                        | 10   | 1    | 15,5            | 1    | 9    | 6,5  | 2   | 51            | 79  | 62   | 7,5  | 1    |      |          | 8    | 17,5 | 1          | 28   | 28   | 47   | 14,5 |           | 8,5 | 8    | 10,5     | 6,5  | 7,5  | 1     | 3    | 7   | 21,5 | 10   |
| RC       | Dalle - Roche                 |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      |      |      | 2        |      |      |            | 10   |      |      |      |           |     |      | 3        |      |      |       |      |     |      |      |
| SI       | Vase                          |      |      | 5               | 72,5 | 35   | 26   | 87  | 6             |     |      |      |      |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      |          |      |      |       |      |     |      |      |
| W        | Eau                           |      |      |                 |      |      |      |     |               |     |      |      | 1    |      |          |      |      |            |      |      |      |      |           |     |      | 1        | 1    |      |       |      |     |      |      |
|          | Abiotique                     | 80,5 | 87,5 | 15,5            | 5    | 56   | 10   | 6   | 62            | 88  | 80   | 83,5 | 83,5 | 98,5 | 72       | 70,5 | 91   | 92,5       | 80   | 93,5 | 78,5 | 78   | 78,5      | 84  | 81,5 | 59,5     | 65,5 | 90   | 61    | 61,5 | 87  | 70   | 62   |
|          | Biotique                      | 19,5 | 12,5 | 79,5            | 22,5 | 9    | 64   | 7   | 32            | 12  | 20   | 16,5 | 15,5 | 1,5  | 28       | 29,5 | 9    | 7,5        | 20   | 6,5  | 21,5 | 22   | 21,5      | 16  | 18,5 | 39,5     | 33,5 | 10   | 39    | 38,5 | 13  | 30   | 38   |
|          | Dont coraux scléractiniaitres | 4,5  | 1    | 27,5            | 9,5  | 4,5  | 20   | 4,5 | 18            | 12  | 14,5 | 13,5 | 14,5 | 1    | 22       | 17,5 | 7,5  | 6          | 16   | 4    | 17,5 | 13,5 | 13,5      | 12  | 8,5  | 34,5     | 28,5 | 7,5  | 34,5  | 30   | 5,5 | 24   | 28   |

Tableau n°0126 : Annexe 04 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique

|                            | ST0 1A | ST0 1B | ST0 2A | ST0 2B | ST0 3A | ST0 3B | ST 03 C | ST0 4A | ST0 4B | ST0 4C | ST 05 A | ST0 5B | ST0 5C | ST 06 A | ST0 6B | ST0 6C | ST0 7A | ST0 7B | ST 07 C | ST0 8A | ST0 8B | ST0 9A | ST 09 B | ST 09 C | ST1 0A | ST 10 B | ST1 0C | ST1 1A | ST1 1B | ST11 C | ST12 A | ST1 2B |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Macrophytes et invertébrés | 20     | 12,5   | 52     | 17     | 51,5   | 46,5   | 6,5     | 16,5   | 5      | 8      | 39      | 23,5   | 4,5    | 76      | 66     | 27     | 93     | 41,5   | 59      | 34     | 13,5   | 86     | 71      | 71      | 48,5   | 58      | 14     | 63     | 65     | 81     | 43     | 10     |
| Coraux sléractinaires      | 4,5    | 1      | 27,5   | 9,5    | 4,5    | 20     | 4,5     | 18     | 12     | 14,5   | 14      | 14,5   | 1      | 22      | 20     | 7,5    | 6      | 16     | 4       | 17,5   | 13,5   | 13,5   | 12      | 9       | 34,5   | 30      | 7,5    | 34,5   | 31     | 5,5    | 29     | 30     |
| Abiotique                  | 75,5   | 86,5   | 20,5   | 73,5   | 44     | 33,5   | 89      | 65,5   | 83     | 77,5   | 47      | 62     | 94,5   | 2       | 14     | 65,5   | 1      | 42,5   | 38      | 48,5   | 73     | 0,5    | 17      | 20      | 17     | 13      | 78,5   | 2,5    | 4      | 13,5   | 28     | 61     |



**Table 1**



Tableau n°0128 : *Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des Macrophytes et des Invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04)*

| Groupe        | Famille                | Genre                  | Espèce                 | ST1-Ilot Casy Sud |           | ST2-Creek Baie Nord |           | ST3 - Wharf Prony |           |           | ST4 - Canal Woodin |         |      |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|--------------------|---------|------|
|               |                        |                        |                        | ST1A              | ST1B      | ST2A                | ST2B      | ST3A              | ST3B      | ST3C      | ST4A               | ST4B    | ST4C |
|               |                        |                        |                        | 7 m               | 11,5 m    | 9 m                 | 11,5 m    | 5m                | 10m       | 14m       | 5 m                | 10 m    | 20 m |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Cladiella</i>       | sp.                    |                   |           | 2                   |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>klyxum</i>          | sp.                    |                   | 2         |                     |           |                   |           |           | 2                  | 2       |      |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Lobophytum</i>      | sp.                    | 3                 | 3         | 1                   | 2         |                   |           |           | 2                  | 2       | 2    |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Sarcophyton</i>     | sp.                    | 5 (4spp.)         | 4         | 5++(3spp)           | 5++(2spp) | 2                 | 3         | 3         | 2                  | 2       |      |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Sinularia</i>       | <i>flexibilis</i>      | 3                 | 3         |                     | 3         |                   |           |           |                    |         |      |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Sinularia</i>       | sp.                    | 4 (3spp.)         | 3         | 3(2pp)              | 3(2pp)    | 3 (3spp.)         | 2 (2spp.) | 3 (3spp.) | 2                  |         | 2    |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Sinularia</i>       | <i>cf. leptoclados</i> |                   |           | 4                   | 4         |                   |           |           |                    |         |      |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae            | <i>Rhytisma</i>        | sp.                    |                   |           |                     | 2         |                   |           |           |                    |         |      |
| Alcyonaire    | Nephtheidae            | <i>Dendronephthya</i>  | sp.                    |                   | 2         |                     |           |                   |           | 2         | 2                  | 2       | 2    |
| Alcyonaire    | Nephtheidae            | <i>Nephthea</i>        | sp.                    |                   |           | 1                   | 2         |                   |           |           | 2                  | 2       |      |
| Algue brune   | Dicyotaceae            | <i>Dictyota</i>        | sp.                    | 2                 | 4         |                     |           | 3                 |           |           |                    |         |      |
| Algue brune   | Dicyotaceae            | <i>Distromium</i>      | sp.                    | 2                 | 2         |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue brune   | Dicyotaceae            | <i>Lobophora</i>       | <i>variegata</i>       | 5                 | 5         | 5                   | 5         | 4                 | 5         | 5         |                    |         |      |
| Algue brune   | Dicyotaceae            | <i>Padina</i>          | sp.                    | 2                 |           | 2                   | 3         | 2                 |           |           |                    |         |      |
| Algue brune   | Dicyotaceae            | <i>Spatoglossum</i>    | sp.                    | -2                | -2        |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue brune   | Sargassaceae           | <i>Sargassum</i>       | sp.                    |                   | 5 (2spp.) |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue brune   | Sargassaceae           | <i>Turbinaria</i>      | <i>ornata</i>          | 2                 | -2        |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue rouge   | Coralinaceae           | <i>Amphiroa</i>        | sp.                    |                   |           | 3                   | 3         | 3                 | 4         | 2         | 2                  | 2       | 1    |
| Algue rouge   | Galaxauraceae          | <i>Actinotrichia</i>   | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue rouge   | Galaxauraceae          | <i>Galaxaura</i>       | <i>marginata</i>       |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue rouge   | indeterminée           |                        |                        |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue rouge   | Liagoraceae            | <i>Triclogloea</i>     | <i>requienii</i>       | -2                |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue verte   | Caulerpaceae           | <i>Caulerpa</i>        | sp2                    |                   |           | -1                  |           |                   |           |           | 2                  | -2      |      |
| Algue verte   | Codiaceae              | <i>Codium</i>          | <i>mamillosum</i>      |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue verte   | Dasycladacea           | <i>Neomeris</i>        | <i>van bosseae</i>     | 2                 | 2         | 2                   |           | 3                 |           |           | 2                  | 2       | 2    |
| Algue verte   | Halimedaceae           | <i>Halimeda</i>        | sp.                    | 2                 | 2         | 5(3spp)             | 3(3spp)   | 5 (4spp)          | 4 (2spp)  | 3 (2spp)  | 4(3spp)            | 2(2spp) |      |
| Algue verte   | Siphonocladaceae       | <i>Dictyosphaeria</i>  | <i>verluisii</i>       |                   |           | -2                  | -2        |                   |           |           |                    |         |      |
| Algue verte   | Udodeaceae             | <i>Chlorodesmis</i>    | <i>fastigiata</i>      |                   |           |                     |           |                   |           |           | 2                  |         |      |
| Cyanobactérie |                        | <i>Phormidium</i>      | sp                     | 1                 | -2        |                     |           | 5+++              |           |           |                    |         |      |
| Anemone       | Actinodiscidae         | <i>Discosoma</i>       | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           | 2         |                    |         |      |
| Ascidies      | indeterminée           |                        |                        |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Ascidies      | Polycitoridae          | <i>Clavelina</i>       | <i>detorta</i>         |                   |           |                     | 2         |                   |           |           |                    |         |      |
| Ascidies      | Styelidae              | <i>Polycarpa</i>       | <i>clavata</i>         |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Ascidies      | Styelidae              | <i>Polycarpa</i>       | <i>cryptocarpa</i>     | 2                 | 4         |                     |           | 2                 |           |           |                    |         |      |
| Bryzoaire     | Alcyonidiidae          | <i>Alcyonidium</i>     | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           | 4                  | 5       | 5    |
| Asterie       | Ophiasteridae          | <i>Fromia</i>          | <i>monilis</i>         |                   |           |                     |           |                   |           | 1         | -1                 |         |      |
| Asterie       | Ophiasteridae          | <i>Fromia</i>          | sp.                    |                   |           | -2                  | -2        |                   |           |           |                    | -1      |      |
| Asterie       | Ophiasteridae          | <i>Nardoa</i>          | sp.                    |                   |           |                     |           | 1                 | 1         |           |                    | -1      |      |
| Asterie       | Ophiasteridae          | <i>Nardoa</i>          | <i>gomophia</i>        | 2                 | 1         |                     | 1         | 1                 | 1         | -1        |                    |         |      |
| Asterie       | Oreasteridae           | <i>Culcita</i>         | <i>novaeaguineae</i>   |                   |           |                     |           | 1                 |           |           |                    |         |      |
| Crinoïde      | Colobometridae         | <i>Cenometra</i>       | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           | 2                  |         |      |
| Crinoïde      | indeterminé            |                        |                        | 2                 | 2         |                     |           |                   |           |           | 3                  | 3       | 4    |
| Echinides     | Diademataidae          | <i>Diadema</i>         | <i>setosum</i>         | 1                 |           |                     |           | 2                 |           |           | 2                  | 2       |      |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Bohadschia</i>      | <i>argus</i>           |                   |           |                     |           | 1                 |           |           |                    |         |      |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Holothuria</i>      | <i>atra</i>            |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Holothuria</i>      | <i>coluber</i>         |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Holothuria</i>      | <i>edulis</i>          | 2                 | 2         |                     | 2         | 2                 |           | -1        | 2                  |         | 2    |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Holothuria</i>      | <i>flvomaculata</i>    |                   |           | 3                   | 3         |                   |           | 1         |                    |         |      |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Holothuria</i>      | <i>fuscopunctata</i>   | 2                 | 2         |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Holothurie    | Stichoporidae          | <i>Stichopus</i>       | <i>variegatus</i>      |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Holothurie    | Holothuriidae          | <i>Holothuria</i>      | <i>scabra</i>          |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Nudibranche   | Phyllidiidae           | <i>Phyllidia</i>       | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    | 1       |      |
| Nudibranche   | Chromodorididae        | <i>cf. Chromodoris</i> | <i>leopardus</i>       |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    | 1       |      |
| Synapse       | Synaptidae             | <i>Eupta</i>           | <i>godeffroyi</i>      |                   |           |                     |           | 2                 |           |           |                    |         |      |
| Hydraire      | indeterminé            |                        |                        | 2                 | 3         | 3                   | 3         |                   |           |           | 2                  | 3       | 3    |
| Mollusque     | Arcidae                | <i>Arca</i>            | <i>ventricosa</i>      |                   |           | 3                   | 2         | 2                 |           |           |                    |         |      |
| Mollusque     | Isognomonidae          | <i>Isognomon</i>       | <i>isognomon</i>       |                   |           | 2                   | 2         |                   |           |           |                    |         |      |
| Mollusque     | Gryphaeidae            | <i>Hytissa</i>         | <i>hyotis</i>          |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         | 2    |
| Mollusque     | Gryphaeidae            | <i>Hytissa</i>         | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         | 2    |
| Mollusque     | Pinnidae               | <i>Athrina</i>         | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           | 1         |                    | 1       |      |
| Mollusque     | Pteridae               | <i>Pteria</i>          | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           | 2                  | 2       |      |
| Mollusque     | Spondyliidae           | <i>Pedum</i>           | <i>spondylioidum</i>   | 1                 | 1         | 1                   |           |                   |           |           |                    | 1       |      |
| Mollusque     | Spondyliidae           | <i>Spondylus</i>       | sp.                    |                   |           | 1                   |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Mollusque     | Strombidae             | <i>Strombus</i>        | <i>latissimus</i>      |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Mollusque     | Tridacnidae            | <i>Tridacna</i>        | <i>crocea</i>          |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Mollusque     | Tridacnidae            | <i>Tridacna</i>        | <i>derasa</i>          |                   |           |                     | 1         |                   |           |           |                    |         |      |
| Mollusque     | Tridacnidae            | <i>Tridacna</i>        | <i>maxima</i>          |                   |           |                     |           | 1                 |           |           | 1                  |         |      |
| Mollusque     | Tridacnidae            | <i>Tridacna</i>        | <i>squamosa</i>        |                   |           |                     |           | 2                 |           |           | 1                  | 1       |      |
| Mollusque     | Trochidae              | <i>Trochus</i>         | <i>niloticus</i>       |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Spongiaire    | Anchinidae             | <i>Hamigera</i>        | <i>strongylata</i>     |                   |           |                     |           |                   | 2         | 2         |                    | 4       | 3    |
| Spongiaire    | Ancorinidae            | <i>Stellata</i>        | sp.                    |                   |           | 2                   | 2         |                   |           |           | 2                  | 2       | 2    |
| Spongiaire    | Axinellidae            | <i>Cymbastella</i>     | <i>cantharella</i>     |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    | 3       | 4    |
| Spongiaire    | Calyspongiidae         | <i>Dactylia</i>        | <i>delicata</i>        |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    | 2       | 2    |
| Spongiaire    | Clionidae              | <i>Cliona</i>          | <i>jullienei</i>       | 3                 | 3         | 2                   | 2         | 4                 | 3         | 3         | 3                  | 3       | 3    |
| Spongiaire    | Clionidae              | <i>Cliona</i>          | <i>orientalis</i>      | 2                 | 2         | 2                   | 3         |                   | 2         | 2         | 3                  | 3       | 2    |
| Spongiaire    | Dysideidae             | <i>Dysidea</i>         | sp.                    | 1                 |           |                     |           |                   |           |           |                    |         | 2    |
| Spongiaire    | jaune                  | indeterminé            |                        |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Spongiaire    | marron                 | indeterminé            |                        |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Spongiaire    | noire                  | indeterminé            |                        |                   |           |                     |           |                   |           |           | 2                  | 4       | 3    |
| Spongiaire    | Spirastrellidae        | <i>Sphaciospongia</i>  | <i>vagabunda</i>       | 3                 | 2         | 2                   | 2         | 2                 |           |           |                    |         |      |
| Spongiaire    | Thorectidae            | <i>Petrosaspongia</i>  | <i>nigra</i>           |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    |         |      |
| Zoanthaire    | Zoanthidae             | <i>Palythoa</i>        | sp.                    |                   |           |                     |           |                   |           |           |                    | 2       | 2    |
| Zoanthaire    | Zoanthidae             | indeterminé            |                        |                   |           | 2                   | 3         |                   |           |           |                    |         | 2    |
| Crustacé      | Scyllaridae (Cigale)   | <i>Arcitides</i>       | sp.                    |                   |           |                     |           |                   | -1        |           |                    |         |      |
| Crustacé      | Palinuridae(Langouste) | <i>Panulirus</i>       | <i>ornatus</i>         |                   |           |                     |           |                   |           | -1        |                    |         |      |



Tableau n°0129 :

Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des coraux (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12)

| Groupe         | Famille         | Genre           | Espèce           | ST5 - Ioro  |              |              | ST6 - Banc Ionontea |              |              | ST7 - Chambeyrón |              |              | PUKA        |                | BANC KIE    |                   |              | ILOT KIE     |               |               | TOEMO        |               |               | Ilot HUGO     |              |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
|                |                 |                 |                  | ST5A<br>5 m | ST5B<br>10 m | ST5C<br>20 m | ST6A<br>9m          | ST6B<br>15 m | ST6C<br>20 m | ST7A<br>7 m      | ST7B<br>17 m | ST7C<br>20 m | ST8A<br>9 m | ST8B<br>11,5 m | ST9A<br>7 m | ST9B<br>15 à 17 m | ST9C<br>20 m | ST10A<br>7 m | ST10B<br>15 m | ST10C<br>20 m | ST11A<br>6 m | ST11B<br>10 m | ST11C<br>20 m | ST12A<br>6,5m | ST12B<br>13m |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | cytherea         |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | florida          |             |              |              | 2                   |              |              | 2                |              |              | 2           |                |             |                   | 2            | 2            |               | 3             | 2            |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | formosa          |             |              |              |                     |              |              | 2                |              |              | 2           |                |             |                   |              |              |               | 2             |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | gemmifera        |             |              |              |                     |              |              | 1                |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | humilis          |             |              |              |                     |              |              | 2                |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | hyacinthus       |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   | 2            | 2            | 2             |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | millipora        |             |              |              |                     |              |              | 2                |              |              |             |                | 2           |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | monticulosa      |             |              |              |                     |              |              | 2                |              |              |             |                |             |                   | 3            | 2            |               | 2             |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | robusta          |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   | 3            |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | ssp. (branchu)   | 3(3spp)(B1) | 2(4spp)      | 2(2spp)(B1)  | 3(6spp)(B1)         | 2(2spp)      | 2(2spp)(B1)  | 5(3spp)          | 3(2spp)      | 2(2spp)      | 4(5spp)(B1) | 2(2spp)        | 2(4spp)     | 2(2spp)(B1)       | 2(3spp)(B1)  | 5(7 spp)(B2) | 4(4spp)(B1)   | 2(3spp)(B1)   | 3(5spp)      | 4(3spp)(B1)   | 3(3spp)(B1)   | 5(6spp)(B1)   | 5(5spp)(B1)  |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Acropora        | ssp. (tabulaire) |             |              |              | 4(3spp)             | 3(2spp)      | 2(2spp)      | 2(4spp)          | 3(2spp)      |              | 3(4spp)     | 3(2spp)        |             | 2                 | 4(4 spp)(B2) | 4(4spp)(B1)  | 2(2spp)(B1)   | 4(4spp)       | 4(4spp)(B1)  | 3(3spp)       | 5(4spp)(B1)   | 3(3spp)(B1)   |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Astrospora      | gracilis         |             | 1            |              |                     | 2            |              |                  |              |              | 1           |                |             |                   |              |              |               | 1             |              |               |               | 2             |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Astrospora      | listeri          |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Astrospora      | myriophthalma    |             |              |              | 2                   | 2            | 2            | 2                | 1            | 2            | 2           | 2              |             | 2                 | 2(61)        | 2            |               | 2             |              | 2             | 2             | 2             |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Astrospora      | sp.              |             | 1            | 1            |                     |              |              |                  |              |              |             |                | 2           | 2                 | 1            | 2            | 1             | 2             |              | 2             |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Isopora         | cuneata          | 1           |              |              |                     |              |              |                  |              |              | 2           | 2              |             |                   | 2            | 2            | 1             | 2             |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Isopora         | palifera         | 3           | 2            |              |                     |              |              |                  |              |              | 3           | 2              |             |                   | 2            | 3            | 3             | 2             |              |               | 2             |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | calliculata      |             |              |              |                     |              |              | -1               |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | dumosa           | 1           |              |              | 1                   |              |              |                  | 2            |              |             |                |             |                   | 2            | 2            | 1             |               | 1            |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | lamellosa        |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | ssp.             | 4(4spp)     | 3            | 2            | 2(6spp)(B1)         | 2(4spp)      | 2(4spp)(B1)  | 3                | 2            | 2            | 2           | 3(4spp)        | 2           | 2                 | 2            | 3(B2)        | 4(B3)         | 2             | 3            | 3(B2)         | 3(B2)         | 3             | 3            |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | stellata         |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | tuberculosa      | 2           |              |              |                     |              |              |                  |              |              | 1           |                |             |                   | 2            |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Acroporidae     | Montipora       | varicosa         |             | 2            |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   | 2            | 2            |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Coeloseris      | mayeri           | 1           |              |              |                     | 1            |              |                  |              |              |             |                |             |                   | 2            |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Gardineroseris  | planulata        |             |              |              |                     | 1            |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               | 1             |              | 1             | 1             |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Leptoseris      | explanata        |             |              |              |                     |              |              | 1                |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Leptoseris      | hawaiiensis      |             |              |              |                     |              |              | 1                |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Leptoseris      | mycetoseroides   |             |              |              |                     |              |              | 1                | 1            | 1            |             | 1              |             |                   |              |              | 1             |               |              |               |               | 1             |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Leptoseris      | scabri           |             |              | 1            |                     |              | 1            |                  | -1           |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Leptoseris      | vahai            |             |              |              |                     |              |              | 1                |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pachyseris      | rigosa           |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pachyseris      | speciosa         | 2           | 2            | 2            | 2                   | 3            | 2            |                  |              | 2            | 2           | 2              | 3           | 3                 | 3(B1)        | 2            | 2             |               |              | 2             | 2             | 3             |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | clavata          |             |              |              | 1                   | 2            | 2            | -1               |              |              |             |                |             |                   | 2            | 1            | 1             |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | decussata        | 3(B1)       | 2            |              |                     |              | 1            |                  |              |              | 2           |                |             |                   | 2            | 2            |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | explanulata      |             | 1            | 1            |                     |              | 1            |                  | 2            | 1            |             |                |             |                   | 2            | 2            | 1             |               | 1            |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | multivenis       |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   | 2            | 2            | 1             |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | minuta           | 1           |              |              | 1                   | 2            | 1            |                  | -1           |              |             |                |             | -1                |              | 2            |               |               | 1            |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | sp.              |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Agaraciidae     | Pavona          | varians          | 2           | 2            |              | 2                   | 2            | 1            | 1                |              |              | 2           |                | 2           |                   | 2            | 2            | 2             | 2             | 1            |               | 3             | 3             |              |
| Scléractinaire | Astrocoeniidae  | Stylococentella | armata           | 2           | 1            |              |                     |              |              |                  |              |              | 2           |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Astrocoeniidae  | Stylococentella | guentheri        |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              | 1           |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               | 1             |              |
| Scléractinaire | Astrocoeniidae  | Stylococentella | sp.              |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                | 1           |                   |              |              |               | 2             |              | 1             |               | 1             |              |
| Scléractinaire | Carophyllidae   | Euphyllia       | ancora           |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Carophyllidae   | Phyllopora      | schmiedeknechtii |             |              |              |                     | 1            |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Carophyllidae   | Phyllopora      | sinuata          |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | micrantha        |             | 3            | 4            | 1                   |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | sp.              |             |              |              |                     |              |              |                  |              | 1            | 1           |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | frondens         |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | heronensis       |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | mesenterina      | 1           | 1            | 1            |                     | 2            | 2            |                  | 2            | 2            | 2           | 2              | 2           | 2                 | 1            | 2            |               | 2             |              | 2             |               | 2 (B1)        |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | patula           |             |              |              |                     |              |              | 1                | 1            |              | 1           |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | petata           | 2           | 2            | 1            | 2                   | 2            | 2            |                  |              |              | 2           | 2              | -1          | 2                 | 2            | 2            |               | 2             |              | 1             | 2             | 2             |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | reniformis       | 2           | 2            |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Dendrophyllidae | Tubastraea      | stellulata       |             |              |              | 1                   |              | 1            | -1               | 2            |              |             |                | 1           | 1                 | 1            | 1            | 2             |               |              |               | 2             | 2             |              |
| Scléractinaire | Faviidae        | Barabattina     | amarcum          |             |              | 2            | 2                   | 2            | 2            |                  |              |              | 1           |                |             | 1                 |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire | Faviidae        | Clavastrea      | curvata          |             |              | 1            |                     |              |              |                  |              |              | 2           |                | 1           | 1                 |              |              |               |               |              |               |               |               |              |
| Scléractinaire |                 |                 |                  |             |              |              |                     |              |              |                  |              |              |             |                |             |                   |              |              |               |               |              |               |               |               |              |

Tableau n°0130 : Annexe 05 : Inventaire juin 2009 des Macrophytes et des Invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (1 à 5) par station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12)

| Groupe        | Famille           | Genre          | Espece         | IORO        |              |              | IONONTEA             |              |              | CHAMBEYRON       |              |              | PUKA        |                | BANC KIE          |                   |              | ILOT KIE       |               |               | TOEMO                 |               |               | Ilot HUGO       |              |
|---------------|-------------------|----------------|----------------|-------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|
|               |                   |                |                | ST5 - Ioro  |              |              | ST6 - Banc Iononthea |              |              | ST7 - Chambeyron |              |              | ST8-Puka    |                | ST9 - Banc de Kié |                   |              | ST10- Ilot Kié |               |               | ST11-Récif Toémo 2008 |               |               | ST12- Ilot Hugo |              |
|               |                   |                |                | ST5A<br>5 m | ST5B<br>10 m | ST5C<br>20 m | ST6A<br>9m           | ST6B<br>15 m | ST6C<br>20 m | ST7A<br>7 m      | ST7B<br>17 m | ST7C<br>20 m | ST8A<br>9 m | ST8B<br>11,5 m | ST9A<br>7 m       | ST9B<br>15 à 17 m | ST9C<br>20 m | ST10A<br>7 m   | ST10B<br>15 m | ST10C<br>20 m | ST11A<br>6 m          | ST11B<br>10 m | ST11C<br>20 m | ST12A<br>6.5m   | ST12B<br>13m |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae       | Cladiella      | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              | -2          | 3              |                   | 2                 | 2            |                |               | 2             |                       | 2             |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae       | klyxum         | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                | 2                 | 2                 |              |                |               |               | 2                     |               |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae       | Lobophytum     | sp.            |             |              | 1            | 2                    | 1            | 2            | 3                | 1            | 2            | 2           | 5              | 2                 | 2                 | 2            | 2              | 2             | 3             | 3                     | 2             |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae       | Rhytisma       | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             | 2              | 2                 |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae       | Sarcophyton    | sp.            | 1           | 2            | 1            | 1                    |              |              |                  | 2            | 2            | 1           | 2              | 3                 | 3                 | 2            | 2              | 2             | 2             | 2                     | 2             | 4             | 5               |              |
| Alcyonaire    | Alcyoniidae       | Sinularia      | sp.            |             | 2            | 2            | 2                    | 2            | 2            | 2                | 2            | 2            | 2           | 2              | 3                 | 2                 |              | 2              | 3             | 3             | 2                     | 2             | 2             |                 |              |
| Alcyonaire    | Nephthidae        | Dendronephthya | sp.            |             |              | 2            |                      |              |              | 2                | 2            | 2            | 1           |                |                   | 2                 | 2            | 2              | 2             | 2             | 2                     | 2             |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Nephthidae        | Nephthea       | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              | -2          |                |                   | 2                 | 3            | 2              |               | 2             | 2                     |               |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Nidaliidae        | Chironephthya  | sp.            |             |              | 2            |                      |              | 1            |                  | 2            |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Alcyonaire    | Xenidae           | Xenia          | sp.            |             |              |              |                      | 1            |              |                  |              |              |             | 2              | 5                 | 3                 | 3            |                | 2             | 2             |                       | 2             |               |                 |              |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | Dictyota       | sp.            |             |              |              | 2                    | 2            | 2            |                  | 2            | -2           | 5           | 2              |                   | -3                | -3           |                |               |               | -3                    | -4            | 3             | 2               | 3            |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | Lobophora      | variegata      |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   | -3                |              |                |               | -3            |                       |               | 3             | 3               |              |
| Algue brune   | Dicyotaceae       | Padina         | sp.            |             |              |              | 2                    | 2            | -2           | 2                |              | -2           | 2           | -2             |                   |                   |              | -2             | -2            | -2            |                       |               |               | 2               | 2            |
| Algue brune   | Sargassaceae      | Sargassum      | sp.            | 2           |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue brune   | Sargassaceae      | Turbinnaria    | ornata         | 2           |              |              | 4                    |              |              | 2                |              |              |             |                | 2                 | -3                |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue rouge   | indeterminée      | Actinotrichia  | fragilis       |             |              |              |                      |              |              |                  |              | 2            |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               | 2             | 2               |              |
| Algue rouge   | indeterminée      | Actinotrichia  | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             | 2              |                   |                   |              |                |               |               | -2                    | 2             | 2             |                 |              |
| Algue rouge   | Bonnemaisoniaceae | Asparagopsis   | armata         |             |              |              | 2                    | -5           | -5           | 2                | 2            | -4           | -5          | -3             | 4                 | 3                 | 2            | 2              | 2             | 2             | 3                     | 2             | -4            |                 |              |
| Algue rouge   | Coralinaceae      | Amphiroa       | sp.            | 3           | 2            | 2            | 2                    | 2            | 2            |                  |              |              | 2           | 2              | 3                 | 4                 | 3            | 2              | 2             | 2             | 3                     | 3             |               |                 |              |
| Algue rouge   | Coralinaceae      | Amphiroa       | van bosseae    |             |              |              | 2                    | 2            | 2            |                  |              |              | 3           | 3              |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue rouge   | Dumontiaceae      | Gibsmithia     | hawaiiensis    |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   | -1                | -2           |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue rouge   | Floriophyceae     | Plocamium      | armatum        |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              | 2           | 1              |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue rouge   | Liagoraceae       | Triclogloea    | requienii      |             |              |              | -2                   | -4           | -4           |                  |              |              |             |                | -3                | -3                | -3           |                |               |               | -2                    |               |               |                 |              |
| Algue rouge   | Peyssonelliaceae  | Peyssonnelia   | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               | -2            |                       |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Caulerpaeae       | Caulerpa       | sp1            |             |              |              |                      | 2            | 1            |                  |              |              |             |                |                   | 2                 | 2            | 2              | 2             |               | 2                     |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Caulerpaeae       | Caulerpa       | sp2            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               | 2             | 2                     |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Caulerpaeae       | Caulerpa       | sp3            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Codiaceae         | Codium         | mamillosum     |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              | 3              |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Codiaceae         | Codium         | platyclados    |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              | 2              | 2             |               |                       |               | 2             |                 |              |
| Algue verte   | Dasycladacea      | Bornetella     | oligospora     |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              | 2              |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Dasycladacea      | Neomeris       | van bosseae    |             |              |              |                      |              |              | 2                |              | -2           | 3           | -2             | -4                | -4                | 2            |                |               | 2             |                       |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Halimedaceae      | Halimeda       | sp.            | 2           |              |              | 2                    | 2            | -3           | 2                | 2 (2 spp.)   |              | 2           |                | 2                 | 2                 | 2            | 3 (3 spp.)     | 2 (2spp.)     | 2             | 2 (2 spp.)            |               |               | 2 (2 spp.)      | 2 (2 spp.)   |
| Algue verte   | Siphonocladaceae  | Dictyosphaeria | verluisii      |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                | 5                 | 2                 | 3            |                |               |               | 2                     |               |               |                 |              |
| Algue verte   | Udodeaceae        | Chlorodesmis   | fastigiata     | 2           | 2            | 1            | 3                    | 2            | 2            |                  |              |              |             |                | 3                 | 2                 | 2            | 3              | 2             |               | 2                     | 2             | 3             | 2               |              |
| Cyanobacterie |                   | Phormidium     | sp             |             |              |              | 1                    | 3            | 4            | 2                |              | 2            | 2           | 2              | 2                 | 2                 | 2            | 3              | 5             | 3             |                       | 3             | 5             | 1               | 2            |
| Anemone       | Actinodiscidae    | Discosoma      | cf. rhodostoma |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              | 2              |               |               | 3                     |               |               |                 |              |
| Anemone       | indeterminé       |                |                |             |              | 1            |                      |              |              |                  |              |              |             | 1              |                   |                   |              |                |               | 1             |                       | 1             |               |                 |              |
| Anemone       | Stichodactylidae  | Heteractis     | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                | 1                 |                   | 1            |                | 1             |               |                       |               |               |                 |              |
| Anemone       | Stichodactylidae  | Macroactyla    | dorensis       |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Anemone       | Stichodactylidae  | Stichodactyla  | sp.            | 1           |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             | 1              | 1                 |                   |              | 1              |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Ascidies      | Didemnidae        | Didemnum       | cf. minisculum |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               | 3             |                       |               |               |                 |              |
| Ascidies      | Didemnidae        | Didemnum       | molle          |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                | 5                 | 4                 | 5            | 2              | 2             | 3             | 4                     | 3             | 5             |                 |              |
| Ascidies      | Didemnidae        | Didemnum       | sp.            |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       | 2             |               |                 |              |
| Ascidies      | Indeterminé       | Encroutante    | verte          |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                | 5                 | 2                 | 4            |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Ascidies      | Indeterminé       | Encroutante    | violet blanc   |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                | 3                 | 5                 | 4            |                |               |               | 2                     |               | 3             |                 |              |
| Ascidies      | Polycitoridae     | Clavelina      | detorta        |             |              |              | 2                    | 2            | 2            | 3                | 2            | 2            | 3           | 3              | 3                 | 3                 | 2            | 2              | 2             |               |                       |               |               | 2               | 2            |
| Ascidies      | Polycitoridae     | Clavelina      | flava          |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   | 2                 | 2            |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Ascidies      | Polyclinidae      | Aplidium       | flavolineatum  |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       | 2             |               |                 |              |
| Ascidies      | Styelidae         | Polycarpa      | aurita         |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 | 2            |
| Ascidies      | Styelidae         | Polycarpa      | clavata        |             | 1            | -1           | 2                    | 2            | 2            | -1               | 1            | 2            | 2           | -2             | 2                 | 1                 | 1            | 1              | 1             | 2             | -1                    | 2             | 2             |                 |              |
| Ascidies      | Styelidae         | Polycarpa      | cryptocarpa    |             | 2            | 2            | 3                    | 3            | 3            | 2                | 2            | 2            | 3           | 2              | 5                 | 5                 | 5            | 3              | 3             | 2             | 3                     | 3             | 4             |                 |              |
| Ascidies      | Styelidae         | Symplegma      | alterna        |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               | 4                     |               |               |                 |              |
| Bryzoaire     | Alcyoniidae       | Alcyonidium    | sp.            |             | 3            | 4            |                      |              |              |                  | 2            |              |             |                | 3                 | 2                 | 3            |                |               |               | 4                     |               | 2             |                 |              |
| Asterie       | Acanthasteridae   | Acanthaster    | planci         |             |              |              |                      |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |
| Asterie       | Ophiasteridae     | Celerina       | heffernani     |             |              |              |                      |              |              |                  | 1            |              |             |                |                   |                   | 1            |                |               |               | 1                     |               |               | 1               | 1            |
| Asterie       | Ophiasteridae     | Gomophia       | sp.            |             | 1            |              | 1                    |              |              |                  |              |              |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               | 1               | 1            |
| Asterie       | Ophiasteridae     | Fromia         | indica         |             |              |              |                      |              |              |                  | 1            | 1            |             |                |                   |                   | 1            |                |               |               | -1                    |               |               |                 |              |
| Asterie       | Ophiasteridae     | Fromia         | milleporrella  |             |              |              |                      |              |              |                  |              | </           |             |                |                   |                   |              |                |               |               |                       |               |               |                 |              |

Tableau n°0131 : *Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux par transect et station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04)*

| Famille/<br>Nombre de taxa | ST1<br>Ilot Casy |      | ST2<br>Creek Baie Nord |      | ST3<br>Wharf Prony |      |      | ST4<br>Canal Woodin |      |      |
|----------------------------|------------------|------|------------------------|------|--------------------|------|------|---------------------|------|------|
|                            | ST1A             | ST1B | ST2A                   | ST2B | ST3A               | ST3B | ST3C | ST4A                | ST4B | ST4C |
| Acroporidae                | 6                | 3    | 17                     | 14   | 7                  | 12   | 6    | 7                   | 4    | 3    |
| Agaraciidae                | 1                | 2    | 8                      | 5    | 2                  | 7    | 8    | 2                   | 1    | 1    |
| Astrocoeniidae             | 1                | 1    | 1                      | 2    | 1                  | 2    | 2    | 0                   | 1    | 0    |
| Caryophyllidae             | 0                | 0    | 0                      | 0    | 1                  | 0    | 0    | 0                   | 0    | 0    |

|                              |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Dendrophyllidae              | 3         | 1         | 6         | 3         | 0         | 0         | 2         | 4         | 4         | 1         |
| Faviidae                     | 10        | 6         | 11        | 11        | 7         | 6         | 8         | 10        | 8         | 5         |
| Fungiidae                    | 4         | 2         | 9         | 3         | 3         | 3         | 4         | 3         | 3         | 1         |
| Merulinidae                  | 2         | 1         | 5         | 5         | 1         | 2         | 2         | 1         | 2         | 0         |
| Mussidae                     | 3         | 2         | 5         | 5         | 4         | 1         | 2         | 2         | 2         | 0         |
| Oculinidae                   | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         | 2         | 2         | 2         | 0         |
| Pectiniidae                  | 1         | 1         | 2         | 5         | 1         | 0         | 4         | 1         | 1         | 1         |
| Pocilloporidae               | 2         | 3         | 2         | 3         | 3         | 2         | 1         | 3         | 3         | 0         |
| Poritidae                    | 3         | 3         | 7         | 3         | 5         | 5         | 5         | 1         | 1         | 0         |
| Siderastreidae               | 0         | 0         | 2         | 4         | 0         | 1         | 1         | 4         | 0         | 0         |
| <b>Total scléractiniaire</b> | <b>38</b> | <b>27</b> | <b>77</b> | <b>65</b> | <b>37</b> | <b>42</b> | <b>47</b> | <b>40</b> | <b>32</b> | <b>12</b> |

|                            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Non Scléractiniaire</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Milleporina                | 1         | 0         | 3         | 3         | 0         | 0         | 0         | 3         | 3         | 0         |
| Gorgone                    | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2         | 1         |
| Stolonifera                | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Antipathaire               | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2         | 0         |
| <b>TOTAL coraux</b>        | <b>40</b> | <b>29</b> | <b>81</b> | <b>68</b> | <b>38</b> | <b>42</b> | <b>47</b> | <b>43</b> | <b>39</b> | <b>13</b> |

Tableau n°0132 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés par transect et station environnementale de la baie de Prony (ST01/ST02/ST03) et du canal Woodin (ST04)

| Groupe/<br>Nombre de taxa | ST1<br>Ilot Casy |           | ST2<br>Creek Baie Nord |           | ST3<br>Wharf Prony |           |           | ST4<br>Canal Woodin |           |           |
|---------------------------|------------------|-----------|------------------------|-----------|--------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|
|                           | ST1A             | ST1B      | ST2A                   | ST2B      | ST3A               | ST3B      | ST3C      | ST4A                | ST4B      | ST4C      |
| <i>Alcyonaire</i>         | 9                | 6         | 9                      | 9         | 4                  | 3         | 5         | 6                   | 5         | 3         |
| <i>Algue brune</i>        | 5                | 5         | 2                      | 2         | 3                  | 1         | 1         | 0                   | 0         | 0         |
| <i>Algue rouge</i>        | 0                | 0         | 1                      | 1         | 1                  | 1         | 1         | 1                   | 1         | 1         |
| <i>Algue verte</i>        | 2                | 2         | 4                      | 3         | 5                  | 2         | 2         | 6                   | 3         | 1         |
| <i>Cyanobacterie</i>      | 1                | 0         | 0                      | 0         | 1                  | 0         | 0         | 0                   | 0         | 0         |
| <i>Anemone</i>            | 0                | 0         | 0                      | 0         | 0                  | 0         | 1         | 0                   | 0         | 0         |
| <i>Ascidies</i>           | 1                | 1         | 0                      | 1         | 1                  | 0         | 0         | 0                   | 0         | 0         |
| <i>Bryzoaire</i>          | 0                | 0         | 0                      | 0         | 0                  | 0         | 0         | 1                   | 1         | 1         |
| <i>Asterie</i>            | 1                | 1         | 0                      | 1         | 3                  | 2         | 1         | 0                   | 0         | 0         |
| <i>Crinoïde</i>           | 1                | 1         | 0                      | 0         | 0                  | 0         | 0         | 2                   | 1         | 1         |
| <i>Echinides</i>          | 1                | 0         | 0                      | 0         | 1                  | 0         | 0         | 1                   | 1         | 0         |
| <i>Holothurie</i>         | 2                | 3         | 1                      | 2         | 2                  | 0         | 1         | 1                   | 0         | 1         |
| <i>Synapse</i>            | 0                | 0         | 0                      | 0         | 1                  | 0         | 0         | 0                   | 0         | 0         |
| <i>Hydraire</i>           | 1                | 1         | 1                      | 1         | 0                  | 0         | 0         | 1                   | 1         | 1         |
| <i>Mollusque</i>          | 1                | 1         | 4                      | 3         | 3                  | 0         | 1         | 3                   | 4         | 2         |
| <i>Spongiaire</i>         | 4                | 3         | 4                      | 4         | 2                  | 3         | 3         | 4                   | 7         | 8         |
| <i>Zoanthaire</i>         | 0                | 0         | 1                      | 1         | 0                  | 0         | 0         | 0                   | 1         | 2         |
| <i>Crustacé</i>           | 0                | 0         | 0                      | 0         | 0                  | 0         | 0         | 0                   | 0         | 0         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>29</b>        | <b>24</b> | <b>27</b>              | <b>28</b> | <b>27</b>          | <b>12</b> | <b>16</b> | <b>26</b>           | <b>25</b> | <b>21</b> |

Tableau n°0133 :      *Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux par transect et station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12)*

| Famille/<br>Nb de taxa | ST5<br>Banc de Ioro |      |      | ST6<br>Banc Ionontea |      |      | ST7<br>Chambeyron |      |      | ST8<br>Puka |      | ST9<br>Banc de Kié |      |      | ST10<br>Ilot Kié |       |       | ST11<br>Récif Toémo |       |       | ST12<br>Ilot Hugo |       |
|------------------------|---------------------|------|------|----------------------|------|------|-------------------|------|------|-------------|------|--------------------|------|------|------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------------------|-------|
|                        | ST5A                | ST5B | ST5C | ST6A                 | ST6B | ST6C | ST7A              | ST7B | ST7C | ST8A        | ST8B | ST9A               | ST9B | ST9C | ST10A            | ST10B | ST10C | ST11A               | ST11B | ST11C | ST12A             | ST12B |
| Acroporidae            | 12                  | 10   | 4    | 19                   | 9    | 9    | 15                | 7    | 8    | 18          | 12   | 11                 | 9    | 8    | 24               | 20    | 10    | 18                  | 12    | 8     | 14                | 11    |
| Agaraciidae            | 4                   | 4    | 3    | 6                    | 4    | 9    | 1                 | 6    | 3    | 3           | 2    | 2                  | 1    | 1    | 6                | 8     | 5     | 2                   | 7     | 2     | 4                 | 2     |
| Astrocoeniidae         | 1                   | 1    | 0    | 0                    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 2           | 0    | 1                  | 0    | 0    | 1                | 0     | 0     | 1                   | 0     | 1     | 1                 | 2     |
| Caryophyllidae         | 0                   | 0    | 0    | 0                    | 0    | 1    | 0                 | 0    | 0    | 0           | 0    | 0                  | 0    | 0    | 0                | 2     | 0     | 0                   | 0     | 0     | 0                 | 0     |
| Dendrophyllidae        | 3                   | 4    | 3    | 4                    | 2    | 3    | 1                 | 4    | 2    | 6           | 2    | 3                  | 5    | 4    | 1                | 5     | 1     | 0                   | 6     | 2     | 2                 | 2     |
| Faviidae               | 9                   | 6    | 13   | 16                   | 15   | 15   | 14                | 14   | 12   | 18          | 16   | 15                 | 9    | 7    | 16               | 12    | 13    | 13                  | 19    | 11    | 13                | 13    |
| Fungiidae              | 2                   | 1    | 1    | 2                    | 3    | 4    | 1                 | 2    | 4    | 4           | 5    | 0                  | 0    | 0    | 2                | 2     | 1     | 0                   | 1     | 4     | 5                 | 5     |
| Merulinidae            | 2                   | 3    | 2    | 7                    | 6    | 3    | 2                 | 4    | 0    | 4           | 3    | 3                  | 2    | 3    | 7                | 5     | 1     | 4                   | 6     | 3     | 2                 | 2     |
| Mussidae               | 2                   | 2    | 6    | 6                    | 6    | 5    | 5                 | 6    | 3    | 6           | 1    | 1                  | 4    | 2    | 7                | 5     | 8     | 4                   | 5     | 6     | 2                 | 3     |
| Oculinidae             | 1                   | 2    | 2    | 2                    | 2    | 2    | 1                 | 2    | 2    | 2           | 2    | 1                  | 2    | 1    | 2                | 2     | 2     | 2                   | 2     | 2     | 1                 | 1     |
| Pectiniidae            | 2                   | 1    | 1    | 1                    | 3    | 4    | 0                 | 3    | 4    | 8           | 1    | 0                  | 3    | 0    | 6                | 4     | 3     | 0                   | 3     | 1     | 5                 | 2     |
| Pocilloporidae         | 3                   | 5    | 2    | 6                    | 6    | 5    | 5                 | 6    | 4    | 6           | 4    | 5                  | 5    | 4    | 5                | 5     | 5     | 7                   | 6     | 6     | 3                 | 1     |
| Poritidae              | 7                   | 7    | 2    | 2                    | 2    | 2    | 1                 | 4    | 3    | 6           | 2    | 4                  | 4    | 2    | 3                | 4     | 3     | 5                   | 3     | 3     | 3                 | 4     |
| Siderastreidae         | 1                   | 2    | 2    | 2                    | 1    | 1    | 0                 | 1    | 0    | 3           | 1    | 3                  | 1    | 1    | 3                | 1     | 1     | 4                   | 5     | 0     | 1                 | 1     |
| Total scléractiniaire  | 49                  | 48   | 41   | 73                   | 59   | 63   | 46                | 59   | 45   | 86          | 51   | 49                 | 45   | 33   | 83               | 75    | 53    | 60                  | 75    | 49    | 56                | 49    |

|                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Non Scléractiniaire |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Milleporina         | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0  | 2  | 2  |
| Stolonifera         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Gorgone             | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| Antipathaire        | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| TOTAL coraux        | 50 | 49 | 44 | 73 | 60 | 63 | 46 | 61 | 45 | 88 | 52 | 50 | 48 | 36 | 87 | 79 | 56 | 62 | 78 | 50 | 58 | 52 |

Tableau n°0134 : Annexe 05 : Tableau récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés par transect et station environnementale du canal de la Havannah (ST05/ST06/ST07/ST08/ST09/ST10/ST11/ST12)

| Groupe/<br>Nombre de taxa | ST5<br>Banc de Ioro |      |      | ST6<br>Banc Ionontea |      |      | ST7<br>Chambeyron |      |      | ST8<br>Puka |      | ST9<br>Banc de Kié |      |      | ST10<br>Ilot Kié |       |       | ST11<br>Récif Toémo 2008 |       |       | ST12<br>Ilot Hugo |       |
|---------------------------|---------------------|------|------|----------------------|------|------|-------------------|------|------|-------------|------|--------------------|------|------|------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------------------|-------|
|                           | ST5A                | ST5B | ST5C | ST6A                 | ST6B | ST6C | ST7A              | ST7B | ST7C | ST8A        | ST8B | ST9A               | ST9B | ST9C | ST10A            | ST10B | ST10C | ST11A                    | ST11B | ST11C | ST12A             | ST12B |
| Alcyonaire                | 1                   | 2    | 5    | 3                    | 3    | 3    | 3                 | 5    | 4    | 4           | 5    | 7                  | 9    | 6    | 3                | 5     | 6     | 4                        | 7     | 5     | 1                 | 1     |
| Algue brune               | 2                   | 0    | 0    | 3                    | 2    | 1    | 2                 | 1    | 0    | 2           | 1    | 1                  | 0    | 0    | 0                | 0     | 0     | 0                        | 0     | 1     | 3                 | 3     |
| Algue rouge               | 1                   | 1    | 1    | 3                    | 2    | 2    | 1                 | 1    | 1    | 3           | 4    | 2                  | 2    | 2    | 2                | 1     | 1     | 2                        | 3     | 1     | 1                 | 1     |
| Algue verte               | 2                   | 1    | 1    | 2                    | 3    | 1    | 3                 | 2    | 0    | 2           | 0    | 3                  | 4    | 9    | 6                | 4     | 2     | 5                        | 1     | 2     | 3                 | 2     |
| Cyanobactérie             | 0                   | 0    | 0    | 1                    | 1    | 1    | 1                 | 0    | 1    | 1           | 1    | 1                  | 1    | 1    | 1                | 1     | 0     | 1                        | 1     | 1     | 1                 | 1     |
| Anémone                   | 1                   | 0    | 1    | 0                    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 1           | 2    | 1                  | 0    | 2    | 0                | 2     | 0     | 1                        | 1     | 1     | 0                 | 0     |
| Ascidies                  | 0                   | 2    | 1    | 3                    | 3    | 3    | 2                 | 3    | 3    | 3           | 2    | 6                  | 7    | 7    | 4                | 3     | 3     | 5                        | 4     | 5     | 1                 | 2     |
| Bryzoaire                 | 0                   | 1    | 1    | 0                    | 0    | 0    | 0                 | 1    | 0    | 0           | 0    | 1                  | 1    | 1    | 0                | 0     | 0     | 0                        | 0     | 1     | 0                 | 0     |
| Asterie                   | 0                   | 2    | 0    | 1                    | 0    | 1    | 0                 | 2    | 2    | 1           | 1    | 1                  | 0    | 3    | 0                | 0     | 0     | 0                        | 2     | 0     | 2                 | 4     |
| Crinoide                  | 0                   | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1                 | 1    | 1    | 1           | 1    | 1                  | 1    | 1    | 1                | 1     | 1     | 2                        | 3     | 1     | 1                 | 1     |
| Echinides                 | 2                   | 1    | 1    | 0                    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0           | 0    | 0                  | 1    | 1    | 0                | 0     | 0     | 0                        | 0     | 0     | 1                 | 0     |
| Holothurie                | 0                   | 3    | 0    | 1                    | 0    | 2    | 0                 | 1    | 1    | 3           | 4    | 0                  | 0    | 1    | 0                | 2     | 3     | 0                        | 0     | 1     | 0                 | 5     |
| Hydraire                  | 0                   | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1                 | 1    | 1    | 2           | 1    | 2                  | 1    | 1    | 1                | 1     | 1     | 1                        | 2     | 1     | 0                 | 0     |
| Mollusque                 | 3                   | 6    | 2    | 1                    | 1    | 1    | 1                 | 4    | 3    | 4           | 3    | 2                  | 0    | 0    | 4                | 3     | 1     | 1                        | 1     | 1     | 4                 | 3     |
| Spongiaire                | 4                   | 5    | 7    | 3                    | 5    | 3    | 5                 | 5    | 6    | 5           | 6    | 6                  | 5    | 7    | 3                | 5     | 6     | 4                        | 4     | 8     | 4                 | 3     |
| Zoanthaire                | 1                   | 1    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1                 | 1    | 1    | 1           | 0    | 1                  | 1    | 1    | 1                | 1     | 1     | 0                        | 1     | 1     | 1                 | 1     |
| TOTAL                     | 17                  | 29   | 23   | 24                   | 23   | 21   | 21                | 28   | 24   | 33          | 31   | 35                 | 33   | 43   | 26               | 29    | 25    | 26                       | 30    | 30    | 23                | 27    |

Tableau n°0135 : Annexe 05 : Richesse spécifique du benthos par groupe

|                               | ST0<br>1A | ST0<br>1B | ST0<br>2A | ST0<br>2B | ST0<br>3A | ST0<br>3B | ST0<br>3C | ST0<br>4A | ST0<br>4B | ST0<br>4C | ST0<br>5A | ST0<br>5B | ST0<br>5C | ST0<br>6A | ST0<br>6B | ST0<br>6C | ST0<br>7A | ST0<br>7B | ST0<br>7C | ST0<br>8A | ST0<br>8B | ST0<br>9A | ST0<br>9B | ST0<br>9C | ST1<br>0A | ST1<br>0B | ST1<br>0C | ST1<br>1A | ST1<br>1B | ST11<br>C | ST12<br>A | ST1<br>2B |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Macrophytes<br>et invertébrés | 29        | 24        | 27        | 28        | 27        | 12        | 16        | 26        | 25        | 21        | 17        | 29        | 23        | 24        | 23        | 21        | 21        | 28        | 24        | 33        | 31        | 35        | 33        | 43        | 26        | 29        | 25        | 26        | 30        | 30        | 23        | 27        |
| Coraux<br>sléractinaires      | 38        | 27        | 77        | 65        | 37        | 42        | 47        | 40        | 32        | 12        | 49        | 48        | 41        | 73        | 59        | 63        | 46        | 59        | 45        | 86        | 51        | 49        | 45        | 33        | 83        | 75        | 53        | 60        | 75        | 49        | 56        | 49        |
| Autres coraux                 | 2         | 2         | 4         | 3         | 1         | 0         | 0         | 3         | 7         | 1         | 1         | 1         | 3         | 0         | 1         | 0         | 0         | 2         | 0         | 2         | 1         | 1         | 3         | 3         | 4         | 4         | 3         | 2         | 3         | 1         | 2         | 3         |
| TOTAL                         | 69        | 53        | 108       | 96        | 65        | 54        | 63        | 69        | 64        | 34        | 67        | 78        | 67        | 97        | 83        | 84        | 67        | 89        | 69        | 121       | 83        | 85        | 81        | 79        | 113       | 108       | 81        | 88        | 108       | 80        | 81        | 79        |



**Annexe n° 6****Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique 2009**

Dans tous les tableaux qui suivent, les espèces en rouge ne sont pas sur les transects. Leur effectif est de 1 car elles n'ont pas été dénombrées.

**Tableau n°0136 :****Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST01)**

| <b>Fam</b> | <b>Espèces</b>                        | <b>Nb</b> | <b>Fam</b> | <b>Espèces</b>                   | <b>Nb</b> |
|------------|---------------------------------------|-----------|------------|----------------------------------|-----------|
| Aca        | <i>Acanthurus blochii</i>             | 1         | Lab        | <i>Halichoeres biocellatus</i>   | 3         |
| Aca        | <i>Acanthurus mata</i>                | 1         | Lab        | <i>Halichoeres melanurus</i>     | 2         |
| Aca        | <i>Naso lopezi</i>                    | 1         | Lab        | <i>Halichoeres prosopion</i>     | 1         |
| Aca        | <i>Naso unicornis</i> juv             | 2         | Lab        | <i>Halichoeres sp</i>            | 2         |
| Aca        | <i>Zebрасoma veliferum</i>            | 1         | Lab        | <i>Hemigymnus melapterus</i>     | 1         |
| Apo        | <i>Apogon selas</i>                   | 11        | Lab        | <i>Thalassoma lunare</i>         | 3         |
| Apo        | <i>Cheilodipterus quinquelineatus</i> | 4         | Mic        | <i>Ptereleotris microlepis</i>   | 2         |
| Cha        | <i>Chaetodon baronessa</i>            | 1         | Mul        | <i>Parupeneus barberinoides</i>  | 3         |
| Cha        | <i>Chaetodon flavirostris</i>         | 1         | Nem        | <i>Pentapodus aureofasciatus</i> | 5         |
| Cha        | <i>Chaetodon melannotus</i>           | 1         | Nem        | <i>Scolopsis bilineatus</i>      | 3         |
| Cha        | <i>Chaetodon vagabundus</i>           | 1         | Pen        | <i>Parapercis hexophthalma</i>   | 5         |
| Cha        | <i>Heniochus acuminatus</i>           | 1         | Pen        | <i>Parapercis millipunctata</i>  | 2         |
| Epi        | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>      | 1         | Pom        | <i>Amblyglyphidodon aureus</i>   | 6         |
| Epi        | <i>Cephalopholis boenak</i>           | 1         | Pom        | <i>Amphiprion perideraion</i>    | 1         |
| Epi        | <i>Cephalopholis sonnerati</i>        | 1         | Pom        | <i>Chromis margaritifer</i>      | 8         |
| Epi        | <i>Epinephelus Howlandi</i>           | 1         | Pom        | <i>Chrysiptera rollandi</i>      | 5         |
| Epi        | <i>Plectropomus leopardus</i>         | 1         | Pom        | <i>Dascyllus aruanus</i>         | 8         |
| Gob        | <i>Amblyeleotris rubrimarginata</i>   | 2         | Pom        | <i>Dascyllus reticulatus</i>     | 11        |
| Gob        | <i>Amblygobius phalaena</i>           | 8         | Pom        | <i>Pomacentrus aurifrons</i>     | 11        |
| Gob        | <i>Valenciennesa randalli</i>         | 3         | Pom        | <i>Pomacentrus moluccensis</i>   | 6         |
| Gra        | <i>Diploprion bifasciatum</i>         | 2         | Sca        | <i>Scarus bleekeri</i>           | 1         |
| Hae        | <i>Plectorhinchus lessonii</i>        | 1         | Sca        | <i>Scarus rivulatus</i>          | 1         |
| Hol        | <i>Sargocentron spiniferum</i>        | 1         | Sca        | <i>Scarus sordidus</i>           | 1         |
| Lab        | <i>Cheilinus chlorourus</i>           | 4         | Sca        | <i>Scarus flavipectoralis</i>    | 1         |
| Lab        | <i>Choerodon graphicus</i>            | 1         | Scr        | <i>Pterois volitans</i>          | 1         |
| Lab        | <i>Cirrhilabrus laboutei</i>          | 2         | Sig        | <i>Siganus punctatus</i>         | 1         |
| Lab        | <i>Cirrhilabrus sp (temmenckii)</i>   | 2         | Tet        | <i>Canthigaster valentini</i>    | 1         |
| Lab        | <i>Coris batuensis</i>                | 3         |            |                                  |           |



Tableau n°0137 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST02)

| Fam | Espèces                           | Nb | Fam | Espèces                             | Nb |
|-----|-----------------------------------|----|-----|-------------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus mata</i>            | 1  | Hae | <i>Plectorhinchus picus</i>         | 1  |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>             | 1  | Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>         | 3  |
| Aca | <i>Zebrasoma veliferum</i>        | 1  | Lab | <i>Cheilinus fasciatus</i>          | 1  |
| Apo | <i>Apogon doederleini</i>         | 6  | Lab | <i>Halichoeres argus</i>            | 2  |
| Apo | <i>Apogon sp</i>                  | 6  | Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>         | 1  |
| Ble | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>   | 2  | Mon | <i>Oxymonacanthus longirostris</i>  | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon bennetti</i>         | 1  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>         | 6  |
| Cha | <i>Chaetodon flavirostris</i>     | 1  | Pom | <i>Abudefduf whitleyi</i>           | 9  |
| Cha | <i>Chaetodon lunulatus</i>        | 2  | Pom | <i>Amblyglyphidodon orbicularis</i> | 8  |
| Cha | <i>Chaetodon melannotus</i>       | 1  | Pom | <i>Chromis fumea</i>                | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>         | 1  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>         | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon ulietensis</i>       | 1  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>         | 7  |
| Cha | <i>Heniochus acuminatus</i>       | 1  | Pom | <i>Neoglyphidodon melas</i>         | 1  |
| Epi | <i>Anypserodon leucogrammicus</i> | 1  | Pom | <i>Neoglyphidodon nigroris</i>      | 1  |
| Epi | <i>Cephalopholis boenak</i>       | 4  | Pom | <i>Pomacentrus aurifrons</i>        | 56 |
| Epi | <i>Epinephelus ongus</i>          | 1  | Sca | <i>Scarus psittacus</i>             | 1  |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>     | 2  | Sig | <i>Siganus vulpinus</i>             | 1  |

Tableau n°0138 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST03)

| Fam | Espèces                             | Nb | Fam | Espèces                             | Nb |
|-----|-------------------------------------|----|-----|-------------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>           | 1  | Nem | <i>Pentapodus aureofasciatus</i>    | 1  |
| Aca | <i>Zebrasoma veliferum</i>          | 1  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>         | 2  |
| Ble | <i>Ecsenius bicolor</i>             | 2  | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>       | 2  |
| Ble | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>     | 1  | Pen | <i>Parapercis xanthozona</i>        | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon lunulatus</i>          | 3  | Pom | <i>Abudefduf whitleyi</i>           | 5  |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>           | 1  | Pom | <i>Amblyglyphidodon orbicularis</i> | 3  |
| Cha | <i>Chaetodon vagabundus</i>         | 1  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>         | 14 |
| Epi | <i>Cephalopholis boenak</i>         | 3  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>         | 11 |
| Epi | <i>Epinephelus maculatus</i>        | 1  | Pom | <i>Dascyllus aruanus</i>            | 21 |
| Gob | <i>Valenciennea sp</i>              | 1  | Pom | <i>Pomacentrus amboinensis</i>      | 6  |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>         | 1  | Pom | <i>Pomacentrus aurifrons</i>        | 56 |
| Lab | <i>Cirrhilabrus sp (temmenckii)</i> | 1  | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>      | 28 |
| Lab | <i>Coris batuensis</i>              | 2  | Sca | <i>Scarus flavipectoralis</i>       | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres melanurus</i>        | 1  | Sca | <i>Scarus ghobban</i>               | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres prosopoeion</i>      | 1  | Sca | <i>Scarus rivulatus</i>             | 1  |
| Lab | <i>Oxycheilinus unifasciatus</i>    | 2  | Sig | <i>Siganus doliatus</i>             | 1  |
| Lab | <i>Thalassoma lunare</i>            | 1  | Sig | <i>Siganus puellus</i>              | 1  |
| Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>     | 1  | Sig | <i>Siganus vulpinus</i>             | 1  |
| Mul | <i>Parupeneus barberinus</i>        | 1  | Tet | <i>Canthigaster valentini</i>       | 1  |

Tableau n°0139 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST04)

| Fam | Espèces                          | Nb  | Fam | Espèces                               | Nb |
|-----|----------------------------------|-----|-----|---------------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>        | 7   | Lut | <i>Lutjanus fulviflamma</i>           | 1  |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>     | 5   | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>       | 1  |
| Aca | <i>Naso brevirostris</i>         | 1   | Mul | <i>Parupeneus ciliatus</i>            | 3  |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>            | 1   | Mul | <i>Parupeneus indicus</i>             | 1  |
| Aca | <i>Zebrasoma scopas</i>          | 5   | Mul | <i>Parupeneus multifasciatus</i>      | 1  |
| Apo | <i>Apogon aureus</i>             | 21  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>           | 8  |
| Ble | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>  | 2   | Pen | <i>Parapercis hexophthalma</i>        | 1  |
| Ble | <i>Plagiotremus laudantus</i>    | 2   | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>             | 5  |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>           | 151 | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>             | 4  |
| Cae | <i>Caesio cuning</i>             | 36  | Poc | <i>Chaetodontoplus conspicillatus</i> | 5  |
| Car | <i>Caranx papuensis</i>          | 2   | Poc | <i>Pomacanthus semicirculatus</i>     | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon auriga</i>          | 1   | Poc | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>        | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon bennetti</i>        | 1   | Poc | <i>Pygoplites diacanthus</i>          | 3  |
| Cha | <i>Chaetodon vagabundus</i>      | 1   | Pom | <i>Abudefduf whitleyi</i>             | 63 |
| Cha | <i>Coradion altivelis</i>        | 3   | Pom | <i>Amblyglyphidodon curacao</i>       | 18 |
| Cha | <i>Heniochus acuminatus</i>      | 2   | Pom | <i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>   | 6  |
| Dio | <i>Diodon hystrix</i>            | 2   | Pom | <i>Chromis atripectoralis</i>         | 6  |
| Epi | <i>Epinephelus maculatus</i>     | 1   | Pom | <i>Chromis iomelas</i>                | 21 |
| Epi | <i>Epinephelus merra</i>         | 1   | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>           | 21 |
| Epi | <i>Epinephelus ongus</i>         | 1   | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>           | 8  |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>    | 3   | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>             | 6  |
| Gra | <i>Diploprion bifasciatum</i>    | 1   | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>          | 11 |
| Hem | <i>Trianodon obesus</i>          | 1   | Pom | <i>Dascyllus trimaculatus</i>         | 11 |
| Hol | <i>Myripristis murdjan</i>       | 1   | Pom | <i>Neoglyphidodon melas</i>           | 3  |
| Lab | <i>Anampses femininus</i>        | 2   | Pom | <i>Neoglyphidodon nigroris</i>        | 5  |
| Lab | <i>Bodianus axillaris</i>        | 1   | Pom | <i>Pomacentrus aurifrons</i>          | 26 |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>      | 2   | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>        | 11 |
| Lab | <i>Cheilinus fasciatus</i>       | 3   | Sca | <i>Scarus altipinnis</i>              | 3  |
| Lab | <i>Cheilinus trilobatus</i>      | 2   | Sca | <i>Scarus bleekeri</i>                | 2  |
| Lab | <i>Choerodon fasciatus</i>       | 2   | Sca | <i>Scarus flavipectoralis</i>         | 14 |
| Lab | <i>Choerodon graphicus</i>       | 1   | Sca | <i>Scarus ghobban</i>                 | 2  |
| Lab | <i>Cirrhitilabrus scottorum</i>  | 2   | Sca | <i>Scarus psittacus</i>               | 1  |
| Lab | <i>Coris batuensis</i>           | 3   | Sca | <i>Scarus rubroviolaceus</i>          | 1  |
| Lab | <i>Epibulus insidiator</i>       | 3   | Sca | <i>Scarus sordidus</i>                | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres melanurus</i>     | 2   | Sca | <i>Cetoscarus ocellatus (juv)</i>     | 2  |
| Lab | <i>Halichoeres prosopion</i>     | 3   | Sig | <i>Siganus argenteus</i>              | 2  |
| Lab | <i>Labroides bicolor</i>         | 3   | Sig | <i>Siganus lineatus</i>               | 1  |
| Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>      | 3   | Sig | <i>Siganus puellus</i>                | 3  |
| Lab | <i>Thalassoma lunare</i>         | 3   | Sig | <i>Siganus vulpinus</i>               | 1  |
| Lut | <i>Lutjanus argentimaculatus</i> | 1   | Syn | <i>Synodus variegatus</i>             | 2  |
| Lut | <i>Lutjanus ehrenbergii</i>      | 1   |     |                                       |    |

Tableau n°0140 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST05)

| Fam | Espèces                              | Nb  | Fam | Espèces                             | Nb  |
|-----|--------------------------------------|-----|-----|-------------------------------------|-----|
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>            | 2   | Let | <i>Lethrinus nebulosus</i>          | 2   |
| Aca | <i>Acanthurus nigricauda</i>         | 1   | Lut | <i>Lutjanus ehrenbergii</i>         | 1   |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 5   | Mul | <i>Mulloidichthys flavolineatus</i> | 3   |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>                | 5   | Mul | <i>Parupeneus spilurus</i>          | 4   |
| Aca | <i>Zebрасoma scopas</i>              | 5   | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>         | 9   |
| Aul | <i>Aulostomus chinensis</i>          | 2   | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>       | 4   |
| Ble | <i>Ecsenius bicolor</i>              | 1   | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>           | 3   |
| Ble | <i>Plagiotremus atrodorsalis</i>     | 1   | Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>        | 3   |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>               | 351 | Poc | <i>Centropyge flavissimus</i>       | 1   |
| Cha | <i>Chaetodon auriga</i>              | 2   | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>           | 3   |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>            | 2   | Poc | <i>Pomacanthus moluccensis</i>      | 2   |
| Cha | <i>Chaetodon speculum</i>            | 3   | Poc | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>      | 4   |
| Das | <i>Dasyatis kuhlii</i>               | 2   | Poc | <i>Pygoplites diacanthus</i>        | 1   |
| Epi | <i>Cephalopholis boenak</i>          | 2   | Pom | <i>Abudefduf whiteyi</i>            | 11  |
| Epi | <i>Epinephelus cyanopodus</i>        | 2   | Pom | <i>Amblyglyphidodon aureus</i>      | 16  |
| Epi | <i>Epinephelus maculatus</i>         | 2   | Pom | <i>Amblyglyphidodon orbicularis</i> | 11  |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>        | 2   | Pom | <i>Amphiprion chrysopterus</i>      | 4   |
| Gob | <i>Amblygobius phalaena</i>          | 2   | Pom | <i>Chromis atripectoralis</i>       | 1   |
| Gob | <i>Valenciennaea puellaris</i>       | 3   | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>         | 116 |
| Gra | <i>Diploprion bifasciatum</i>        | 3   | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>         | 31  |
| Hae | <i>Plectorhinchus flavomaculatus</i> | 3   | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>           | 13  |
| Hae | <i>Plectorhinchus lineatus</i>       | 2   | Pom | <i>Dascyllus aruanus</i>            | 13  |
| Lab | <i>Anampses neoguinaicus</i>         | 3   | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>        | 6   |
| Lab | <i>Bodianus loxozomus</i>            | 3   | Pom | <i>Dascyllus trimaculatus</i>       | 36  |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>          | 2   | Pom | <i>Stegastes aureus</i>             | 6   |
| Lab | <i>Choerodon graphicus</i>           | 2   | Sca | <i>Scarus altipinnis</i>            | 1   |
| Lab | <i>Coris batuensis</i>               | 4   | Sca | <i>Scarus ghobban</i>               | 4   |
| Lab | <i>Coris centralis</i>               | 1   | Sca | <i>Scarus schlegeli</i>             | 3   |
| Lab | <i>Epibulus insidiator</i>           | 2   | Sca | <i>Scarus sordidus</i>              | 11  |
| Lab | <i>Halichoeres melanurus</i>         | 1   | Sca | <i>Scarus spinus</i>                | 2   |
| Lab | <i>Halichoeres prosopion</i>         | 1   | Ser | <i>Diploprion bifasciatum</i>       | 1   |
| Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>         | 1   | Sig | <i>Siganus argenteus</i>            | 3   |
| Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>          | 5   | Sig | <i>Siganus doliatus</i>             | 3   |
| Lab | <i>Thalassoma lunare</i>             | 12  | Sig | <i>Siganus puellus</i>              | 3   |
| Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>          | 1   | Tet | <i>Canthigaster valentini</i>       | 3   |

Tableau n°0141 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST06)

| Fam | Espèces                              | Nb  | Fam | Espèces                              | Nb |
|-----|--------------------------------------|-----|-----|--------------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus dussumieri</i>         | 31  | Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>         | 1  |
| Aca | <i>Acanthurus mata</i>               | 6   | Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>          | 5  |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 5   | Lab | <i>Oxycheilinus sp</i>               | 1  |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>                | 3   | Lab | <i>Thalassoma janseni</i>            | 1  |
| Aca | <i>Zebrasoma scopas</i>              | 3   | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>             | 1  |
| Aca | <i>Zebrasoma veliferum</i>           | 2   | Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>          | 1  |
| Ant | <i>Pseudanthias pascalus</i>         | 1   | Let | <i>Lethrinus nebulosus</i>           | 4  |
| Bal | <i>Balistoides conspicillum</i>      | 1   | Lut | <i>Aprion virescens</i>              | 2  |
| Bal | <i>Sufflamen fraenatus</i>           | 1   | Lut | <i>Lutjanus adetii</i>               | 1  |
| Ble | <i>Ecsenius bicolor</i>              | 1   | Lut | <i>Macolor niger</i>                 | 6  |
| Ble | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>      | 1   | Lut | <i>Lutjanus bohar</i>                | 5  |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>               | 101 | Mic | <i>Ptereleotris evides</i>           | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon flavirostris</i>        | 1   | Mul | <i>Parupeneus multifasciatus</i>     | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon guentheri</i>           | 1   | Mur | <i>Gymnothorax meleagris</i>         | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon kleinii</i>             | 3   | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>          | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon mertensii</i>           | 3   | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>            | 4  |
| Cha | <i>Chaetodon pelewensis</i>          | 3   | Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>         | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon speculum</i>            | 1   | Poc | <i>Centropyge flavissimus</i>        | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon ulietensis</i>          | 1   | Poc | <i>Pomacanthus semicirculatus</i>    | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon vagabundus</i>          | 1   | Pom | <i>Chromis fumea</i>                 | 1  |
| Cha | <i>Heniochus varius</i>              | 3   | Pom | <i>Chromis iomelas</i>               | 1  |
| Cir | <i>Paracirrhites forsteri</i>        | 1   | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>          | 31 |
| Epi | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>     | 2   | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>          | 11 |
| Epi | <i>Cephalopholis urodeta</i>         | 1   | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>            | 11 |
| Epi | <i>Cromileptes altivelis</i>         | 1   | Pom | <i>Chrysiptera unimaculata</i>       | 1  |
| Epi | <i>Epinephelus cyanopodus</i>        | 2   | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>         | 1  |
| Epi | <i>Epinephelus fasciatus</i>         | 1   | Pom | <i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i> | 1  |
| Epi | <i>Epinephelus maculatus</i>         | 4   | Pom | <i>Pomacentrus chrysurus</i>         | 1  |
| Epi | <i>Plectropomus laevis</i>           | 2   | Pom | <i>Pomacentrus imitator</i>          | 1  |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>        | 11  | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>       | 6  |
| Hae | <i>Plectorhinchus chaetodonoides</i> | 5   | Pom | <i>Pomacentrus nagasakiensis</i>     | 1  |
| Hae | <i>Plectorhinchus picus</i>          | 2   | Sca | <i>Cetoscarus ocellatus</i>          | 2  |
| Hol | <i>Sargocentron spiniferum</i>       | 1   | Sca | <i>Chlorurus microrhinos (juv)</i>   | 1  |
| Lab | <i>Anampses neoguinaicus</i>         | 1   | Sca | <i>Scarus altipinnis</i>             | 3  |
| Lab | <i>Bodianus axillaris</i>            | 1   | Sca | <i>Scarus ghobban</i>                | 1  |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>          | 1   | Sca | <i>Scarus rubroviolaceus</i>         | 3  |
| Lab | <i>Gomphosus varius</i>              | 1   | Sca | <i>Scarus schlegeli</i>              | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres biocellatus</i>       | 1   | Sca | <i>Scarus sordidus</i>               | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres hortulanus</i>        | 1   | Sig | <i>Siganus corallinus</i>            | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres prosopion</i>         | 1   | Sig | <i>Siganus punctatus</i>             | 1  |

Tableau n°0142 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST07)

| Fam | Espèces                              | Nb | Fam | Espèces                              | Nb |
|-----|--------------------------------------|----|-----|--------------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>            | 2  | Lab | <i>Coris aygula</i>                  | 1  |
| Aca | <i>Acanthurus dussumieri</i>         | 2  | Lab | <i>Coris batuensis</i>               | 2  |
| Aca | <i>Acanthurus mata</i>               | 8  | Lab | <i>Epibulus insidiator</i>           | 3  |
| Aca | <i>Acanthurus xanthopterus</i>       | 1  | Lab | <i>Halichoeres argus</i>             | 1  |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 9  | Lab | <i>Halichoeres biocellatus</i>       | 1  |
| Aca | <i>Naso tuberosus</i>                | 1  | Lab | <i>Halichoeres hortulanus</i>        | 1  |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>                | 1  | Lab | <i>Halichoeres marginatus</i>        | 1  |
| Aca | <i>Zebrasoma scopas</i>              | 5  | Lab | <i>Halichoeres melanurus</i>         | 1  |
| Aca | <i>Zebrasoma veliferum</i>           | 1  | Lab | <i>Halichoeres prosopoeion</i>       | 1  |
| Ant | <i>Pseudanthias pascalus</i>         | 31 | Lab | <i>Hemigymnus fasciatus</i>          | 1  |
| Ant | <i>Pseudanthias pictilis</i>         | 1  | Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>         | 1  |
| Bal | <i>Sufflamen fraenatus</i>           | 2  | Lab | <i>Macropharyngodon meleagris</i>    | 1  |
| Ble | <i>Exallias brevis</i>               | 1  | Lab | <i>Thalassoma janseni</i>            | 1  |
| Ble | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>      | 1  | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>             | 7  |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>               | 1  | Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>          | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon auriga</i>              | 1  | Lab | <i>Gomphosus varius</i>              | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon baronessa</i>           | 2  | Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>          | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon kleinii</i>             | 1  | Lab | <i>Oxycheilinus unifasciatus</i>     | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon mertensii</i>           | 1  | Let | <i>Lethrinus nebulosus</i>           | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon pelewensis</i>          | 5  | Lut | <i>Aprion virescens</i>              | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon trifasciatus</i>        | 1  | Lut | <i>Lutjanus bohar</i>                | 1  |
| Cha | <i>Chaetodon ulietensis</i>          | 3  | Lut | <i>Macolor niger</i>                 | 1  |
| Cha | <i>Heniochus acuminatus</i>          | 1  | Mic | <i>Ptereleotris evides</i>           | 1  |
| Cha | <i>Heniochus monoceros</i>           | 3  | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>      | 1  |
| Cha | <i>Heniochus varius</i>              | 1  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>          | 7  |
| Cir | <i>Cirrhhichthys falco</i>           | 2  | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>        | 1  |
| Cir | <i>Cirrhhichthys forsteri</i>        | 1  | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>            | 5  |
| Cir | <i>Oxycirrhites typus</i>            | 1  | Poc | <i>Centropyge flavissimus</i>        | 1  |
| Epi | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>     | 2  | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>            | 7  |
| Epi | <i>Cephalopholis miniata</i>         | 3  | Poc | <i>Pomacanthus semicirculatus</i>    | 1  |
| Epi | <i>Cephalopholis sonnerati</i>       | 1  | Poc | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>       | 1  |
| Epi | <i>Cephalopholis urodeta</i>         | 3  | Pom | <i>Amblyglyphidodon aureus</i>       | 16 |
| Epi | <i>Cromileptes altivelis</i>         | 2  | Pom | <i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>  | 6  |
| Epi | <i>Epinephelus cyanopodus</i>        | 1  | Pom | <i>Amphiprion chrysopterus</i>       | 1  |
| Epi | <i>Epinephelus maculatus</i>         | 1  | Pom | <i>Chromis amboinensis</i>           | 1  |
| Epi | <i>Epinephelus polyphekadion</i>     | 1  | Pom | <i>Chromis fumea</i>                 | 1  |
| Epi | <i>Plectropomus laevis</i>           | 1  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>          | 31 |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>        | 3  | Pom | <i>Chromis weberi</i>                | 5  |
| Hae | <i>Plectorhinchus chaetodonoides</i> | 1  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>          | 1  |
| Hae | <i>Plectorhinchus picus</i>          | 1  | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>            | 21 |
| Hol | <i>Myripristis berndti</i>           | 3  | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>         | 6  |
| Hol | <i>Sargocentron spiniferum</i>       | 1  | Pom | <i>Dascyllus trimaculatus</i>        | 1  |
| Lab | <i>Anampses caeruleopunctatus</i>    | 3  | Pom | <i>Neoglyphidodon polyacanthus</i>   | 1  |
| Lab | <i>Anampses femininus</i>            | 1  | Pom | <i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i> | 1  |
| Lab | <i>Anampses neoguinaicus</i>         | 1  | Pom | <i>Pomacentrus bankanensis</i>       | 3  |
| Lab | <i>Bodianus axillaris</i>            | 1  | Pom | <i>Pomacentrus nagasakiensis</i>     | 1  |
| Lab | <i>Bodianus loxozomus</i>            | 1  | Sca | <i>Scarus altipinnis</i>             | 2  |
| Lab | <i>Bodianus perditio</i>             | 2  | Sca | <i>Scarus bleekeri</i>               | 22 |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>          | 3  | Sca | <i>Scarus psittacus</i>              | 1  |
| Lab | <i>Cheilinus fasciatus</i>           | 2  | Sca | <i>Scarus rubroviolaceus</i>         | 1  |

|     |                             |   |     |                               |   |
|-----|-----------------------------|---|-----|-------------------------------|---|
| Lab | <i>Cheilinus trilobatus</i> | 1 | Sca | <i>Scarus schlegeli</i>       | 2 |
| Lab | <i>Choerodon fasciatus</i>  | 1 | Sca | <i>Scarus sordidus</i>        | 6 |
| Lab | <i>Choerodon graphicus</i>  | 1 | Tet | <i>Canthigaster valentini</i> | 3 |

Tableau n°0143 : Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST08)

| Fam | Espèces                        | Nb | Fam | Espèces                            | Nb |
|-----|--------------------------------|----|-----|------------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>      | 1  | Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>        | 5  |
| Aca | <i>Acanthurus dussumieri</i>   | 3  | Lab | <i>Oxycheilinus diagrammus</i>     | 2  |
| Aca | <i>Acanthurus olivaceus</i>    | 1  | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>           | 6  |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>   | 3  | Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>        | 4  |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>          | 1  | Mic | <i>Gunnellichthys curiosus</i>     | 2  |
| Aca | <i>Zebrasoma scopas</i>        | 3  | Mic | <i>Ptereleotris evides</i>         | 4  |
| Aca | <i>Zebrasoma veliferum</i>     | 1  | Mon | <i>Oxymonacanthus longirostris</i> | 4  |
| Bal | <i>Sufflamen fraenatus</i>     | 2  | Mon | <i>Pervagor janthinosoma</i>       | 1  |
| Ble | <i>Cirripectes speculum</i>    | 2  | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>    | 1  |
| Ble | <i>Cirripectes stigmaticus</i> | 2  | Mul | <i>Parupeneus indicus</i>          | 3  |
| Cae | <i>Caesio caerulea</i>         | 21 | Mul | <i>Parupeneus multifasciatus</i>   | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon baronessa</i>     | 1  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>        | 4  |
| Cha | <i>Chaetodon citrinellus</i>   | 5  | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>      | 2  |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>      | 1  | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>          | 3  |
| Cha | <i>Chaetodon trifasciatus</i>  | 2  | Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>       | 2  |
| Cha | <i>Heniochus monoceros</i>     | 1  | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>          | 2  |
| Cha | <i>Heniochus varius</i>        | 1  | Pom | <i>Amblyglyphidodon aureus</i>     | 4  |
| Cir | <i>Cirrhitichthys falco</i>    | 2  | Pom | <i>Amphiprion clarkii</i>          | 1  |
| Epi | <i>Plectropomus laevis</i>     | 2  | Pom | <i>Chromis leucura</i>             | 6  |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>  | 3  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>        | 6  |
| Gra | <i>Diploprion bifasciatum</i>  | 1  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>        | 4  |
| Lab | <i>Anampses femininus</i>      | 2  | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>          | 8  |
| Lab | <i>Anampses neoguinaicus</i>   | 2  | Pom | <i>Dascyllus aruanus</i>           | 7  |
| Lab | <i>Bodianus loxozomus</i>      | 1  | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>       | 18 |
| Lab | <i>Bodianus perdito</i>        | 2  | Pom | <i>Pomacentrus bankanensis</i>     | 8  |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>    | 2  | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>     | 4  |
| Lab | <i>Cirrhilabrus exquiritus</i> | 2  | Sca | <i>Scarus altipinnis</i>           | 1  |
| Lab | <i>Cirrhilabrus laboutei</i>   | 2  | Sca | <i>Scarus frenatus</i>             | 1  |
| Lab | <i>Coris batuensis</i>         | 1  | Sca | <i>Scarus ghobban</i>              | 1  |
| Lab | <i>Gomphosius varius</i>       | 4  | Sca | <i>Scarus sordidus</i>             | 4  |
| Lab | <i>Halichoeres prosopeion</i>  | 3  | Sca | <i>Scarus spinus</i>               | 2  |
| Lab | <i>Hemigymnus fasciatus</i>    | 2  | Sig | <i>Siganus doliatus</i>            | 3  |
| Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>   | 1  | Tet | <i>Canthigaster valentini</i>      | 3  |



Tableau n°0144 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST09)

| Fam | Espèces                              | Nb | Fam | Espèces                           | Nb |
|-----|--------------------------------------|----|-----|-----------------------------------|----|
| Aca | <i>Acanthurus albipectoralis</i>     | 3  | Lab | <i>Coris dorsomaculata</i>        | 2  |
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>            | 8  | Lab | <i>Gomphosus varius</i>           | 3  |
| Aca | <i>Acanthurus nigricans</i>          | 6  | Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>       | 4  |
| Aca | <i>Acanthurus olivaceus</i>          | 3  | Lab | <i>Macropharyngodon meleagris</i> | 2  |
| Aca | <i>Acanthurus pyroferus</i>          | 3  | Lab | <i>Oxycheilinus diagrammus</i>    | 2  |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 6  | Lab | <i>Thalassoma janseni</i>         | 16 |
| Ant | <i>Pseudanthias dispar</i>           | 21 | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>          | 6  |
| Ant | <i>Pseudanthias pascalus</i>         | 41 | Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>       | 17 |
| Bal | <i>Sufflamen chrysopterus</i>        | 2  | Lut | <i>Lutjanus bohar</i>             | 3  |
| Bal | <i>Sufflamen fraenatus</i>           | 5  | Mic | <i>Ptereleotris evides</i>        | 2  |
| Ble | <i>Cirripectes stigmaticus</i>       | 2  | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>   | 4  |
| Cha | <i>Chaetodon kleinii</i>             | 5  | Nem | <i>Pentapodus aureofasciatus</i>  | 5  |
| Cha | <i>Chaetodon mertensii</i>           | 5  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>       | 10 |
| Cha | <i>Chaetodon pelewensis</i>          | 3  | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>     | 3  |
| Cha | <i>Chaetodon plebeius</i>            | 3  | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>         | 6  |
| Cha | <i>Chaetodon unimaculatus</i>        | 2  | Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>      | 5  |
| Cha | <i>Chaetodon vagabundus</i>          | 4  | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>         | 8  |
| Cir | <i>Cirrhhichthys falco</i>           | 3  | Poc | <i>Pomacanthus imperator</i>      | 1  |
| Cir | <i>Paracirrhites arcatus</i>         | 2  | Poc | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>    | 1  |
| Epi | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>     | 1  | Pom | <i>Chromis fumea</i>              | 26 |
| Epi | <i>Cephalopholis urodeta</i>         | 4  | Pom | <i>Chromis iomelas</i>            | 31 |
| Epi | <i>Cromileptes altivelis</i>         | 1  | Pom | <i>Chromis xanthura</i>           | 6  |
| Epi | <i>Plectropomus laevis</i>           | 1  | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>         | 11 |
| Epi | <i>Plectropomus leopardus</i>        | 1  | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>      | 21 |
| Epi | <i>Variola louti</i>                 | 3  | Pom | <i>Pomacentrus bankanensis</i>    | 6  |
| Gob | <i>Valenciennaea strigata</i>        | 2  | Pom | <i>Pomacentrus chrysurus</i>      | 11 |
| Hae | <i>Plectorhinchus chaetodonoides</i> | 1  | Pom | <i>Pomacentrus nagasakiensis</i>  | 11 |
| Lab | <i>Anampses femininus</i>            | 3  | Sca | <i>Scarus schlegeli</i>           | 2  |
| Lab | <i>Anampses neoguinaicus</i>         | 2  | Sca | <i>Scarus sordidus</i>            | 4  |
| Lab | <i>Bodianus diana</i>                | 2  | Sig | <i>Siganus argenteus</i>          | 6  |
| Lab | <i>Bodianus perditio</i>             | 4  | Tet | <i>Canthigaster janthinoptera</i> | 2  |
| Lab | <i>Cheilinus chlorourus</i>          | 4  | Tet | <i>Canthigaster valentini</i>     | 2  |
| Lab | <i>Coris batuensis</i>               | 4  |     |                                   |    |



Tableau n°0145 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST10)

| Fam  | Espèces                              | Nb | Fam | Espèces                                 | Nb  |
|------|--------------------------------------|----|-----|-----------------------------------------|-----|
| Aca  | <i>Acanthurus achilles</i>           | 1  | Lab | <i>Labropsis australis</i>              | 1   |
| Aca  | <i>Acanthurus albipectoralis</i>     | 1  | Lab | <i>Macropharyngodon meleagris</i>       | 2   |
| Aca  | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 9  | Lab | <i>Oxycheilinus celebicus</i>           | 2   |
| Aca  | <i>Naso brachycentron</i>            | 1  | Lab | <i>Oxycheilinus diagrammus</i>          | 3   |
| Aca  | <i>Naso tonganus</i>                 | 1  | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>                | 14  |
| Aca  | <i>Naso unicornis</i>                | 2  | Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>             | 11  |
| Aca  | <i>Zebrasoma scopas</i>              | 5  | Let | <i>Lethrinus miniatus</i>               | 1   |
| Ant  | <i>Pseudanthias pascalus</i>         | 11 | Let | <i>Monotaxis grandoculis</i>            | 3   |
| Apo  | <i>Apogon aureus</i>                 | 11 | Lut | <i>Aprion virescens</i>                 | 2   |
| Apo  | <i>Archamia sp1</i>                  | 11 | Lut | <i>Lutjanus bohar</i>                   | 1   |
| Apo  | <i>Archamia sp2</i>                  | 11 | Lut | <i>Lutjanus gibbus</i>                  | 1   |
| Apo  | <i>Ostorhinchus angustatus</i>       | 11 | Lut | <i>Lutjanus quinquelineatus</i>         | 1   |
| Bal  | <i>Aulostomus chinensis</i>          | 2  | Lut | <i>Macolor niger</i>                    | 1   |
| Bal  | <i>Sufflamen fraenatus</i>           | 4  | Mic | <i>Gunnellichthys curiosus</i>          | 2   |
| Ble  | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i>      | 2  | Mon | <i>Oxymonacanthus longirostris</i>      | 2   |
| Cae  | <i>Caesio caerulea</i>               | 41 | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>         | 7   |
| Car  | <i>Gnathanodon speciosus</i>         | 6  | Mul | <i>Parupeneus multifasciatus</i>        | 5   |
| Car  | <i>Pseudocaranx dentex</i>           | 1  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>             | 21  |
| Carc | <i>Carcharhinus albimarginatus</i>   | 1  | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>           | 3   |
| Cha  | <i>Chaetodon baronessa</i>           | 3  | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>               | 7   |
| Cha  | <i>Chaetodon ephippium</i>           | 2  | Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>            | 5   |
| Cha  | <i>Chaetodon lunulatus</i>           | 8  | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>               | 5   |
| Cha  | <i>Chaetodon mertensii</i>           | 7  | Pom | <i>Abudefduf sexfasciatus</i>           | 16  |
| Cha  | <i>Chaetodon ornatissimus</i>        | 3  | Pom | <i>Abudefduf whitleyi</i>               | 16  |
| Cha  | <i>Chaetodon pelewensis</i>          | 3  | Pom | <i>Amblyglyphidodon aureus</i>          | 11  |
| Cha  | <i>Chaetodon plebeius</i>            | 5  | Pom | <i>Amblyglyphidodon curacao</i>         | 6   |
| Cha  | <i>Forcipiger longirostris</i>       | 7  | Pom | <i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>     | 13  |
| Cha  | <i>Heniochus chrysostomus</i>        | 1  | Pom | <i>Amphiprion chrysopterus</i>          | 6   |
| Cha  | <i>Heniochus varius</i>              | 1  | Pom | <i>Chromis agilis</i>                   | 4   |
| Epi  | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>     | 2  | Pom | <i>Chromis amboinensis</i>              | 6   |
| Epi  | <i>Cephalopholis miniata</i>         | 3  | Pom | <i>Chromis analis</i>                   | 11  |
| Epi  | <i>Cephalopholis sonnerati</i>       | 2  | Pom | <i>Chromis atripes</i>                  | 21  |
| Epi  | <i>Cephalopholis urodeta</i>         | 3  | Pom | <i>Chromis chrysurus</i>                | 6   |
| Epi  | <i>Epinephelus merra</i>             | 2  | Pom | <i>Chromis iomelas</i>                  | 231 |
| Epi  | <i>Plectropomus areolatus</i>        | 1  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>             | 86  |
| Epi  | <i>Plectropomus laevis</i>           | 4  | Pom | <i>Chromis retrofasciata</i>            | 21  |
| Epi  | <i>Plectropomus leopardus</i>        | 10 | Pom | <i>Chromis viridis</i>                  | 21  |
| Gob  | <i>Valenciennesa parva</i>           | 3  | Pom | <i>Chrysiptera notialis</i>             | 6   |
| Hae  | <i>Plectorhynchus chaetodonoides</i> | 1  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>             | 19  |
| Kyp  | <i>Kyphosius sydneyanus</i>          | 1  | Pom | <i>Chrysiptera starcki</i>              | 9   |
| Lab  | <i>Anampses femininus</i>            | 2  | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>               | 19  |
| Lab  | <i>Anampses neoguinaicus</i>         | 5  | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>            | 36  |
| Lab  | <i>Bodianus loxozomus</i>            | 1  | Pom | <i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i> | 21  |
| Lab  | <i>Bodianus perdito</i>              | 1  | Pom | <i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>    | 11  |
| Lab  | <i>Cheilinus chlorourus</i>          | 2  | Pom | <i>Pomacentrus bankanensis</i>          | 11  |
| Lab  | <i>Cheilinus fasciatus</i>           | 2  | Pom | <i>Pomacentrus chrysurus</i>            | 8   |
| Lab  | <i>Cheilinus undulatus</i>           | 1  | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>          | 11  |
| Lab  | <i>Coris batuensis</i>               | 3  | Pom | <i>Pomacentrus philippinus</i>          | 11  |
| Lab  | <i>Coris centralis</i>               | 2  | Sca | <i>Cetoscarus ocellatus (juv)</i>       | 2   |
| Lab  | <i>Epibulus insidiator</i>           | 3  | Sca | <i>Chlorurus microrhinos</i>            | 1   |

|     |                                 |   |     |                                |    |
|-----|---------------------------------|---|-----|--------------------------------|----|
| Lab | <i>Gomphosus varius</i>         | 4 | Sca | <i>Hipposcarus longipex</i>    | 1  |
| Lab | <i>Halichoeres biocellatus</i>  | 2 | Sca | <i>Scarus chameleon</i>        | 3  |
| Lab | <i>Halichoeres ornatissimus</i> | 2 | Sca | <i>Scarus flavipectoralis</i>  | 2  |
| Lab | <i>Halichoeres prosopion</i>    | 2 | Sca | <i>Scarus schlegeli</i>        | 4  |
| Lab | <i>Hemigymnus fasciatus</i>     | 2 | Sca | <i>Scarus sordidus</i>         | 11 |
| Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>    | 3 | Scm | <i>Scomberomorus commerson</i> | 1  |
| Lab | <i>Labroides bicolor</i>        | 3 | Sph | <i>Sphyraena jello</i>         | 1  |
| Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>     | 7 | Tet | <i>Canthigaster valentini</i>  | 4  |

Tableau n°0146 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST11)

| Fam | Espèces                              | Nb | Fam | Espèces                                 | Nb  |
|-----|--------------------------------------|----|-----|-----------------------------------------|-----|
| Aca | <i>Acanthurus albipectoralis</i>     | 1  | Lab | <i>Labroides dimidiatus</i>             | 4   |
| Aca | <i>Acanthurus blochii</i>            | 1  | Lab | <i>Macropharyngodon meleagris</i>       | 2   |
| Aca | <i>Acanthurus lineatus</i>           | 5  | Lab | <i>Oxycheilinus unifasciatus</i>        | 4   |
| Aca | <i>Ctenochaetus striatus</i>         | 10 | Lab | <i>Thalassoma janssenii</i>             | 8   |
| Aca | <i>Naso brachycentron</i>            | 1  | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>                | 11  |
| Aca | <i>Naso brevirostris</i>             | 1  | Lab | <i>Thalassoma lutescens</i>             | 9   |
| Aca | <i>Naso unicornis</i>                | 3  | Lab | <i>Anampses femininus</i>               | 1   |
| Aca | <i>Zebrasoma scopas</i>              | 1  | Lut | <i>Lutjanus bohar</i>                   | 1   |
| Aul | <i>Aulostomus chinensis</i>          | 2  | Mic | <i>Gunnellichthys curiosus</i>          | 2   |
| Bal | <i>Sufflamen fraenatus</i>           | 3  | Mic | <i>Ptereleotris evides</i>              | 2   |
| Ble | <i>Ecsenius bicolor</i>              | 2  | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>         | 7   |
| Cha | <i>Chaetodon flavirostris</i>        | 1  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>             | 9   |
| Cha | <i>Chaetodon lunulatus</i>           | 3  | Pen | <i>Parapercis hexophtalma</i>           | 2   |
| Cha | <i>Chaetodon mertensii</i>           | 6  | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>               | 3   |
| Cha | <i>Chaetodon pelewensis</i>          | 2  | Poc | <i>Centropyge bispinosus</i>            | 4   |
| Cha | <i>Chaetodon speculum</i>            | 1  | Poc | <i>Centropyge flavissimus</i>           | 5   |
| Cha | <i>Chaetodon vagabundus</i>          | 3  | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>               | 5   |
| Cha | <i>Heniochus acuminatus</i>          | 5  | Poc | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>          | 3   |
| Cha | <i>Heniochus monoceros</i>           | 1  | Pom | <i>Abudefduf sexfasciatus</i>           | 501 |
| Cha | <i>Heniochus varius</i>              | 1  | Pom | <i>Abudefduf whitleyi</i>               | 101 |
| Cir | <i>Cirrhhichthys falco</i>           | 3  | Pom | <i>Amblyglyphidodon aureus</i>          | 11  |
| Cir | <i>Paracirrhites forsteri</i>        | 3  | Pom | <i>Chromis iomelas</i>                  | 21  |
| Epi | <i>Anyperodon leucogrammicus</i>     | 1  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>             | 28  |
| Epi | <i>Cephalopholis urodeta</i>         | 6  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>             | 14  |
| Epi | <i>Epinephelus fasciatus</i>         | 1  | Pom | <i>Chrysiptera taupou</i>               | 11  |
| Hae | <i>Plectorhinchus chaetodonoides</i> | 1  | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>            | 11  |
| Hol | <i>Myripristis botsche</i>           | 11 | Pom | <i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i> | 11  |
| Hol | <i>Sargocentron spiniferum</i>       | 1  | Pom | <i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>    | 11  |
| Lab | <i>Anampses neoguinaicus</i>         | 5  | Pom | <i>Pomacentrus bankanensis</i>          | 31  |
| Lab | <i>Cirrhlilabrus laboutei</i>        | 2  | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>          | 31  |
| Lab | <i>Coris batuensis</i>               | 3  | Sca | <i>Cetoscarus ocellatus</i>             | 1   |
| Lab | <i>Gomphosus varius</i>              | 4  | Sca | <i>Scarus globiceps</i>                 | 5   |
| Lab | <i>Halichoeres hortulanus</i>        | 1  | Sca | <i>Scarus schlegeli</i>                 | 4   |
| Lab | <i>Hemigymnus fasciatus</i>          | 1  | Sca | <i>Scarus sordidus</i>                  | 5   |
| Lab | <i>Hemigymnus melapterus</i>         | 1  | Zan | <i>Zanclus cornutus</i>                 | 3   |

Tableau n°0147 :

Annexe 06 : Liste poissons (totale) (ST12)

| Fam  | Espèces                         | Nb | Fam | Espèces                          | Nb |
|------|---------------------------------|----|-----|----------------------------------|----|
| Aca  | <i>Acanthurus blochii</i>       | 2  | Lab | <i>Stethojulis sp</i>            | 1  |
| Aca  | <i>Ctenochaetus striatus</i>    | 3  | Lab | <i>Thalassoma lunare</i>         | 6  |
| Aca  | <i>Naso unicornis</i>           | 1  | Lab | <i>Cirrhilabrus punctatus</i>    | 2  |
| Aca  | <i>Zebrasoma scopas</i>         | 4  | Lab | <i>Oxycheilinus celebicus</i>    | 2  |
| Apo  | <i>Apogon doederleini</i>       | 21 | Lab | <i>Oxycheilinus unifasciatus</i> | 2  |
| Apo  | <i>Apogon fuscus</i>            | 11 | Lut | <i>Lutjanus fulviflamma</i>      | 1  |
| Apo  | <i>Apogon sp</i>                | 11 | Mic | <i>Gunnellichthys curiosus</i>   | 1  |
| Apo  | <i>Cheilodipterus macrodon</i>  | 4  | Mon | <i>Pervagor melanocephalus</i>   | 1  |
| Bal  | <i>Sufflamen fraenatus</i>      | 1  | Mul | <i>Parupeneus barberinoides</i>  | 1  |
| Ble  | <i>Ecsenius bicolor</i>         | 2  | Mul | <i>Parupeneus indicus</i>        | 1  |
| Ble  | <i>Meiacanthus atrodorsalis</i> | 2  | Nem | <i>Scolopsis bilineatus</i>      | 5  |
| Cae  | <i>Caesio caerulea</i>          | 54 | Poc | <i>Centropyge bicolor</i>        | 5  |
| Carc | <i>Trianodon obesus</i>         | 1  | Poc | <i>Centropyge tibicen</i>        | 2  |
| Cha  | <i>Chaetodon baronessa</i>      | 4  | Poc | <i>Pomacanthus sexstriatus</i>   | 1  |
| Cha  | <i>Chaetodon bennetti</i>       | 2  | Pom | <i>Abudefduf whitleyi</i>        | 11 |
| Cha  | <i>Chaetodon flavirostris</i>   | 1  | Pom | <i>Amblyglyphidodon curacao</i>  | 21 |
| Cha  | <i>Chaetodon lunulatus</i>      | 1  | Pom | <i>Chromis atripectoralis</i>    | 1  |
| Cha  | <i>Chaetodon unimaculatus</i>   | 1  | Pom | <i>Chromis fumea</i>             | 31 |
| Cha  | <i>Forcipiger longirostris</i>  | 3  | Pom | <i>Chromis margaritifer</i>      | 11 |
| Cha  | <i>Heniochus acuminatus</i>     | 1  | Pom | <i>Chromis viridis</i>           | 1  |
| Cha  | <i>Heniochus varius</i>         | 1  | Pom | <i>Chrysiptera rollandi</i>      | 14 |
| Epi  | <i>Cephalopholis boenak</i>     | 2  | Pom | <i>Dascyllus aruanus</i>         | 1  |
| Epi  | <i>Epinephelus cyanopodus</i>   | 1  | Pom | <i>Dascyllus reticulatus</i>     | 36 |
| Epi  | <i>Plectropomus leopardus</i>   | 5  | Pom | <i>Neoglyphidodon nigroris</i>   | 2  |
| Gob  | <i>Valenciennea randalli</i>    | 1  | Pom | <i>Pomacentrus bankanensis</i>   | 4  |
| Hol  | <i>Sargocentron spiniferum</i>  | 1  | Pom | <i>Pomacentrus coelestis</i>     | 7  |
| Lab  | <i>Anampses femininus</i>       | 1  | Pom | <i>Pomacentrus moluccensis</i>   | 16 |
| Lab  | <i>Anampses neoguinaicus</i>    | 2  | Sca | <i>Cetoscarus ocellatus</i>      | 1  |
| Lab  | <i>Cheilinus chlorourus</i>     | 1  | Sca | <i>Scarus bleekeri</i>           | 1  |
| Lab  | <i>Cheilinus fasciatus</i>      | 2  | Sca | <i>Scarus flavipectoralis</i>    | 10 |
| Lab  | <i>Coris batuensis</i>          | 2  | Scm | <i>Scomberomorus commerson</i>   | 1  |
| Lab  | <i>Halichoeres biocellatus</i>  | 1  | Sig | <i>Siganus corallinus</i>        | 1  |
| Lab  | <i>Hemigymnus fasciatus</i>     | 2  | Sig | <i>Siganus doliatus</i>          | 1  |
| Lab  | <i>Labroides bicolor</i>        | 2  | Sig | <i>Siganus vulpinus</i>          | 1  |
| Lab  | <i>Labroides dimidiatus</i>     | 3  | Tet | <i>Canthigaster valentini</i>    | 2  |

Tableau n°0148 : *Annexe 06 : Récapitulatifs des données (poissons) : liste restreinte Cahier des Charges*

| 2009<br>Stations   | TA<br>Dens | TB<br>Dens | TC<br>Dens | TA<br>Biom | TB<br>Biom | TC<br>Biom | TA<br>Biodiv 1 | TB<br>Biodiv 1 | TC<br>Biodiv 1 | Dens<br>Moy | Biom<br>Moy | Biod Tot<br>sur Sta | I shan<br>sur Sta | I Eq<br>sur Sta |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| <b>B Chambey</b>   | 0,80       | 0,57       | 0,94       | 57,60      | 76,24      | 29,03      | 13             | 14             | 9              | 0,91        | 57,37       | 30                  | 4,06              | 0,83            |
| <b>Bc Kié</b>      | 3,09       | 3,60       | 2,34       | 60,42      | 43,49      | 70,81      | 20             | 25             | 21             | 3,01        | 58,24       | 39                  | 4,52              | 0,86            |
| <b>Casy I</b>      | 3,19       | 0,50       |            | 7,65       | 10,36      |            | 12             | 2              |                | 1,85        | 9,01        | 12                  | 3,24              | 0,90            |
| <b>Creek</b>       |            | 1,23       | 1,17       |            | 11,77      | 1,16       |                | 6              | 5              | 1,20        | 6,47        | 9                   | 1,72              | 0,54            |
| <b>I Kie</b>       | 5,86       | 1,57       | 2,42       | 511,15     | 195,53     | 111,52     | 44             | 21             | 19             | 3,56        | 272,73      | 51                  | 4,95              | 0,87            |
| <b>Ionontea</b>    | 1,90       | 0,68       | 0,32       | 509,83     | 148,40     | 11,58      | 17             | 10             | 7              | 0,96        | 223,27      | 31                  | 3,31              | 0,67            |
| <b>Ioro</b>        | 1,95       | 3,23       | 3,31       | 144,36     | 327,34     | 428,07     | 22             | 22             | 13             | 2,83        | 299,92      | 45                  | 2,62              | 0,48            |
| <b>Port I</b>      | 3,90       | 2,07       | 2,02       | 2,31       | 5,19       | 1,41       | 5              | 7              | 5              | 2,66        | 2,97        | 9                   | 2,19              | 0,69            |
| <b>Puka</b>        |            | 2,41       | 3,25       |            | 58,78      | 48,22      |                | 25             | 13             | 2,83        | 49,51       | 31                  | 4,31              | 0,87            |
| <b>Toemo</b>       | 1,41       | 2,31       | 2,47       | 78,87      | 67,94      | 63,23      | 15             | 19             | 8              | 2,06        | 70,01       | 31                  | 4,47              | 0,90            |
| <b>Woodin</b>      | 2,25       | 4,34       | 1,75       | 57,65      | 387,47     | 839,70     | 11             | 24             | 11             | 2,78        | 428,27      | 36                  | 3,43              | 0,66            |
| <b>Port II</b>     | 2,75       | 1,78       | 2,22       | 7,47       | 123,54     | 9,66       | 12             | 10             | 12             | 2,25        | 46,89       | 22                  | 3,14              | 0,70            |
| <b>Casy II</b>     | 8,40       | 0,02       | 0,00       | 16,48      | 4,88       | 0,00       | 7              | 1              | 0              | 2,81        | 7,12        | 8                   | 0,66              | 0,22            |
| <b>Ugo</b>         |            | 1,98       | 2,04       |            | 21,31      | 101,37     |                | 19             | 13             | 2,01        | 59,51       | 23                  | 3,42              | 0,76            |
| <b>Moyenne</b>     | 3,23       | 1,88       | 1,87       | 132,16     | 105,87     | 131,98     | 16,18          | 14,64          | 10,46          | 2,27        | 113,66      | 26,93               | 3,29              | 0,71            |
| <b>Int Conf. ±</b> | 0,99       | 0,57       | 0,46       | 87,02      | 55,27      | 109,50     | 4,78           | 3,90           | 2,61           | 0,37        | 61,31       | 6,25                | 0,54              | 0,09            |
| <b>Variance</b>    | 4,79       | 1,57       | 1,03       | 36680,75   | 14799,66   | 58084,56   | 110,56         | 73,63          | 32,94          | 0,66        | 18207,03    | 188,99              | 1,41              | 0,04            |
| <b>Coef Var</b>    | 0,68       | 0,67       | 0,54       | 1,45       | 1,15       | 1,83       | 0,65           | 0,59           | 0,55           | 0,36        | 1,19        | 0,51                | 0,36              | 0,27            |

TA : transect A ; Dens : nb d'ind./m<sup>2</sup> ; Biom : g/ m<sup>2</sup> ; Biodiv 1 : nb d'espèces de la liste du cahier des charges sur le transect ; Biodiv Tot/sta : nb d'espèces vues sur les transects de la station ; I shan : Indice de Shannon sur la station ; I. Eq : Indice d'Equitabilité sur la station

Moyenne de la colonne ; Int Conf. ± : Intervalle de confiance de la moyenne à 95% ; Variance de la colonne ; Coef de Var : Coefficient de variation ( $\sigma/\mu$ )



Tableau n°0149 : *Annexe 06 : Récapitulatifs des données (poissons) : liste totale*

| Stations        | TA<br>Dens | TB<br>Dens | TC<br>Dens | TA<br>Biom | TB<br>Biom | TC<br>Biom | TA<br>Biod 1 | TB<br>Biod 1 | TC<br>Biod 1 | Dens<br>Moy | Biom<br>Moy | Biod 1<br>Totale | Ish<br>sur TR | Eq<br>sur TR | Biod 2<br>Station | I. sh<br>Station | I. Eq<br>Station |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|
| <b>B. Chbey</b> | 1,04       | 1,03       | 1,46       | 62,96      | 78,97      | 35,7       | 18           | 18           | 13           | 1,18        | 59,21       | 43               | 4,486         | 0,827        | 106               | 5,709            | 0,847            |
| <b>Bc Kie</b>   | 4,43       | 4,85       | 2,75       | 65,37      | 48,56      | 74,15      | 28           | 37           | 27           | 4,01        | 62,69       | 58               | 5,030         | 0,858        | 65                | 5,333            | 0,885            |
| <b>Casy I</b>   | 5,58       | 1,42       |            | 12,67      | 13,48      |            | 23           | 11           |              | 3,50        | 13,08       | 28               | 4,370         | 0,909        | 55                | 5,247            | 0,908            |
| <b>Creek</b>    |            | 1,38       | 1,6        |            | 11,87      | 1,58       |              | 8            | 8            | 1,49        | 6,73        | 13               | 2,460         | 0,664        | 34                | 3,600            | 0,707            |
| <b>Ilot Kie</b> | 15,83      | 3,22       | 5,84       | 540,39     | 209,82     | 123,08     | 71           | 31           | 35           | 8,30        | 291,10      | 92               | 5,015         | 0,769        | 116               | 4,126            | 0,598            |
| <b>Ionontea</b> | 2,2        | 0,98       | 0,34       | 510,97     | 149,54     | 19,05      | 18           | 11           | 8            | 1,17        | 226,52      | 33               | 3,463         | 0,686        | 81                | 4,622            | 0,729            |
| <b>Ioro</b>     | 2,92       | 5,69       | 3,65       | 175,26     | 342,57     | 430,06     | 30           | 28           | 15           | 4,09        | 315,96      | 56               | 3,134         | 0,540        | 70                | 3,598            | 0,587            |
| <b>Port I</b>   | 4,45       | 2,37       | 2,28       | 4,87       | 6,68       | 2,09       | 9            | 10           | 7            | 3,03        | 4,55        | 16               | 2,808         | 0,702        | 38                | 3,737            | 0,712            |
| <b>Puka</b>     |            | 3,43       | 3,57       |            | 58,42      | 48,01      |              | 41           | 17           | 3,50        | 53,22       | 48               | 4,957         | 0,888        | 66                | 5,543            | 0,917            |
| <b>Toemo</b>    | 2,09       | 3,61       | 3,65       | 89,66      | 77,17      | 72,05      | 23           | 28           | 16           | 3,12        | 79,63       | 50               | 3,048         | 0,540        | 71                | 3,444            | 0,560            |
| <b>Woodin</b>   | 4,2        | 5,74       | 2,28       | 63,96      | 460,79     | 844,03     | 19           | 39           | 16           | 4,07        | 456,26      | 55               | 4,127         | 0,714        | 81                | 4,694            | 0,740            |
| <b>Casy II</b>  | 8,55       | 0,09       | 0          | 17,83      | 5,26       | 0          | 9            | 2            | 0            | 2,88        | 7,70        | 10               | 0,787         | 0,237        | 24                | 1,285            | 0,280            |
| <b>Port II</b>  | 3,15       | 2,3        | 2,3        | 8,21       | 124,01     | 9,82       | 13           | 12           | 14           | 2,58        | 47,35       | 26               | 3,404         | 0,724        | 50                | 4,245            | 0,752            |
| <b>Ugo</b>      |            | 2,74       | 4,23       |            | 28,49      | 117,56     |              | 27           | 23           | 3,49        | 73,03       | 40               | 4,260         | 0,801        | 70                | 4,950            | 0,807            |
| Moyenne         | 4,95       | 2,78       | 2,83       | 141,10     | 115,40     | 148,10     | 23,73        | 21,64        | 16,58        | 3,31        | 121,21      | 40,57            | 3,67          | 0,70         | 66,21             | 4,30             | 0,72             |
| Intv Conf ±     | 2,50       | 0,98       | 0,84       | 118,44     | 76,02      | 143,32     | 10,32        | 7,13         | 4,77         | 0,97        | 78,87       | 12,18            | 0,66          | 0,10         | 14,23             | 0,64             | 0,09             |
| Variance        | 17,12      | 3,12       | 2,13       | 38574,89   | 18782,20   | 61622,27   | 293,02       | 165,32       | 68,27        | 3,07        | 20217,92    | 482,42           | 1,41          | 0,03         | 658,18            | 1,33             | 0,03             |
| Coef Var        | 0,84       | 0,64       | 0,52       | 1,39       | 1,19       | 1,68       | 0,72         | 0,59         | 0,50         | 0,53        | 1,17        | 0,54             | 0,32          | 0,25         | 0,39              | 0,27             | 0,24             |

La « Biod 1 » est la biodiversité  $\alpha$  repérée sur chaque transect. La « Biod 1 Totale » est la biodiversité  $\alpha$  sur l'ensemble des transects de la station. La « Biod 2 station » est la biodiversité  $\alpha$  qui en plus de la précédente prend également en compte les poissons hors des transects



**Aqua**



**Terra**

**Mission terrain :** campagne courantologie, mesures de bruits, prélèvements eaux et sédiments, ...

**Indices biotiques :** IBNC, IBS

**Etats initiaux :** inventaire floristique et faunistique (milieux marins, littoral, miniers...), hydrologie, géologie, zones dégradées

**Etudes de Faisabilité technique et environnementale :** projets agricoles, aquacoles, carrière et mine

**Etudes d'impact sur l'Environnement**

**Dossier d'Autorisation d'Occupation du Domaine Public Maritime (DAODPM)**

**Dossier Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) :** déclaration et autorisation

**Plans de restauration et de réhabilitation :** carrière, mine, milieu marin (récifs), mangroves et rivières

**Conception pour les aménagements touristiques :** jardins paysagers sous-marins

**Maitrise d'œuvre / suivi de chantier** en terrassement, gestion des eaux et revégétalisation

**Consulting en revégétalisation de sites miniers**

**Formation, sensibilisation :** environnement, normes, réglementations, audits internes

**Management qualité – Norme ISO 9001**

**Management environnemental – Norme ISO 14001**

## **ANNEXE III**

**État de référence de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie :  
détermination de la qualité écotoxicologique initiale des eaux par  
transplantation d'espèces bio-indicatrices (bioaccumulation) (IRD)**



## CONVENTION DE RECHERCHES IRD/VALE INCO NC

Convention n°2325

---

### ETAT DE REFERENCE DE LA ZONE SUD DU LAGON DE NOUVELLE-CALEDONIE : DETERMINATION DE LA QUALITE ECOTOXICOLOGIQUE INITIALE DES EAUX PAR TRANSPLANTATION D'ESPECES BIOINDICATRICES (BIOACCUMULATION)

---



### Rapport

IRD-Nouméa, 01/12/09

L. BREAU, A. GOYAUD, H. LEGRAND, B. MORETON

UR-103 CAMELIA, IRD Nouméa

Nouvelle-Calédonie



## SOMMAIRE

|                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Introduction .....</b>                                    | <b>- 5 -</b>  |
| <b>Objectifs .....</b>                                       | <b>- 5 -</b>  |
| <b>Méthodologie.....</b>                                     | <b>- 5 -</b>  |
| Récolte et étude initiale des spécimens à transplanter ..... | - 6 -         |
| Immersion, contrôle et récupération des cages .....          | - 8 -         |
| Conditions météorologiques .....                             | - 9 -         |
| Traitement et analyse des échantillons.....                  | - 9 -         |
| <b>Résultats - Discussion.....</b>                           | <b>- 11 -</b> |
| Croissance des bivalves transplantés .....                   | - 11 -        |
| Condition physiologique des bivalves transplantés .....      | - 12 -        |
| Concentrations en métaux dans les bivalves .....             | - 13 -        |
| Niveaux de concentration.....                                | - 13 -        |
| Variabilité des concentrations .....                         | - 15 -        |
| Concentrations en métaux dans les algues .....               | - 15 -        |
| Niveaux de concentration.....                                | - 15 -        |
| Variabilité des concentrations .....                         | - 16 -        |
| <b>Conclusion.....</b>                                       | <b>- 18 -</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>                     | <b>- 21 -</b> |
| <b>Annexes .....</b>                                         | <b>- 23 -</b> |



## Introduction

Afin de répondre au cahier des charges établi par la Province Sud de Nouvelle-Calédonie, la société minière Vale Inco NC a sollicité l'Unité de Recherches UR 103 « CAMELIA » de l'IRD Nouméa pour mettre en œuvre un programme d'études permettant de définir l'état de référence écotoxicologique du milieu marin dans la région sud de la Grande Terre. Sur la base des précédents travaux de recherche réalisés dans ce domaine par notre équipe, deux approches complémentaires ont été proposées pour évaluer les apports naturels en métaux biodisponibles dans cette zone :

- par transplantation en stations artificielles d'espèces bioindicatrices bioaccumulatrices ;
- par analyse des chairs des produits de la mer (coquillages, crustacés et poissons) les plus communément consommés dans cette région sud.

Ce document présente la méthodologie et les résultats obtenus dans le cadre de la mise en œuvre de la méthode de transplantation d'espèces bioindicatrices.

## Objectifs

La méthode de transplantation d'espèces bioindicatrices en stations artificielles consiste à immerger pendant trois mois deux espèces bioindicatrices accumulatrices de métaux (une algue et un bivalve) dans des cages disposées à une profondeur et une localisation géographique choisies par l'opérateur. A l'issue de cette période d'immersion des spécimens-tests dans le milieu récepteur à surveiller, divers paramètres physiologiques des bivalves ainsi que les concentrations en différents métaux accumulés dans les tissus des deux espèces sont étudiés. Les données ainsi obtenues avant le début des rejets liquides dans le milieu marin permettent donc d'évaluer quantitativement les apports naturels en métaux biodisponibles dans le milieu marin côtier et serviront de données de base auxquelles pourront être comparés les résultats des études ultérieures de suivi écotoxicologique du milieu une fois l'usine mise en opération.

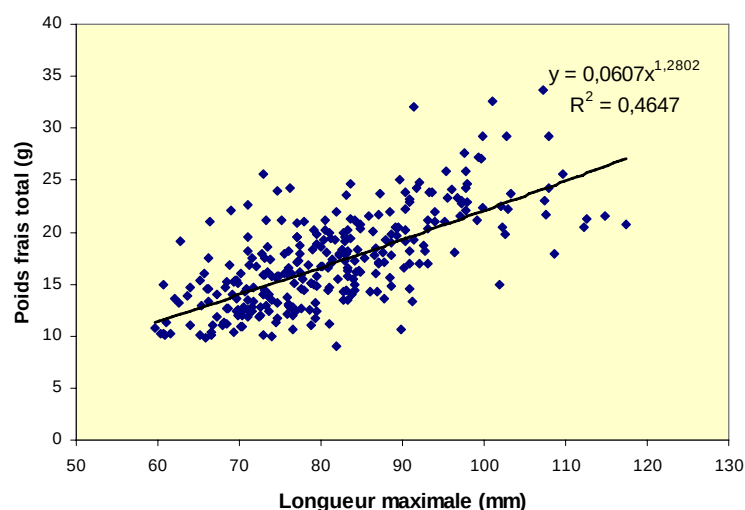
## Méthodologie

La méthode de transplantation mise en œuvre est présentée de manière détaillée dans le rapport [Breau et al., 2009b](#) et suit étroitement les recommandations formulées dans le protocole international standardisé [ASTM E2122-02](#).

## Récolte et étude initiale des spécimens à transplanter

Les bivalves *Isognomon isognomon* Linnaeus et les macroalgues brunes *Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley ont été récoltés début juillet 2009 dans la Baie Maa, précédemment identifiée comme un site de référence pour l'étude de la plupart des métaux étudiés (Breau, 2003 ; Breau *et al.*, 2003). Après tri et brossage des coquilles à l'aide d'une brosse, les bivalves ont été mis en dépuración sous un flux continu d'eau de mer décantée (Aquarium des Lagons) afin d'éliminer les matières ingérées. Après dépuración, les spécimens ont été épongés et pesés (poids frais total de l'animal vivant) puis mesurés au dixième de millimètre à l'aide d'un pied à coulisse (longueur linéaire de la coquille à partir de la pointe de la charnière, près du byssus) et marqués d'un numéro d'identification individuelle.

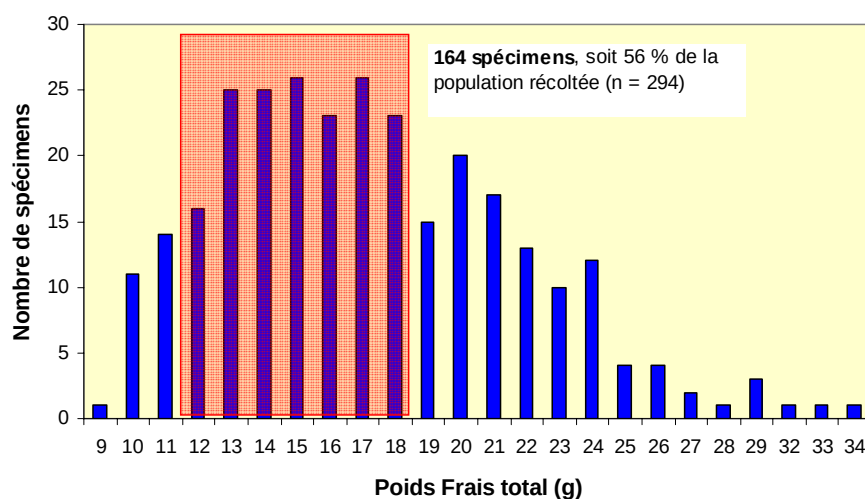
Comme chez de nombreux organismes marins (Boyden, 1977), l'âge et la croissance des spécimens sont susceptibles d'exercer une influence sur les processus de bioaccumulation, donc des concentrations en métaux mesurées dans les chairs. L'analyse comparative des concentrations entre stations en fin de transplantation nécessite donc de limiter autant que possible la variabilité interindividuelle due à la taille au sein de chaque lot transplanté. L'étude de la structure de taille de la population de bivalves récoltée (soit environ trois cents spécimens) a donc été réalisée afin de déterminer la classe de taille optimale des spécimens à transplanter. Comme précédemment observé (Breau *et al.*, 2009b), la relation allométrique entre le poids frais total et la longueur est quasi linéaire mais n'est pas très étroite ( $R^2=0,46$ ) (Fig. 1) : de nombreux spécimens sont longs mais fins et de masse réduite, alors que d'autres sont courts mais épais et lourds ; de plus, certains spécimens sont fortement courbés latéralement ou longitudinalement, d'où un biais important lors de la mesure de la longueur. Le poids frais total a donc été pris en compte pour l'élaboration des lots à transplanter.



**Figure 1 :** Relation allométrique entre le poids frais total des bivalves *Isognomon isognomon* vivants et la longueur de la coquille.

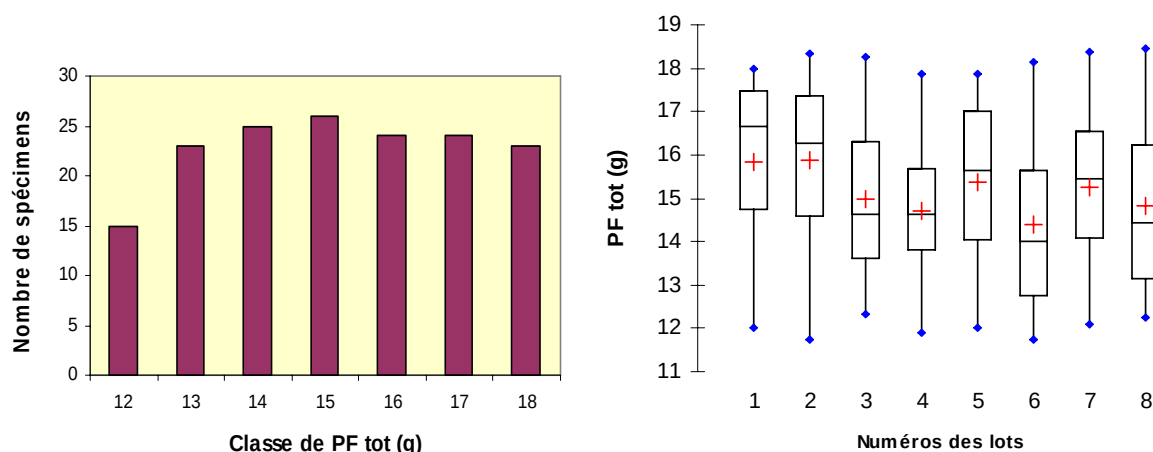
La présente étude nécessitant un total de 160 spécimens (soit huit stations de transplantation contenant vingt spécimens chacune) de poids frais les plus homogènes possible, la classe de taille la plus réduite contenant ce nombre de spécimens a été recherchée. L'examen de la

structure de poids frais total des 294 spécimens pesés et marqués indique que 164 spécimens (soit 56 %) présentent des poids frais compris entre 12 et 18 g, soit une moyenne de  $15 \pm 3$  g (Fig. 2).



**Figure 2 :** Structure de poids frais des bivalves récoltés et sélection de la classe de poids.

La constitution des huit lots a été réalisée par tirage aléatoire au sein des 160 spécimens sélectionnés. La structure de taille (poids frais total) de la population transplantée et l'homogénéité des lots ont ensuite été vérifiées (Fig. 3). Les poids frais moyens varient de  $14,38 \pm 1,90$  g à  $15,89 \pm 1,99$  g (soit une moyenne globale de 15,15 g) et ne diffèrent pas statistiquement entre les huit lots ( $p=0,117$ ). Les longueurs moyennes des coquilles varient de  $73,9 \pm 4,3$  mm (St 06) à  $79,8 \pm 6,0$  mm (St 07 et St 16), soit une moyenne globale de 77,6 mm.



**Figure 3 :** Structure de taille (poids frais total « PF tot ») de la population transplantée et vérification de l'homogénéité de poids entre les huit lots.

Les algues *Lobophora variegata* récoltées ont été triées afin de sélectionner les frondes de taille supérieure à la maille des cages de transplantation. Celles-ci ont ensuite été brossées puis distribuées de façon à constituer huit lots de vingt algues chacun. Contrairement aux bivalves, aucune mesure ni marquage individuel n'a été réalisé sur les algues.

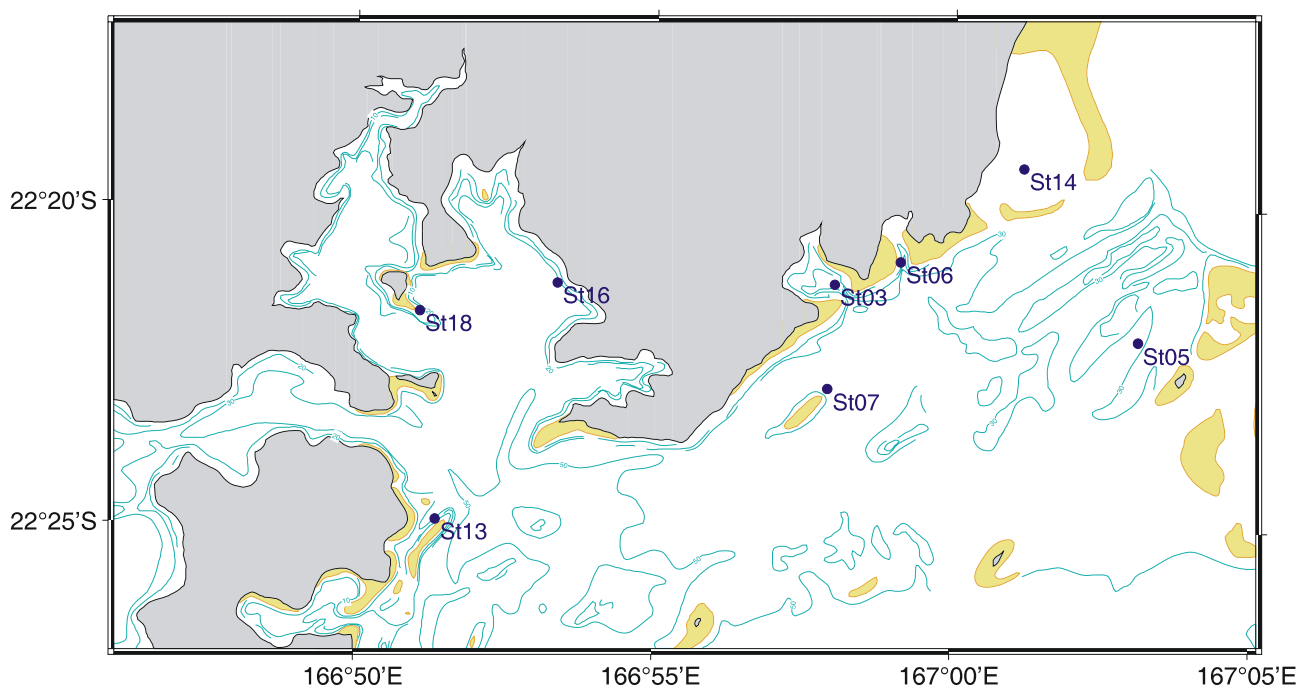


## Immersion, contrôle et récupération des cages

Les huit stations de transplantation ont été sélectionnées parmi les treize stations du plan de suivi du milieu marin mentionnées à l'Annexe X de l'arrêté ICPE du 9 octobre 2008 autorisant l'exploitation de l'usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt (Tableau 1 et Fig. 4).

A chaque station, un lot de bivalves et un lot d'algues, stockés dans des glacières compartimentées remplies d'eau de mer, ont été transférés dans une cage de transplantation en plastique rigide surmontée d'un flotteur et reliée par un bout à une gueuse en plomb. Six des huit cages ont été immergées à une profondeur moyenne de 16 m, qui correspond à la demi-profondeur moyenne de la colonne d'eau sur l'ensemble des huit stations sélectionnées pour le suivi (Tableau 1). Les cages des stations St 03- Port Boisé et St 06-Kwé ont été placées à 10 m de profondeur afin de compenser la diminution importante de la pénétration de la lumière nécessaire aux algues, due à la forte turbidité des eaux à ces deux stations estuariennes. Des difficultés de largage du dispositif de transplantation ont été rencontrées à la station St 05-Merlet en raison d'un très fort courant de surface entraînant une dérive du matériel immergé rendant difficile la détermination précise de son positionnement sous-marin.

La campagne d'immersion des cages a été réalisée les 17 et 20 juillet 2009 avec le N/O CORIS et avec l'aide du Service Plongée (SEOH) de l'IRD Nouméa.



**Figure 4 :** Localisation géographique des huit stations de suivi écotoxicologique du milieu marin par transplantation d'espèces bioaccumulatrices.

Après deux mois d'immersion, le dispositif de transplantation immergé aux stations St 03, St 06, St 07, St 13, St 16 et St 18 a été contrôlé en plongée sous-marine puis brossé afin d'éliminer le biofouling déposé sur les cages et les flotteurs. La cage de la station St 07 a été retrouvée à proximité du fond et non en pleine eau, en raison d'un fort courant plaquant le dispositif vers le fond. La cage a donc été équipée d'un nouveau flotteur puis déplacée de quelques dizaines de mètres vers le sud-ouest pour être immergée sous le vent du récif Ioro. Les conditions de fort courant au moment de la visite n'ont pas permis de contrôler les cages St 05 et St 14.

**Tableau 1 : Description et localisation des stations de suivi écotoxicologique par transplantation d'espèces bioaccumulatrices.**

| Station | Localisation                            | Position GPS cage |            | Prof. (m) | Prof. cage | Lot N° |
|---------|-----------------------------------------|-------------------|------------|-----------|------------|--------|
| St 03   | Chenal de la Baie de Port Boisé         | 22°21,190         | 166°58,011 | 28,4      | 9,9        | 5      |
| St 05   | Îlot Kié (bord externe de réserve)      | -                 | -          | 35,0      | -          | 8      |
| St 06   | Chenal de la Baie Kwé                   | 22°20,829         | 166°59,117 | 27,2      | 9,9        | 6      |
| St 07   | Récif Ioro (pointe nord)                | 22°22,811         | 166°57,908 | 38,5      | 16,5       | 1      |
|         |                                         | 22°22,893         | 166°57,633 |           |            |        |
| St 13   | Récif Ma (pointe nord)                  | 22°24,914         | 166°51,356 | 32,4      | 15,5       | 2      |
|         | Ile Ouen                                |                   |            |           |            |        |
| St 14   | Port naturel de Goro                    | 22°19,351         | 167°01,153 | 35,2      | 16,0       | 7      |
| St 16   | Port commercial de l'usine Vale Inco NC | 22°21,441         | 166°53,290 | 42,6      | 16,0       | 4      |
| St 18   | Îlot Casy (pointe du platier sud-est)   | 22°21,667         | 166°51,068 | 22,0      | 16,0       | 3      |

Les 19 et 20 octobre 2009, soit après trois mois d'immersion, les dispositifs de transplantation ont été récupérés sans difficulté (à l'exception de la cage St 05-Merlet) en plongée sous-marine (SEOH) depuis le N/O CORIS, puis les spécimens des deux espèces ont immédiatement été transférés dans des glacières compartimentées référencées, contenant de l'eau de mer du site. De manière similaire à la station St 07-Ioro lors de la visite de contrôle, la cage de la station St 14-Baie de Goro a été retrouvée à proximité du fond et non en pleine eau en raison des forts courants rencontrés à cet endroit. En revanche, la cage de la station St 05-Merlet n'a pas pu être retrouvée, les très forts courants rendant difficiles, voire dangereuses, les opérations de recherche et de récupération du matériel en plongée sous-marine.

### **Conditions météorologiques**

Les conditions météorologiques régnant dans la zone pendant les trois mois d'immersion des cages, notamment la force et la direction des vents ainsi que les précipitations, sont susceptibles d'influer sur la nature et la quantité des apports en métaux à chaque station de suivi (lixiviation plus ou moins marquée des sols selon l'intensité des précipitations, puis variation de la dispersion des apports en mer selon la direction et la force des vents). Bien que non présentées dans le présent rapport, ces données seront utilisées lors de l'interprétation ultérieure des résultats des futures campagnes de transplantation dans le cadre du suivi environnemental (comparaison interannuelle des conditions météorologiques entre les campagnes successives).

### **Traitement et analyse des échantillons**

Les bivalves transplantés ont été placés en dépuration puis brossés afin d'éliminer les matières ingérées ainsi que les sédiments et l'épibiose adhérents. Après dépuration, chaque spécimen a été mesuré au pied à coulisse, épongé et pesé pour l'obtention du poids frais total, puis disséqué. Les tissus mous ont été pesés pour l'obtention du poids frais des chairs. Chaque

échantillon a été transféré dans un sachet individuel référencé puis congelé, lyophilisé et repesé pour l'obtention du poids sec des chairs. Les valves sèches ont également été pesées. A partir des variables biométriques obtenues, différents paramètres physiologiques ont été calculés :

- **la croissance relative et le taux de croissance journalière (TCJ) en longueur et en poids frais total :**

$$\text{TCJ (\%)} = ((\text{Ln Vf} - \text{Ln Vi}) \times 100) / (\text{Tf} - \text{Ti})$$

Avec **Ln V** : logarithme népérien de la variable biométrique V (longueur ou poids frais total) mesurée à Ti (Vi) et à Tf (Vf) ; **Ti** : début de transplantation ; **Tf** : fin de transplantation.

- **L'indice de condition physiologique (IC) :**

Cet indice reflète l'importance du remplissage de l'intérieur de la coquille du bivalve par la chair, donc son l'état physiologique global ; celui-ci dépend principalement de la quantité et de la qualité de la nourriture phytoplanctonique disponible ainsi que des conditions physico-chimiques du milieu ambiant. Plusieurs auteurs ont proposé différentes formules pour le calcul de cet indice ; trois d'entre elles ont été retenues dans le cadre de cette étude : l'indice (**IC 1**) de [Lucas & Beninger \(1985\)](#), l'indice (**IC 2**) de [Lawrence & Scott \(1982\)](#), et l'indice AFNOR ou indice de qualité (**IC 3**) (norme AFNOR NF V45056, 1985) obtenus selon les formules suivantes :

$$\text{IC 1} = (\text{PS} / \text{PC}) \times 1000$$

$$\text{IC 2} = (\text{PS} / [\text{PF tot} - \text{PS}]) \times 1000$$

$$\text{IC 3} = (\text{PF chairs} / \text{PF tot}) \times 100$$

avec : **PS** : poids sec des chairs entières lyophilisées ; **PC** : poids sec de la coquille ; **PF tot** : poids frais total de l'animal vivant ; **PF chairs** : poids frais des chairs.

Les algues ont été brossées et rincées à l'eau de mer, puis transférées dans des sachets référencés, congelées puis lyophilisées. Au moment du brossage, un certain nombre de frondes semblaient en mauvaise santé, avec notamment un amincissement de la fronde et une couleur brune moins marquée qu'à l'origine. Cet état est susceptible d'avoir été précédé d'une perte de matériel biologique et des métaux associés, induisant une possible sous-estimation des concentrations mesurées. Pour trois stations, seules quinze frondes (St 06-Kwé et St 07-Ioro) et dix-huit frondes (St 14-Baie de Goro) ont pu être analysées sur les vingt initialement présentes.

Les échantillons de bivalves et d'algues ont ensuite été minéralisés en conditions hyperbares (four micro-ondes) avec un mélange d'acide nitrique et de peroxyde d'hydrogène (qualité analytique) afin de solubiliser les métaux accumulés dans les tissus selon la méthode décrite dans [Breau \(2003\)](#) et [Breau et al. \(2009b\)](#). Comme précédemment, un contrôle qualité a également été effectué en insérant du matériel biologique de référence certifié d'origine marine (DORM-2 et IAEA-407, d'origine animale, et IAEA-140, d'origine algale) afin de vérifier la justesse des résultats d'analyse.

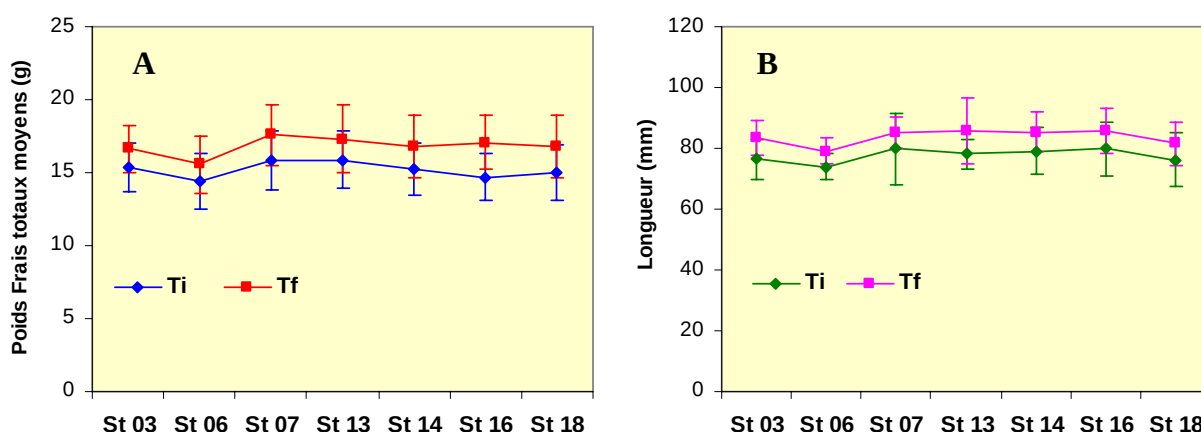
Les solutions ainsi obtenues ont été diluées puis analysées par ICP-OES (Modèle Optima 3300 DV, Perkin Elmer) afin de déterminer les concentrations en As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni et Zn) selon la même méthode que celle précédemment mise en œuvre ([Breau et al., 2009b](#)).

## Résultats - Discussion

### Croissance des bivalves transplantés

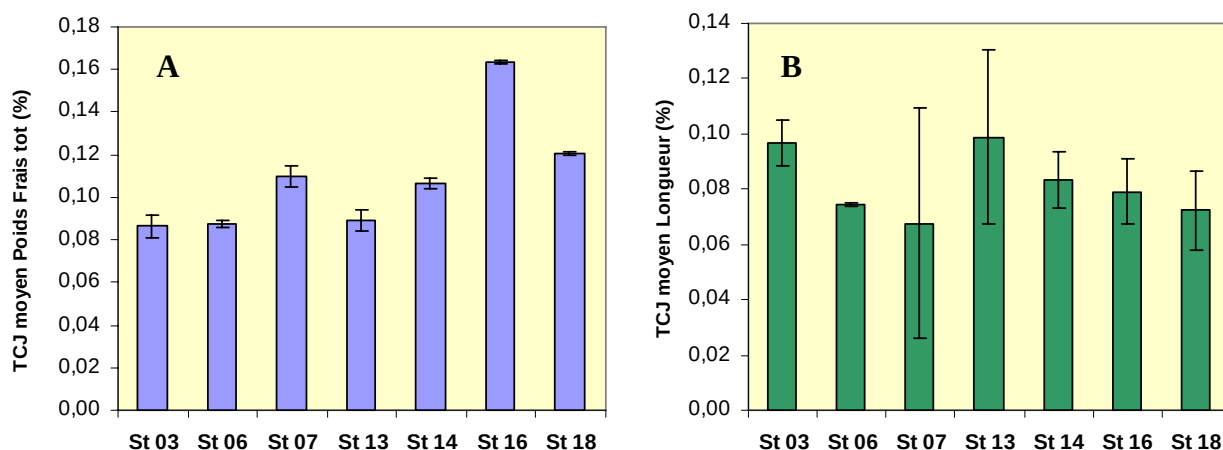
En fin d'expérience, les poids frais totaux moyens s'échelonnent entre  $15,57 \pm 1,96$  g (station St 06-Kwé) et  $17,58 \pm 2,08$  g (station St 07-Ioro), soit une moyenne globale de 16,81 g. A chacune des sept stations, le poids frais total moyen est supérieur à celui mesuré en début d'expérience (Fig. 5A), soit une croissance moyenne relative de 8,3 % (St 03-Port Boisé et St 06-Kwé) à 16,0 % (St 16-Port usine) ; cette différence observée est significative (test pour échantillons appariés,  $p < 0,05$ ) pour toutes les stations à l'exception de St 06-Kwé ( $p = 0,080$ ) et St 13-Ouen ( $p = 0,140$ ). Comme en début d'expérience, aucune différence significative de poids frais total n'a été détectée entre les sept stations après transplantation (ANOVA,  $p = 0,084$ ).

De même, les longueurs des coquilles ont sensiblement augmenté pendant la période de transplantation, pour atteindre de  $79,1 \pm 4,5$  mm (St 06-Kwé) à  $85,7 \pm 9,2$  mm (St 13 et St 16), soit une moyenne globale de 83,7 mm (Fig. 5B) et des croissances moyennes de 6,6 % (St 07-Ioro) à 9,7 % (St 13-Ouen). Cette augmentation en longueur est significative (test pour échantillons appariés,  $p < 0,05$ ) à toutes les stations sauf St 07-Ioro ( $p = 0,059$ ) et St 16-Port usine ( $p = 0,104$ ). Contrairement aux poids frais totaux, des différences significatives de longueur s'observent entre la station St 06-Kwé (plus petite valeur) et les autres stations, à l'exception de la St 18-Casy ( $p = 0,021$ ).



**Figure 5 :** Comparaison des poids frais totaux moyens (A) et des longueurs des coquilles (B) avant (Ti) et après (Tf) transplantation.

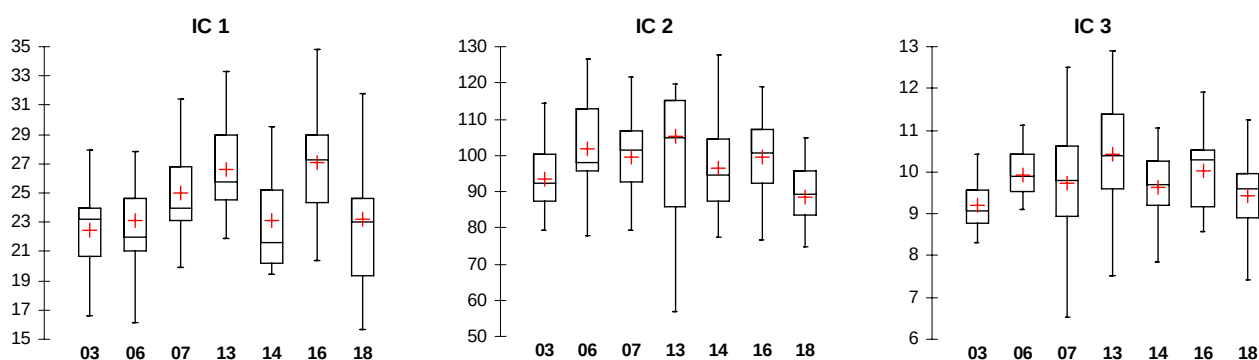
Les taux moyens de croissance journalière correspondants varient de 0,09 % (St 03-Port Boisé, St 06-Kwé et St 13-Ouen) à 0,16 % (St 16-Port usine) pour le poids frais total, et de 0,07 % (St 07-Ioro, St 18-Casy et St 06-Kwé) à 0,10 % (St 03-Port Boisé et St 13-Ouen) pour la longueur des coquilles (Fig. 6). A titre de comparaison, les taux de croissance journalière précédemment calculés pour cette espèce lors des deux campagnes de transplantation réalisées à Nouméa en 2007 et 2008 variaient de 0,06 à 0,16 % pour le poids frais total, et de 0,02 à 0,10 % pour la longueur après quatre mois d'exposition (Breau *et al.*, 2009b). Les taux de croissance obtenus lors de la présente étude correspondent donc aux valeurs les plus élevées précédemment trouvées le long du gradient de contamination.



**Figure 6 :** Taux moyens de croissance journalière (en %,  $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) (A : poids frais total ; B : longueur coquille).

### Condition physiologique des bivalves transplantés

Les différents indices de condition physiologique moyens varient de 22,5 (St 03-Port Boisé) à 27,1 (St 16-Port usine) pour IC 1, de 89 (St 18-Casy) à 105 (St 13-Ouen) pour IC 2, et de 9,2 (St 03-Port boisé) à 10,4 (St 13-Ouen) pour IC 3 (Fig. 7). Pour chacun des trois indices calculés, les valeurs moyennes diffèrent significativement ( $p < 0,05$ ), notamment entre les stations où les indices sont les plus faibles (St 03, St 14 et St 18) et celles montrant les valeurs les plus élevées (St 13 notamment). Malgré ces différences significatives, les variations observées sont cependant de faible amplitude comparées à celles précédemment obtenues entre les stations du gradient étudié lors de la mise au point de la méthode (Breau *et al.*, 2009b), ce qui reflète une assez faible hétérogénéité des conditions de milieu, notamment trophiques, entre ces sept stations.



**Figure 7 :** Variabilité intra et interstations des trois indices de condition physiologique (IC 1 : indice de Lucas & Beninger (1985) ; IC 2 : indice de Lawrence & Scott (1982) ; IC 3 : indice AFNOR (norme AFNOR NF V45056)). A l'intérieur des boîtes (représentant 50 % des spécimens), la croix représente la moyenne des valeurs et le trait horizontal la médiane.

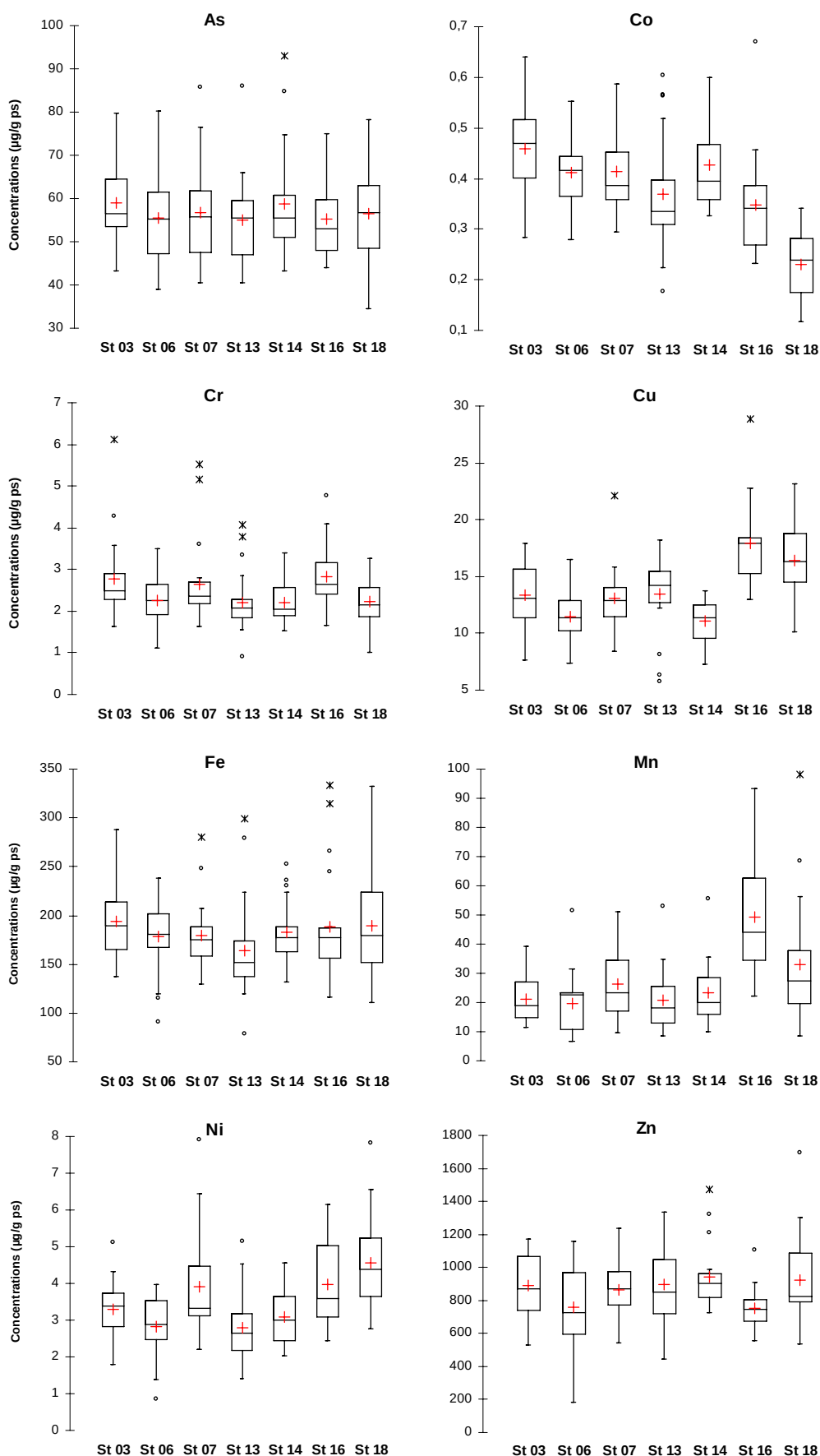
## Concentrations en métaux dans les bivalves

### Niveaux de concentration

Les concentrations médianes en métaux mesurées dans les chairs entières des bivalves transplantés varient entre les sept stations selon les fourchettes suivantes : 52,9-56,6 µg/g de poids sec pour l'arsenic (As), 0,24-0,47 µg/g pour le cobalt (Co), 2,0-2,6 µg/g pour le chrome (Cr), 11,4-17,9 µg/g pour le cuivre (Cu), 152-189 µg/g pour le fer (Fe), 18,3-43,9 µg/g pour le manganèse (Mn), 2,6-4,4 µg/g pour le nickel (Ni), et 728-902 µg/g pour le zinc (Zn) (Fig. 8).

La comparaison de ces résultats avec ceux précédemment obtenus dans les baies de Nouméa selon la même méthode de transplantation (Breau *et al.*, 2009b) permet d'évaluer l'importance des concentrations mesurées. L'ensemble de ces comparaisons est cependant à nuancer par le fait que la durée d'exposition de la présente étude (soit trois mois) est inférieure à celle des deux précédentes campagnes évoquées (quatre à cinq mois) :

- **As** : les concentrations mesurées sur l'ensemble des sept stations sont équivalentes aux concentrations maximales précédemment trouvées dans la région de Nouméa ;
- **Co** : les concentrations à la station St 18-Casy sont semblables aux plus faibles valeurs mesurées lors de ces deux précédentes campagnes de Nouméa ; les valeurs obtenues aux autres stations sont très proches de celles observées dans la partie la plus contaminée du gradient, et reflètent donc l'existence d'apports naturels biodisponibles significatifs mais modérés dans la région sud ;
- **Cr** : comme pour le cobalt, les concentrations en Cr mesurées dans la présente étude sont identiques à celles précédemment trouvées aux stations les plus contaminées du gradient ;
- **Cu** : les concentrations en Cu sont du même ordre de grandeur, voire supérieures (St 16-Port usine et St 18-Casy) à celles précédemment mesurées le long du gradient en 2007/2008 ;
- **Fe** : les concentrations en Fe obtenues sur l'ensemble des sept stations correspondent aux plus faibles valeurs enregistrées lors des campagnes réalisées à Nouméa ;
- **Mn** : de même que pour le cuivre, les concentrations en Mn mesurées sont significativement supérieures (St 16-Port usine et St 18-Casy) ou similaires (autres stations) à celles précédemment obtenues sur l'ensemble du gradient de contamination étudié en 2007 et 2008 ;
- **Ni** : les teneurs en Ni dans les bivalves des sept stations sont représentatives d'apports modérés, et sont environ trois fois plus faibles que les plus fortes valeurs précédemment mesurées à la station la plus contaminée du gradient de 2007/2008 ;
- **Zn** : les concentrations en Zn sont typiques de zones ne recevant pas d'apports significatifs.



**Figure 8 :** Variabilité interindividuelle et interstations des concentrations en métaux (en  $\mu\text{g/g}$  poids sec) chez le bivalve *Isognomon isognomon* transplanté.



## Variabilité des concentrations

Les écarts de concentrations entre les diverses stations varient selon les métaux considérés (Fig. 8). Pour As et Fe, aucune différence significative de concentration n'est détectée entre les sept stations (Test de Kruskal-Wallis,  $p=0,773$  et  $p=0,196$ , respectivement). En revanche, des différences significatives (Zn :  $p=0,023$ ) à très hautement significatives (Co, Cu, Mn, Ni,  $p<0,0001$ ) sont observées pour les six autres métaux étudiés. Les écarts correspondants sont cependant peu importants ; seuls le cobalt et le manganèse montrent en effet des concentrations variant d'un facteur deux, les autres métaux montrant des rapports inférieurs. Les plus fortes concentrations en As, Co, Cr et Fe ont été mesurées à la station St 03-Port Boisé, tandis que la station St 16-Port usine révèle les concentrations en Cr (même valeur qu'en St 03), Cu et Mn les plus élevées. Des concentrations en As, Cu, Mn et Ni parmi les plus élevées ont été trouvées à la station St 18-Casy. La station St 13-Ile Ouen montre au contraire les concentrations en Cr, Fe, Mn et Ni les plus basses.

## Concentrations en métaux dans les algues

### Niveaux de concentration

Les concentrations médianes en métaux mesurées dans les frondes des macroalgues transplantées varient entre les sept stations selon les fourchettes suivantes : 30,9-43,5  $\mu\text{g/g}$  de poids sec pour As, 2,7-7,7  $\mu\text{g/g}$  pour Co, 3,9-38,2  $\mu\text{g/g}$  pour Cr, 14,2-33,8  $\mu\text{g/g}$  pour Cu, 146-1831  $\mu\text{g/g}$  pour Fe, 7,9-83,3  $\mu\text{g/g}$  pour Mn, 4,9-34,8  $\mu\text{g/g}$  pour Ni, et 3,3-9,0  $\mu\text{g/g}$  pour Zn (Fig. 9).

De même qu'avec les bivalves, la comparaison de ces résultats avec ceux précédemment obtenus lors de la campagne de transplantation de 2007 permet d'évaluer l'importance des apports naturels en métaux biodisponibles dans le milieu environnant (Breau *et al.*, 2009b) :

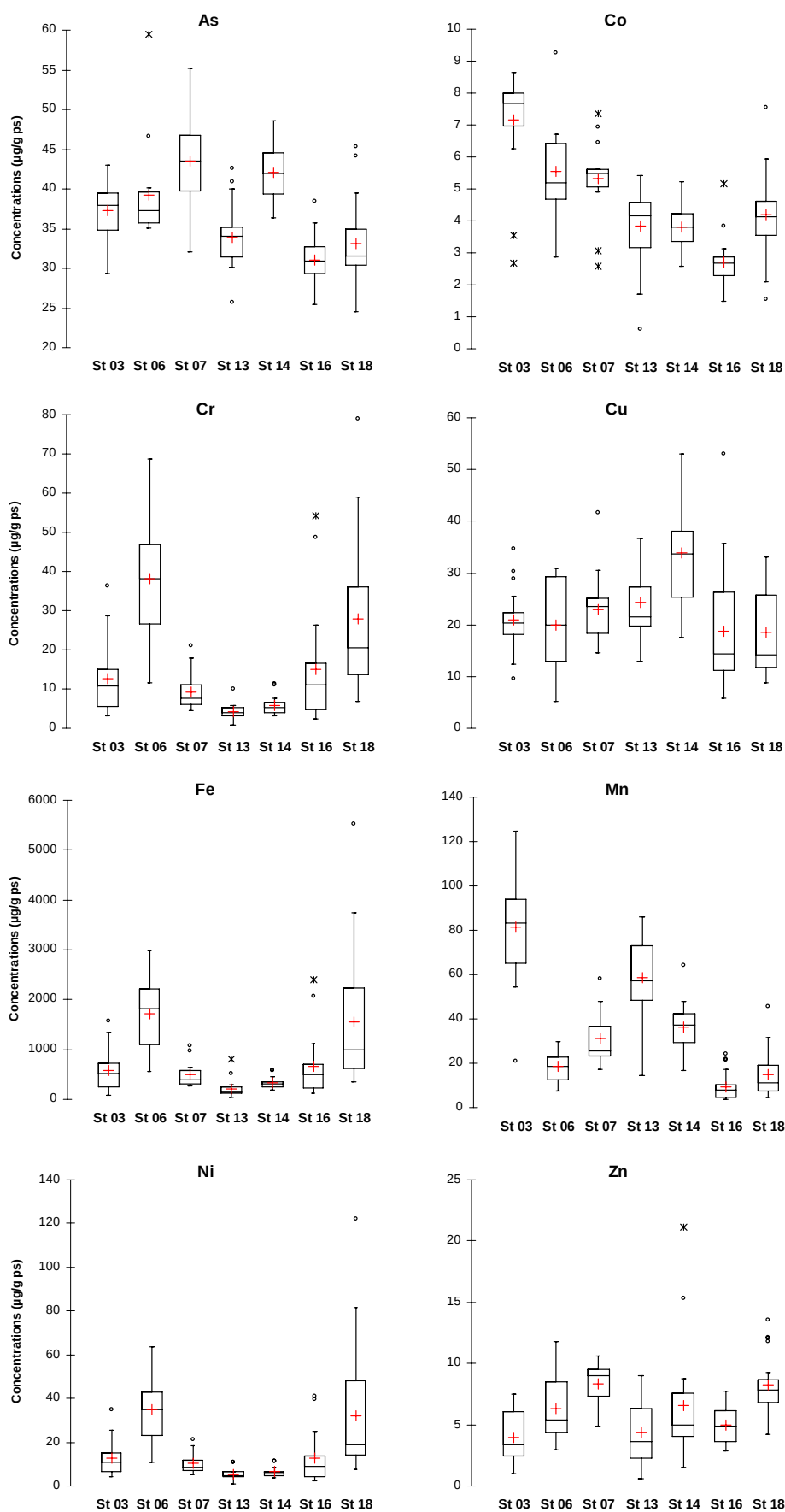
- **As** : les concentrations aux stations St 16-Port usine et St 18-Casy sont semblables aux plus faibles concentrations mesurées en 2007 le long du gradient étudié ; celles trouvées aux autres stations sont du même ordre de grandeur que les valeurs précédemment mesurées aux stations les plus contaminées du gradient ;
- **Co** : les concentrations en Co mesurées dans les algues reflètent la présence d'apports dissous biodisponibles faibles (St 14-Baie de Goro et St 16-Port usine) à modérés (St 03-Port Boisé, St 06-Kwé, St 07-Ioro) ; ces concentrations sont trois à huit fois inférieures aux plus fortes valeurs précédemment trouvées à une station fortement contaminée lors de la campagne de 2007 dans une baie de Nouméa ;
- **Cr** : les plus faibles concentrations mesurées (St 13-Ouen et St 14-Baie de Goro notamment) sont caractéristiques de stations ne recevant pas d'apports significatifs en chrome. Les concentrations aux stations St 18-Casy et surtout St 06-Kwé reflètent en revanche l'existence d'apports non négligeables, lesquels restent cependant inférieurs à ceux observés à la station la plus contaminée du gradient étudié en 2007 ;
- **Cu** : les concentrations en cuivre mesurées sur l'ensemble des sept stations sont du même ordre de grandeur que celles trouvées aux deux stations les plus contaminées du gradient précédemment étudié, suggérant l'existence d'apports naturels significatifs en cuivre dissous ;
- **Fe** : les concentrations en Fe obtenues aux stations St 03-Port Boisé, St 07-Ioro, St 14-Baie de Goro et St 16-Port usine sont similaires aux plus faibles valeurs précédemment trouvées le long du gradient ; les concentrations mesurées à la station

St 06-Kwé révèle l'existence d'apports importants, lesquels restent toutefois inférieurs à ceux observés à la station la plus contaminée du gradient précédemment étudié ;

- **Mn** : les concentrations mesurées sur l'ensemble des sept stations sont inférieures ou égales aux deux plus faibles valeurs trouvées lors de la campagne de 2007 ;
- **Ni** : les concentrations en nickel sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur quatre des cinq stations du gradient de 2007 ; ces valeurs sont très inférieures aux plus fortes concentrations trouvées à la station la plus contaminée du gradient ;
- **Zn** : les concentrations en Zn mesurées sur toutes les stations sont inférieures ou égales aux plus faibles valeurs précédemment observées sur l'ensemble du gradient.

### Variabilité des concentrations

Les écarts de concentrations entre les différentes stations sont beaucoup plus marqués chez les algues que chez les bivalves et sont tous très hautement significatifs ( $p < 0,0001$ ) (Fig. 9). Les concentrations médianes maximales/minimales varient en effet d'un facteur inférieur à 2 (As) et d'un facteur 2 à 3 (Co, Cu, Zn) jusqu'à des facteurs 7 (Ni), 10 (Cr et Mn), voire de plus de 12 (Fe). La station St 03-Port Boisé se caractérise par de plus fortes concentrations en Co et Mn, les stations St 06-Kwé et St 18-Casy par de plus fortes concentrations en Cr, Fe, Ni (ainsi que Zn pour St 18). Les stations St 07-Ioro et St 14-Baie de Goro révèlent les plus fortes concentrations en As ainsi que Zn (St 07) ou Cu (St 14). Les stations St 13-Ouen, St 16-Port usine et St 18-Casy montrent au contraire les concentrations les plus faibles en Cr, Fe, Mn et dans une moindre mesure, Zn (St 13), en Co, Cu, Mn, et dans une moindre mesure, As (St 16), et en As et Cu (St 18). La station St 13-Ouen montre au contraire les plus faibles concentrations en Cr, Fe, Ni et dans une moindre mesure Zn. Les concentrations en Co, Cu, Mn (et dans une moindre mesure, As) les plus basses sont trouvées à la station St 16-Port usine, tandis que la station St 18 montre les plus faibles concentrations en As, Cu, et dans une moindre mesure, Mn.



**Figure 9 :** Variabilité interindividuelle et interstations des concentrations en métaux (en  $\mu\text{g/g}$  poids sec) chez la macroalgue brune *Lobophora variegata* transplantée.

## Conclusion

Les résultats de cette première campagne de transplantation réalisée dans la région sud de la Grande Terre montrent tout d'abord l'existence d'une augmentation significative des longueurs et des poids frais totaux des bivalves mis en cage, avec des taux de croissance journalière correspondant aux valeurs les plus élevées précédemment obtenues lors des campagnes de 2007 et 2008 conduites dans les baies de Nouméa. Ces résultats indiquent que les conditions naturelles du milieu environnant à chacune des stations conviennent à la survie des *Isognomon isognomon* transplantés et permettent une bonne croissance en longueur et en poids des spécimens. L'examen des indices de condition physiologiques calculés à partir de diverses variables biométriques révèle en outre l'existence d'une assez faible hétérogénéité des conditions de milieu, notamment trophiques, entre ces sept stations. Les valeurs des indices suggèrent également que ces milieux reçoivent des apports trophiques suffisants pour la vie et la croissance des bivalves, lesquels restent cependant modérés.

L'étude comparative entre les stations des concentrations en As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni et Zn accumulés pendant les trois mois d'immersion dans les tissus des deux espèces révèle l'existence d'apports naturels en métaux (présents sous forme biodisponible pour les deux espèces utilisées) parfois significatifs dans la zone d'impact potentiel du complexe minier. L'existence et l'importance de ces apports biodisponibles d'origine géologique devront donc être pris en compte lors de l'interprétation des résultats qui seront obtenus ultérieurement dans le cadre du suivi environnemental de la zone, une fois l'usine mise en opération.

Outre cette variabilité géographique, les apports pré-industriels en métaux dans le milieu marin et leurs transferts vers le compartiment biologique sont également susceptibles de montrer une variabilité temporelle, notamment interannuelle. L'importance de cette variabilité temporelle n'a cependant pas été évaluée et ne pourra plus l'être avant le début des rejets de l'usine. La possibilité d'une telle variabilité devra donc également être prise en compte lors de l'interprétation des résultats du suivi ultérieur du milieu.

La réalisation de cette première campagne de transplantation sur les différentes stations du plan de suivi du milieu marin a également permis d'identifier certains problèmes pratiques, en particulier ceux liés à la présence de forts courants à certaines stations (difficultés opérationnelles lors des interventions en plongée sous-marine lors de la mise en place et la récupération des cages).

Pour les raisons évoquées, il apparaît vivement souhaitable de modifier légèrement la localisation des stations St 05-Kié, St 07-Ioro et St 14-Baie de Goro afin de soustraire les cages aux trop forts courants observés à ces stations. Ces stations pourraient notamment être déplacées selon les indications suivantes :

- La station St 05, actuellement située au large de l'îlot Kié, en bordure extérieure de la réserve intégrale Merlet, devrait être déplacée de quelques centaines de mètres pour la rapprocher sous le vent de l'îlot Kié, à proximité du récif. Une autorisation spéciale accordée par la Province Sud serait nécessaire pour pouvoir pénétrer (sans mouillage du bateau) dans cette partie de la réserve intégrale pour procéder à l'immersion des cages, à leur contrôle en cours de transplantation, puis à leur récupération ;
- La station St 07, actuellement située à la pointe nord du Récif Ioro pourrait être déplacée de quelques dizaines de mètres vers le sud-ouest pour la placer sous le vent du récif ;

- La station St 14, actuellement située proche du milieu du Port naturel de Goro devrait être déplacée vers le sud, afin de la placer à l'abri du récif Toémo.

En outre, la station St 16, actuellement située en face du Port commercial du complexe minier, se situe sur la zone d'approche et de manœuvre des navires. Nous proposons donc de déplacer cette station de quelques centaines de mètres vers l'ouest afin de l'éloigner de cette zone à risque.



## Références bibliographiques

- ASTM, 2002.** E2122-02 : Standard Guide for conducting *in-situ* field bioassays with caged bivalves. *American Society for Testing and Material – International*, West Conshohocken, PA, United States, 30 p.
- Boyden C.R., 1977.** Effect of size upon metal content of shellfish. *Journal of Marine Biology Assessment* UK, 57 : 675-714.
- Breau L., 2003.** Etude de la bioaccumulation des métaux dans quelques espèces marines tropicales : Recherche de bioindicateurs de contamination et application à la surveillance de l'environnement côtier dans le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie. *Thèse de Doctorat de l'Université de La Rochelle*, Spécialité « Océanologie Biologique et Environnement Marin », La Rochelle, France, 318 p. + Annexes.
- Breau L., Miramand P., Fichez R., 2003.** Identification of two tropical bivalves (*Isognomon isognomon* and *Gafrarium tumidum*) as potential biomonitors of metal contamination in the SW lagoon of New Caledonia. In: G. Richard (Editeur), *III<sup>ème</sup> Congrès des Sociétés Européennes de Malacologie*, Les Mollusques dans la Recherche actuelle, La Rochelle, 24-27 juin 2003, p. 46.
- Breau L., Moreton B., Gérard P., 2009b.** Evaluation des apports en métaux dans l'environnement marin tropical par transplantation d'organismes bioaccumulateurs. *Rapport Final du Volet 2 « Ecotoxicologie », 2<sup>ème</sup> Partie, Programme « Etude sur le comportement, la dispersion et les effets biologiques des effluents industriels dans le lagon sud de la Nouvelle Calédonie*, Convention de Recherche IRD/Goro Nickel n°1124, 17/08/09, Nouméa, 60 p.
- Lawrence D.R., Scott G.I., 1982.** The determination and use of condition index of oysters. *Estuaries*, 5: 23-27.
- Lucas A., Beninger P.G., 1985.** The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44: 187-200.



## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 :** Relation allométrique entre le poids frais total des bivalves *Isognomon isognomon* vivants et la longueur de la coquille..... - 6 -
- Figure 2 :** Structure de poids frais des bivalves récoltés et sélection de la classe de poids..... - 7 -
- Figure 3 :** Structure de taille (poids frais total « PF tot ») de la population transplantée et vérification de l'homogénéité de poids entre les huit lots. .... - 7 -
- Figure 4 :** Localisation géographique des huit stations de suivi écotoxicologique du milieu marin par transplantation d'espèces bioaccumulatrices..... - 8 -
- Figure 5 :** Comparaison des poids frais totaux moyens (A) et des longueurs des coquilles (B) avant (Ti) et après (Tf) transplantation. .... - 11 -
- Figure 6 :** Taux moyens de croissance journalière (en %,  $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) (A : poids frais total ; B : longueur coquille)..... - 12 -
- Figure 7 :** Variabilité intra et interstations des trois indices de condition physiologique (IC 1 : indice de Lucas & Beninger (1985) ; IC 2 : indice de Lawrence & Scott (1982) ; IC 3 : indice AFNOR (norme AFNOR NF V45056)). A l'intérieur des boîtes (représentant 50 % des spécimens), la croix représente la moyenne des valeurs et le trait horizontal la médiane. .... - 12 -
- Figure 8 :** Variabilité interindividuelle et interstations des concentrations en métaux (en  $\mu\text{g/g}$  poids sec) chez le bivalve *Isognomon isognomon* transplanté..... - 14 -
- Figure 9 :** Variabilité interindividuelle et interstations des concentrations en métaux (en  $\mu\text{g/g}$  poids sec) chez la macroalgue brune *Lobophora variegata* transplantée. .... - 17 -

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 :** Description et localisation des stations de suivi écotoxicologique par transplantation d'espèces bioaccumulatrices..... - 9 -

## **Annexes**

**ANNEXE 1 : Biométrie des bivalves *Isognomon isognomon* avant transplantation**

**ANNEXE 2 : Biométrie des bivalves *Isognomon isognomon* après transplantation**

**ANNEXE 3 : Concentrations en métaux chez les bivalves *I. isognomon* après transplantation**

**ANNEXE 4 : Concentrations en métaux chez les algues brunes *Lobophora variegata* après transplantation**

## ANNEXE 1 : Biométrie des bivalves *Isognomon isognomon* avant transplantation.

(PF tot : poids frais total de l'animal vivant ; Long : longueur linéaire de la coquille)

| N° Lot                  | PF tot (g) | Long (mm) | N° Lot                  | PF tot (g) | Long (mm) |
|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|------------|-----------|
| <b>1</b>                | 17,14      | 87,0      | <b>5</b>                | 13,02      | 76,1      |
| <b>St 07-Ioro</b>       | 16,69      | 72,1      | <b>St 03-Port Boisé</b> | 14,22      | 70,7      |
|                         | 15,43      | 84,0      |                         | 14,49      | 70,9      |
|                         | 17,51      | 73,1      |                         | 15,81      | 83,3      |
|                         | 13,89      | 73,4      |                         | 13,41      | 71,0      |
|                         | 13,15      | 62,5      |                         | 17,26      | 77,2      |
|                         | 12,03      | 70,3      |                         | 17,07      | 77,0      |
|                         | 17,01      | 90,8      |                         | 17,20      | 84,1      |
|                         | 15,15      | 78,8      |                         | 16,03      | 75,9      |
|                         | 16,61      | 76,1      |                         | 12,02      | 76,5      |
|                         | 17,02      | 92,0      |                         | 17,01      | 93,1      |
|                         | 17,91      | 108,7     |                         | 16,00      | 75,9      |
|                         | 15,01      | 79,2      |                         | 17,45      | 85,3      |
|                         | 17,48      | 66,2      |                         | 15,28      | 68,4      |
|                         | 12,04      | 69,9      |                         | 15,46      | 82,1      |
|                         | 12,92      | 65,3      |                         | 13,47      | 73,9      |
|                         | 17,88      | 82,9      |                         | 14,04      | 67,3      |
|                         | 16,30      | 84,7      |                         | 15,94      | 73,1      |
|                         | 18,00      | 96,3      |                         | 17,85      | 72,7      |
|                         | 17,88      | 83,1      |                         | 14,00      | 73,0      |
| <b>2</b>                | 12,85      | 76,2      | <b>6</b>                | 12,33      | 79,4      |
| <b>St 13-Ouen</b>       | 12,44      | 71,6      | <b>St 06-Kwé</b>        | 15,62      | 74,6      |
|                         | 18,34      | 82,5      |                         | 14,71      | 68,3      |
|                         | 16,86      | 78,9      |                         | 17,86      | 82,2      |
|                         | 14,47      | 73,1      |                         | 13,39      | 71,8      |
|                         | 15,86      | 73,0      |                         | 13,24      | 74,6      |
|                         | 17,47      | 71,6      |                         | 11,76      | 74,6      |
|                         | 17,24      | 83,0      |                         | 16,55      | 83,3      |
|                         | 16,84      | 71,2      |                         | 11,92      | 72,6      |
|                         | 17,97      | 75,6      |                         | 15,32      | 69,5      |
|                         | 16,34      | 83,2      |                         | 13,95      | 73,7      |
|                         | 17,79      | 82,2      |                         | 15,73      | 74,9      |
|                         | 16,07      | 75,6      |                         | 15,22      | 69,3      |
|                         | 14,62      | 81,0      |                         | 13,75      | 75,8      |
|                         | 16,21      | 84,3      |                         | 12,59      | 70,5      |
|                         | 11,75      | 79,3      |                         | 12,79      | 70,5      |
|                         | 15,75      | 74,7      |                         | 16,17      | 73,4      |
|                         | 13,53      | 83,2      |                         | 14,05      | 69,2      |
|                         | 17,33      | 73,8      |                         | 18,14      | 71,0      |
|                         | 18,09      | 87,5      |                         | 12,50      | 78,6      |
| <b>3</b>                | 18,18      | 76,1      | <b>7</b>                | 14,78      | 84,2      |
| <b>St 18-Casy</b>       | 17,34      | 81,4      | <b>St 14-Baie Goro</b>  | 18,36      | 86,7      |
|                         | 13,59      | 69,7      |                         | 13,3       | 82,8      |
|                         | 16,21      | 77,4      |                         | 15,37      | 74,2      |
|                         | 14,21      | 86,0      |                         | 13,87      | 72,8      |
|                         | 12,34      | 73,7      |                         | 15,31      | 69,4      |
|                         | 14,62      | 63,9      |                         | 17,14      | 83,8      |
|                         | 12,65      | 77,5      |                         | 14,16      | 73,1      |
|                         | 18,02      | 80,7      |                         | 12,13      | 77,0      |
|                         | 13,61      | 87,8      |                         | 15,67      | 77,3      |
|                         | 12,60      | 68,7      |                         | 15,94      | 69,6      |
|                         | 13,35      | 66,2      |                         | 14,35      | 97,6      |
|                         | 14,22      | 82,8      |                         | 16,73      | 86,9      |
|                         | 15,10      | 69,9      |                         | 16,40      | 68,9      |
|                         | 14,55      | 90,9      |                         | 16,50      | 80,0      |
|                         | 14,90      | 60,7      |                         | 16,59      | 86,9      |
|                         | 14,74      | 71,8      |                         | 12,53      | 76,2      |
|                         | 18,24      | 90,9      |                         | 15,55      | 79,2      |
|                         | 14,61      | 66,1      |                         | 17,93      | 84,5      |
|                         | 16,64      | 80,1      |                         | 12,11      | 71,0      |
| <b>4</b>                | 17,80      | 86,5      | <b>8</b>                | 12,43      | 68,9      |
| <b>St 16-Port usine</b> | 15,09      | 76,7      | <b>St 05-Kié</b>        | 17,52      | 88,5      |
|                         | 16,05      | 76,4      |                         | 12,60      | 76,0      |
|                         | 14,89      | 101,9     |                         | 13,91      | 84,1      |
|                         | 14,32      | 86,9      |                         | 14,75      | 78,6      |
|                         | 13,27      | 91,2      |                         | 16,06      | 90,1      |
|                         | 12,83      | 76,2      |                         | 12,84      | 79,1      |
|                         | 12,93      | 73,3      |                         | 14,62      | 88,6      |
|                         | 11,88      | 67,3      |                         | 14,27      | 78,2      |
|                         | 17,86      | 77,6      |                         | 15,76      | 64,6      |
|                         | 15,47      | 77,7      |                         | 14,16      | 80,8      |
|                         | 16,01      | 65,7      |                         | 16,71      | 81,2      |
|                         | 12,13      | 77,5      |                         | 17,86      | 83,4      |
|                         | 14,37      | 83,1      |                         | 17,78      | 92,9      |
|                         | 14,15      | 73,2      |                         | 18,44      | 77,4      |
|                         | 15,57      | 88,4      |                         | 15,22      | 63,7      |
|                         | 16,02      | 86,7      |                         | 13,77      | 63,2      |
|                         | 14,75      | 79,4      |                         | 13,27      | 62,8      |
|                         | 14,51      | 66,2      |                         | 12,50      | 72,7      |
|                         | 13,97      | 83,8      |                         | 12,24      | 69,8      |

## ANNEXE 2 : Biométrie des bivalves *Isognomon isognomon* après transplantation.

| Station                           | PF tot (g) | Long (mm) | PF chairs (g) | PS chairs (g) | PS valves (g) |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------------|---------------|---------------|
| <b>St 03</b><br><b>Port Boisé</b> | 15,01      | 78,1      | 1,298         | 0,265         | 12,692        |
|                                   | 16,23      | 80,3      | 1,512         | 0,300         | 12,872        |
|                                   | 15,55      | 85,4      | 1,520         | 0,300         | 12,664        |
|                                   | 17,62      | 93,3      | 1,569         | 0,333         | 14,378        |
|                                   | 18,01      | 86,8      | 1,579         | 0,306         | 14,274        |
|                                   | 15,64      | 84,7      | 1,374         | 0,239         | 13,097        |
|                                   | 14,80      | 82,7      | 1,467         | 0,325         | 11,629        |
|                                   | 13,87      | 76,1      | 1,445         | 0,259         | 11,049        |
|                                   | 16,72      | 73,3      | 1,559         | 0,337         | 13,221        |
|                                   | 14,28      | 78,0      | 1,536         | 0,303         | 11,244        |
|                                   | 18,09      | 81,2      | 1,642         | 0,304         | 14,518        |
|                                   | 19,77      | 95,4      | 1,739         | 0,324         | 15,826        |
|                                   | 16,83      | 84,2      | 1,467         | 0,290         | 13,713        |
|                                   | 17,33      | 82,1      | 1,611         | 0,328         | 13,663        |
|                                   | 18,29      | 88,0      | 1,523         | 0,251         | 15,126        |
|                                   | 17,29      | 83,7      | 1,610         | 0,335         | 13,960        |
|                                   | 16,37      | 85,7      | 1,366         | 0,241         | 13,509        |
|                                   | 18,73      | 87,2      | 1,651         | 0,307         | 15,309        |
|                                   | 15,38      | 79,8      | 1,519         | 0,325         | 11,857        |
| <b>St 06</b><br><b>Kwé</b>        | 13,73      | 75,9      | 1,435         | 0,244         | 11,242        |
|                                   | 16,14      | 82,1      | 1,680         | 0,327         | 12,806        |
|                                   | 12,24      | 74,3      | 1,197         | 0,203         | 9,637         |
|                                   | 14,72      | 84,2      | 1,408         | 0,250         | 11,868        |
|                                   | 16,34      | 76,0      | 1,547         | 0,309         | 13,265        |
|                                   | 19,34      | 84,7      | 1,917         | 0,346         | 15,759        |
|                                   | 13,82      | 84,0      | 1,326         | 0,238         | 11,331        |
|                                   | 17,23      | 88,8      | 1,917         | 0,386         | 13,866        |
|                                   | 15,12      | 78,8      | 1,435         | 0,264         | 12,915        |
|                                   | 15,42      | 77,8      | 1,555         | 0,291         | 12,392        |
|                                   | 14,91      | 78,5      | 1,622         | 0,325         | 12,062        |
|                                   | 16,29      | 76,6      | 1,595         | 0,295         | 13,960        |
|                                   | 19,26      | 76,0      | 1,442         | 0,262         | 16,274        |
|                                   | 12,62      | 77,4      | 1,202         | 0,244         | 10,431        |
|                                   | 16,35      | 74,2      | 1,946         | 0,420         | 12,880        |
|                                   | 13,98      | 85,1      | 1,384         | 0,236         | 11,818        |
|                                   | 14,34      | 72,1      | 1,305         | 0,241         | 11,366        |
|                                   | 17,63      | 79,2      | 1,837         | 0,364         | 13,825        |
|                                   | 16,38      | 76,6      | 1,648         | 0,315         | 13,260        |
| <b>St 07</b><br><b>Ioro</b>       | 20,47      | 95,3      | 2,563         | 0,593         | 15,924        |
|                                   | 16,13      | 83,2      | 1,708         | 0,346         | 12,844        |
|                                   | 13,89      | 79,6      | 1,383         | 0,259         | 11,127        |
|                                   | 20,19      | 87,2      | 2,086         | 0,470         | 16,150        |
|                                   | 19,12      | 86,5      | 1,608         | 0,359         | 15,373        |
|                                   | 15,29      | 86,1      | 1,571         | 0,329         | 12,283        |
|                                   | 18,51      | 78,0      | 1,761         | 0,373         | 14,752        |
|                                   | 17,71      | 81,8      | 1,711         | 0,339         | 14,454        |
|                                   | 18,91      | 89,9      | 1,540         | 0,303         | 15,164        |
|                                   | 19,12      | 82,1      | 1,498         | 0,373         | 15,539        |
|                                   | 16,47      | 86,3      | 1,770         | 0,309         | 13,352        |
|                                   | 15,73      | 80,1      | 1,566         | 0,319         | 12,627        |
|                                   | 19,60      | 92,0      | 2,358         | 0,528         | 15,051        |
|                                   | 16,17      | 91,1      | 1,734         | 0,330         | 13,048        |
|                                   | 18,58      | 88,6      | 1,750         | 0,312         | 15,124        |
|                                   | 18,91      | 86,2      | 1,722         | 0,347         | 15,050        |
|                                   | 17,66      | 78,5      | 1,152         | 0,165         | 14,057        |
|                                   | 17,00      | 75,7      | 1,593         | 0,329         | 13,705        |
|                                   | 19,17      | 89,5      | 1,607         | 0,324         | 15,093        |
|                                   | 12,89      | 83,5      | 1,475         | 0,322         | 10,239        |
| <b>St 13</b><br><b>Ouen</b>       | 15,77      | 83,8      | 1,184         | 0,178         | 12,837        |
|                                   | 19,77      | 99,2      | 2,063         | 0,410         | 16,122        |
|                                   | 18,63      | 73,1      | 2,115         | 0,429         | 14,796        |
|                                   | 19,78      | 108,1     | 2,066         | 0,426         | 15,546        |
|                                   | 17,09      | 78,7      | 1,431         | 0,251         | 14,202        |
|                                   | 20,00      | 93,1      | 2,434         | 0,429         | 15,788        |
|                                   | 19,04      | 90,0      | 2,203         | 0,467         | 15,018        |
|                                   | 17,73      | 89,9      | 2,290         | 0,462         | 13,865        |
|                                   | 17,13      | 83,8      | 1,642         | 0,307         | 13,407        |
|                                   | 14,45      | 81,0      | 1,499         | 0,249         | 11,383        |
|                                   | 17,95      | 93,3      | 1,783         | 0,743         | 14,739        |
|                                   | 13,09      | 73,8      | 1,624         | 0,313         | 10,430        |
|                                   | 13,97      | 68,8      | 1,601         | 0,306         | 11,100        |
|                                   | 19,15      | 87,4      | 1,839         | 0,397         | 15,695        |
|                                   | 19,57      | 103,3     | 1,850         | 0,414         | 15,918        |
|                                   | 19,48      | 95,4      | 2,148         | 0,438         | 15,145        |
|                                   | 14,46      | 80,3      | 1,407         | 0,265         | 10,593        |
|                                   | 19,17      | 82,4      | 1,939         | 0,400         | 15,754        |
|                                   | 14,30      | 69,6      | 1,533         | 0,289         | 11,500        |
|                                   | 15,13      | 78,6      | 1,390         | 0,204         | 11,543        |

| Station           | PF tot (g) | Long (mm) | PF chairs (g) | PS chairs (g) | PS valves |
|-------------------|------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| <b>St 14</b>      | 13,34      | 75,5      | 1,400         | 0,287         | 10,851    |
| <b>Baie Goro</b>  | 17,78      | 87,7      | 1,684         | 0,289         | 14,399    |
|                   | 18,73      | 83,7      | 1,725         | 0,296         | 15,207    |
|                   | 15,48      | 95,0      | 1,600         | 0,280         | 12,551    |
|                   | 14,15      | 72,4      | 1,451         | 0,330         | 11,238    |
|                   | 19,34      | 93,0      | 1,740         | 0,310         | 15,753    |
|                   | 19,07      | 91,1      | 2,000         | 0,421         | 15,192    |
|                   | 18,50      | 80,1      | 1,717         | 0,321         | 14,949    |
|                   | 20,02      | 92,3      | 1,984         | 0,405         | 16,065    |
|                   | 18,43      | 85,3      | 1,573         | 0,304         | 15,134    |
|                   | 16,69      | 91,1      | 1,687         | 0,317         | 13,514    |
|                   | 17,27      | 87,1      | 1,686         | 0,321         | 14,200    |
|                   | 16,99      | 85,6      | 1,508         | 0,271         | 13,492    |
|                   | 13,38      | 75,1      | 1,480         | 0,313         | 10,926    |
|                   | 18,79      | 93,6      | 1,472         | 0,354         | 14,816    |
|                   | 15,34      | 90,5      | 1,271         | 0,270         | 12,486    |
|                   | 16,27      | 83,2      | 1,594         | 0,281         | 13,109    |
|                   | 12,82      | 78,0      | 1,241         | 0,219         | 10,189    |
|                   | 15,53      | 80,3      | 1,507         | 0,260         | 12,795    |
|                   | 16,28      | 89,6      | 1,512         | 0,267         | 13,220    |
|                   | 18,39      | 81,6      | 1,996         | 0,427         | 14,458    |
| <b>St 16</b>      | 13,21      | 78,0      | 1,324         | 0,321         | 9,922     |
| <b>Port usine</b> | 15,48      | 80,4      | 1,636         | 0,326         | 12,364    |
|                   | 15,66      | 94,1      | 1,646         | 0,353         | 12,265    |
|                   | 16,82      | 74,8      | 1,686         | 0,377         | 13,306    |
|                   | 16,22      | 83,3      | 1,482         | 0,301         | 12,805    |
|                   | 13,35      | 73,5      | 1,147         | 0,240         | 10,719    |
|                   | 19,40      | 88,4      | 2,040         | 0,410         | 15,036    |
|                   | 18,49      | 89,9      | 1,942         | 0,444         | 14,663    |
|                   | 19,39      | 82,9      | 1,738         | 0,358         | 16,382    |
|                   | 18,32      | 90,7      | 1,911         | 0,422         | 14,575    |
|                   | 18,49      | 85,2      | 1,910         | 0,369         | 14,686    |
|                   | 17,25      | 91,2      | 1,750         | 0,389         | 13,426    |
|                   | 16,66      | 85,6      | 1,814         | 0,414         | 11,900    |
|                   | 17,64      | 83,8      | 1,615         | 0,307         | 14,109    |
|                   | 17,24      | 102,9     | 1,557         | 0,288         | 14,165    |
|                   | 16,31      | 86,0      | 1,493         | 0,318         | 12,167    |
|                   | 15,66      | 82,3      | 1,866         | 0,393         | 11,976    |
|                   | 18,73      | 78,8      | 1,975         | 0,415         | 14,923    |
|                   | 19,57      | 97,3      | 2,012         | 0,417         | 15,431    |
| <b>St 18</b>      | 16,53      | 93,2      | 1,341         | 0,239         | 13,626    |
| <b>Casy</b>       | 16,47      | 88,7      | 1,602         | 0,305         | 13,277    |
|                   | 14,53      | 75,1      | 1,399         | 0,281         | 11,548    |
|                   | 16,54      | 71,7      | 1,482         | 0,228         | 11,992    |
|                   | 19,54      | 89,6      | 1,934         | 0,348         | 15,899    |
|                   | 19,71      | 80,4      | 1,330         | 0,267         | 16,531    |
|                   | 13,42      | 78,0      | 1,326         | 0,248         | 10,686    |
|                   | 21,17      | 91,9      | 2,143         | 0,390         | 16,512    |
|                   | 14,47      | 76,0      | 1,322         | 0,267         | 11,512    |
|                   | 18,74      | 88,6      | 2,041         | 0,477         | 13,769    |
|                   | 14,21      | 77,2      | 1,080         | 0,220         | 11,438    |
|                   | 15,66      | 90,8      | 1,459         | 0,245         | 12,650    |
|                   | 16,30      | 78,6      | 1,435         | 0,282         | 13,066    |
|                   | 15,27      | 84,2      | 1,132         | 0,198         | 12,626    |
|                   | 18,34      | 78,8      | 2,235         | 0,473         | 13,822    |
|                   | 19,27      | 87,3      | 2,085         | 0,389         | 15,214    |
|                   | 17,76      | 80,3      | 2,000         | 0,444         | 13,964    |
|                   | 16,38      | 68,1      | 1,575         | 0,323         | 12,711    |
|                   | 14,95      | 74,5      | 1,430         | 0,277         | 11,999    |
|                   | 16,34      | 76,3      | 1,499         | 0,284         | 13,072    |

(**PF chairs** : Poids frais des tissus mous ; **PS chairs** : Poids sec des tissus mous après lyophilisation ; **PS valves** : Poids sec des deux valves de la coquille).

### ANNEXE 3 : Concentrations en métaux (en µg/g de poids sec) chez les bivalves *I. isognomon* après transplantation

| Station                           | As   | Co   | Cr  | Cu   | Fe  | Mn   | Ni  | Zn   |
|-----------------------------------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| <b>St 03</b><br><b>Port Boisé</b> | 60,4 | 0,47 | 1,9 | 13,3 | 165 | 11,6 | 3,8 | 1174 |
|                                   | 65,2 | 0,38 | 2,0 | 11,7 | 169 | 14,1 | 2,3 | 1062 |
|                                   | 66,2 | 0,54 | 2,7 | 15,0 | 182 | 27,7 | 4,2 | 614  |
|                                   | 52,3 | 0,28 | 2,3 | 7,7  | 164 | 26,5 | 2,9 | 826  |
|                                   | 59,9 | 0,47 | 2,5 | 17,7 | 189 | 16,9 | 3,7 | 850  |
|                                   | 52,5 | 0,53 | 4,3 | 17,8 | 288 | 27,7 | 5,1 | 957  |
|                                   | 43,2 | 0,39 | 2,3 | 11,8 | 213 | 19,0 | 2,8 | 994  |
|                                   | 63,6 | 0,47 | 2,3 | 17,9 | 155 | 17,9 | 3,6 | 718  |
|                                   | 56,5 | 0,48 | 2,8 | 17,2 | 190 | 14,0 | 3,5 | 688  |
|                                   | 55,1 | 0,53 | 2,5 | 16,0 | 163 | 20,0 | 3,4 | 530  |
|                                   | 69,1 | 0,57 | 3,0 | 14,4 | 216 | 15,5 | 3,8 | 1072 |
|                                   | 54,4 | 0,40 | 3,2 | 9,7  | 233 | 16,1 | 2,8 | 992  |
|                                   | 49,1 | 0,40 | 2,8 | 13,1 | 180 | 22,6 | 3,0 | 655  |
|                                   | 61,1 | 0,41 | 3,6 | 8,7  | 243 | 39,1 | 3,5 | 869  |
|                                   | 68,8 | 0,64 | 6,1 | 10,8 | 257 | 13,0 | 4,3 | 1147 |
|                                   | 54,8 | 0,49 | 2,1 | 12,4 | 162 | 27,8 | 2,8 | 767  |
|                                   | 79,7 | 0,40 | 2,5 | 11,1 | 189 | 24,5 | 2,1 | 1144 |
|                                   | 51,3 | 0,50 | 2,3 | 12,7 | 197 | 36,2 | 3,1 | 1104 |
|                                   | 56,2 | 0,34 | 1,6 | 15,3 | 137 | 13,9 | 1,8 | 788  |
| <b>St 06</b><br><b>Kwé</b>        | 68,0 | 0,54 | 2,3 | 11,4 | 173 | 11,1 | 3,5 | 728  |
|                                   | 55,3 | 0,42 | 2,2 | 10,5 | 223 | 10,5 | 2,8 | 1155 |
|                                   | 68,7 | 0,43 | 2,6 | 10,7 | 196 | 26,4 | 3,1 | 601  |
|                                   | 80,3 | 0,55 | 2,8 | 13,2 | 216 | 23,1 | 3,6 | 1030 |
|                                   | 53,7 | 0,40 | 2,0 | 16,5 | 180 | 22,7 | 3,5 | 840  |
|                                   | 75,4 | 0,38 | 1,8 | 14,1 | 162 | 13,4 | 2,6 | 1131 |
|                                   | 64,1 | 0,49 | 2,3 | 14,2 | 174 | 22,7 | 3,6 | 736  |
|                                   | 46,7 | 0,40 | 2,3 | 11,9 | 181 | 10,4 | 2,7 | 1041 |
|                                   | 45,0 | 0,28 | 1,4 | 7,4  | 115 | 13,2 | 0,9 | 502  |
|                                   | 38,9 | 0,38 | 1,8 | 13,6 | 178 | 31,2 | 1,7 | 878  |
|                                   | 44,0 | 0,29 | 1,3 | 8,5  | 91  | 6,8  | 1,4 | 185  |
|                                   | 48,0 | 0,42 | 2,0 | 9,1  | 172 | 31,5 | 2,9 | 505  |
|                                   | 52,7 | 0,45 | 3,0 | 11,9 | 236 | 23,8 | 3,8 | 969  |
|                                   | 57,0 | 0,34 | 2,2 | 12,7 | 193 | 51,6 | 2,4 | 727  |
|                                   | 55,6 | 0,28 | 1,1 | 10,2 | 120 | 7,5  | 1,5 | 585  |
|                                   | 58,7 | 0,42 | 3,5 | 12,1 | 238 | 22,5 | 4,0 | 477  |
|                                   | 48,3 | 0,44 | 3,2 | 10,7 | 206 | 23,1 | 3,8 | 629  |
|                                   | 40,5 | 0,53 | 2,6 | 9,5  | 197 | 8,3  | 2,9 | 964  |
|                                   | 55,6 | 0,35 | 2,2 | 10,2 | 144 | 15,1 | 2,9 | 718  |
| <b>St 07</b><br><b>Ioro</b>       | 40,6 | 0,33 | 2,3 | 12,6 | 159 | 34,3 | 3,1 | 972  |
|                                   | 57,4 | 0,37 | 2,2 | 10,6 | 165 | 51,1 | 3,0 | 870  |
|                                   | 76,6 | 0,59 | 5,2 | 13,4 | 280 | 50,4 | 5,4 | 795  |
|                                   | 47,8 | 0,44 | 2,1 | 15,8 | 180 | 41,1 | 2,6 | 895  |
|                                   | 55,6 | 0,38 | 2,7 | 11,5 | 183 | 22,5 | 4,3 | 1053 |
|                                   | 44,6 | 0,39 | 2,4 | 13,9 | 164 | 18,5 | 3,2 | 544  |
|                                   | 64,4 | 0,42 | 2,7 | 11,9 | 201 | 39,0 | 3,3 | 954  |
|                                   | 60,6 | 0,37 | 2,4 | 12,8 | 186 | 9,6  | 3,2 | 726  |
|                                   | 56,3 | 0,49 | 2,3 | 13,2 | 196 | 18,2 | 3,1 | 989  |
|                                   | 61,6 | 0,37 | 2,4 | 13,1 | 168 | 28,8 | 3,3 | 742  |
|                                   | 46,7 | 0,56 | 3,6 | 15,2 | 249 | 15,4 | 5,0 | 1010 |
|                                   | 56,0 | 0,36 | 2,4 | 12,1 | 174 | 18,7 | 3,4 | 950  |
|                                   | 46,9 | 0,30 | 1,6 | 13,3 | 134 | 32,4 | 2,3 | 787  |
|                                   | 72,7 | 0,29 | 1,8 | 22,1 | 144 | 17,2 | 3,9 | 864  |
|                                   | 61,8 | 0,59 | 2,3 | 14,4 | 176 | 23,9 | 6,4 | 871  |
|                                   | 42,7 | 0,45 | 2,2 | 10,8 | 154 | 26,2 | 5,2 | 544  |
|                                   | 85,7 | 0,41 | 5,5 | 8,4  | 179 | 10,6 | 7,9 | 863  |
|                                   | 52,0 | 0,36 | 2,2 | 11,4 | 158 | 15,1 | 3,8 | 1237 |
|                                   | 53,7 | 0,46 | 2,8 | 14,9 | 208 | 35,3 | 3,1 | 983  |
|                                   | 49,5 | 0,35 | 1,6 | 11,3 | 130 | 16,4 | 2,2 | 619  |
| <b>St 13</b><br><b>Ouen</b>       | 85,9 | 0,39 | 2,9 | 5,8  | 224 | 18,9 | 3,2 | 1161 |
|                                   | 58,2 | 0,32 | 1,9 | 14,8 | 120 | 13,3 | 2,3 | 726  |
|                                   | 57,8 | 0,26 | 1,9 | 15,4 | 149 | 11,1 | 1,9 | 1035 |
|                                   | 59,1 | 0,52 | 3,3 | 18,2 | 299 | 30,9 | 3,6 | 1307 |
|                                   | 65,9 | 0,57 | 3,8 | 12,4 | 279 | 14,8 | 4,5 | 1333 |
|                                   | 46,6 | 0,32 | 1,6 | 14,2 | 138 | 12,5 | 2,2 | 854  |
|                                   | 40,7 | 0,34 | 1,6 | 17,7 | 124 | 23,9 | 2,1 | 641  |
|                                   | 55,9 | 0,56 | 4,1 | 15,5 | 164 | 52,8 | 5,2 | 780  |
|                                   | 47,2 | 0,41 | 2,2 | 15,5 | 136 | 17,5 | 2,7 | 936  |
|                                   | 63,6 | 0,37 | 1,9 | 12,2 | 150 | 28,0 | 2,3 | 817  |
|                                   | 55,1 | 0,18 | 0,9 | 6,3  | 79  | 12,6 | 1,4 | 443  |
|                                   | 40,4 | 0,38 | 2,3 | 14,7 | 172 | 34,7 | 2,7 | 757  |
|                                   | 61,0 | 0,26 | 1,7 | 15,8 | 126 | 24,6 | 2,2 | 716  |
|                                   | 57,2 | 0,33 | 2,2 | 13,9 | 183 | 17,7 | 2,6 | 1304 |
|                                   | 43,1 | 0,31 | 1,6 | 14,4 | 173 | 21,6 | 3,2 | 652  |
|                                   | 52,6 | 0,22 | 2,1 | 12,8 | 141 | 8,6  | 2,1 | 853  |
|                                   | 45,9 | 0,39 | 2,3 | 13,3 | 175 | 14,1 | 3,0 | 993  |
|                                   | 49,2 | 0,33 | 2,1 | 14,2 | 155 | 28,5 | 2,1 | 713  |
|                                   | 62,1 | 0,30 | 1,9 | 13,2 | 141 | 20,0 | 2,7 | 848  |
|                                   | 54,8 | 0,60 | 2,1 | 8,1  | 164 | 11,3 | 3,8 | 1076 |

Suite

| Station           | As   | Co   | Cr  | Cu   | Fe  | Mn   | Ni  | Zn   |
|-------------------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| <b>St 14</b>      | 54,6 | 0,41 | 2,0 | 13,8 | 184 | 55,6 | 2,1 | 893  |
| <b>Baie Goro</b>  | 59,7 | 0,37 | 1,7 | 13,4 | 183 | 24,0 | 2,3 | 887  |
|                   | 84,8 | 0,56 | 2,6 | 8,8  | 231 | 18,5 | 3,2 | 1475 |
|                   | 92,9 | 0,60 | 2,6 | 9,6  | 168 | 22,8 | 3,7 | 821  |
|                   | 49,0 | 0,33 | 1,7 | 10,1 | 150 | 12,7 | 2,7 | 809  |
|                   | 51,3 | 0,38 | 2,1 | 10,5 | 181 | 26,8 | 2,5 | 959  |
|                   | 57,7 | 0,35 | 1,5 | 13,6 | 158 | 35,6 | 2,3 | 808  |
|                   | 55,5 | 0,42 | 3,1 | 12,1 | 176 | 20,6 | 3,3 | 924  |
|                   | 45,7 | 0,46 | 1,8 | 9,6  | 177 | 20,1 | 3,0 | 910  |
|                   | 49,7 | 0,38 | 2,0 | 13,5 | 224 | 20,0 | 2,0 | 723  |
|                   | 60,1 | 0,45 | 2,1 | 12,7 | 178 | 15,2 | 2,8 | 990  |
|                   | 52,2 | 0,56 | 3,4 | 10,4 | 236 | 34,9 | 4,6 | 1214 |
|                   | 57,5 | 0,37 | 1,7 | 12,5 | 131 | 19,9 | 3,0 | 916  |
|                   | 74,7 | 0,33 | 1,9 | 8,2  | 149 | 10,0 | 3,2 | 924  |
|                   | 63,0 | 0,41 | 2,0 | 12,1 | 171 | 11,8 | 3,6 | 835  |
|                   | 68,6 | 0,36 | 2,2 | 12,2 | 149 | 19,9 | 2,9 | 737  |
|                   | 43,3 | 0,59 | 2,5 | 9,5  | 252 | 34,7 | 3,9 | 963  |
|                   | 55,3 | 0,35 | 2,7 | 11,1 | 178 | 16,2 | 4,3 | 797  |
|                   | 52,2 | 0,48 | 2,6 | 7,3  | 204 | 10,4 | 4,1 | 1323 |
|                   | 49,4 | 0,35 | 2,0 | 11,7 | 165 | 33,5 | 2,3 | 894  |
| <b>St 16</b>      | 47,0 | 0,35 | 3,1 | 18,0 | 184 | 42,0 | 3,7 | 814  |
| <b>Port usine</b> | 53,3 | 0,67 | 4,1 | 22,7 | 245 | 66,9 | 6,1 | 641  |
|                   | 51,9 | 0,29 | 3,3 | 17,9 | 185 | 37,7 | 3,5 | 632  |
|                   | 44,0 | 0,32 | 1,7 | 15,8 | 168 | 45,5 | 2,5 | 685  |
|                   | 54,3 | 0,41 | 4,8 | 22,8 | 334 | 38,2 | 5,6 | 815  |
|                   | 67,9 | 0,26 | 2,6 | 28,9 | 177 | 45,0 | 6,1 | 727  |
|                   | 75,1 | 0,27 | 2,6 | 17,4 | 158 | 43,9 | 3,6 | 801  |
|                   | 74,3 | 0,38 | 3,3 | 14,8 | 266 | 60,7 | 5,0 | 772  |
|                   | 56,1 | 0,26 | 2,6 | 16,9 | 314 | 25,0 | 3,5 | 708  |
|                   | 64,1 | 0,23 | 2,6 | 14,6 | 185 | 86,4 | 2,4 | 1103 |
|                   | 51,1 | 0,24 | 2,1 | 13,2 | 146 | 92,7 | 2,6 | 743  |
|                   | 47,3 | 0,26 | 2,8 | 19,9 | 189 | 93,1 | 2,8 | 596  |
|                   | 48,3 | 0,46 | 3,3 | 13,0 | 179 | 23,1 | 5,4 | 554  |
|                   | 52,9 | 0,40 | 3,0 | 18,5 | 154 | 64,5 | 4,0 | 910  |
|                   | 46,4 | 0,35 | 2,2 | 18,4 | 116 | 30,9 | 3,0 | 665  |
|                   | 56,3 | 0,38 | 2,4 | 18,3 | 166 | 26,3 | 3,5 | 775  |
|                   | 63,2 | 0,39 | 3,1 | 18,1 | 160 | 50,0 | 3,9 | 785  |
|                   | 48,2 | 0,33 | 2,2 | 14,7 | 117 | 22,2 | 5,1 | 738  |
|                   | 47,6 | 0,34 | 2,4 | 16,1 | 145 | 43,9 | 3,2 | 811  |
| <b>St 18</b>      | 64,5 | 0,20 | 2,3 | 20,6 | 172 | 13,4 | 3,6 | 864  |
| <b>Casy</b>       | 64,3 | 0,25 | 3,3 | 17,0 | 199 | 20,5 | 5,0 | 825  |
|                   | 49,7 | 0,17 | 1,9 | 14,5 | 153 | 21,5 | 3,7 | 815  |
|                   | 78,3 | 0,34 | 3,1 | 10,2 | 332 | 37,8 | 6,6 | 1694 |
|                   | 57,3 | 0,32 | 2,0 | 15,6 | 184 | 56,4 | 3,8 | 1065 |
|                   | 46,8 | 0,28 | 2,4 | 16,5 | 291 | 45,0 | 3,7 | 1151 |
|                   | 57,6 | 0,23 | 2,4 | 14,5 | 247 | 19,4 | 7,8 | 1208 |
|                   | 50,6 | 0,13 | 1,9 | 15,8 | 160 | 23,8 | 5,8 | 789  |
|                   | 62,7 | 0,15 | 1,9 | 17,9 | 190 | 8,4  | 5,1 | 804  |
|                   | 34,6 | 0,31 | 2,7 | 19,6 | 221 | 68,5 | 5,6 | 796  |
|                   | 48,4 | 0,28 | 2,7 | 10,1 | 231 | 14,8 | 6,3 | 1302 |
|                   | 76,2 | 0,17 | 1,8 | 15,9 | 233 | 21,4 | 4,6 | 958  |
|                   | 46,9 | 0,12 | 1,8 | 13,3 | 169 | 98,3 | 5,0 | 821  |
|                   | 74,9 | 0,23 | 1,0 | 11,8 | 132 | 31,1 | 4,5 | 1150 |
|                   | 53,0 | 0,18 | 2,1 | 23,2 | 111 | 17,1 | 3,0 | 629  |
|                   | 57,0 | 0,25 | 1,9 | 18,9 | 141 | 37,0 | 3,3 | 797  |
|                   | 56,3 | 0,21 | 1,7 | 18,8 | 116 | 19,5 | 2,8 | 616  |
|                   | 48,7 | 0,25 | 2,5 | 18,3 | 149 | 31,1 | 3,3 | 680  |
|                   | 45,9 | 0,25 | 2,6 | 19,3 | 174 | 35,6 | 4,2 | 540  |
|                   | 57,9 | 0,30 | 2,5 | 16,0 | 192 | 38,0 | 3,8 | 968  |



**ANNEXE 4 : Concentrations en métaux (en µg/g de poids sec) chez les algues brunes  
*Lobophora variegata* après transplantation**

| Station           | As   | Co  | Cr   | Cu   | Fe   | Mn    | Ni   | Zn   |
|-------------------|------|-----|------|------|------|-------|------|------|
| <b>St 03</b>      | 36,9 | 8,2 | 14,7 | 17,1 | 682  | 93,5  | 14,0 |      |
| <b>Port Boisé</b> | 39,7 | 6,3 | 8,4  | 20,0 | 336  | 72,3  | 8,4  | 2,4  |
|                   | 34,6 | 8,1 | 11,2 | 25,5 | 521  | 124,5 | 11,5 | 2,7  |
|                   | 38,5 | 7,7 | 13,3 | 20,3 | 642  | 79,3  | 13,0 | 2,4  |
|                   | 38,1 | 8,0 | 13,4 | 21,1 | 681  | 95,3  | 13,3 | 3,8  |
|                   | 29,3 | 3,5 | 3,2  | 30,3 | 90   | 54,2  | 10,4 | 1,9  |
|                   | 34,9 | 8,1 | 14,0 | 21,8 | 672  | 88,7  | 14,7 | 2,9  |
|                   | 37,4 | 8,0 | 5,8  | 23,8 | 231  | 123,9 | 7,0  | 3,9  |
|                   | 43,0 | 6,8 | 4,5  | 18,5 | 171  | 58,5  | 5,6  | 5,8  |
|                   | 39,4 | 8,7 | 28,8 | 28,8 | 1336 | 104,7 | 25,7 | 4,0  |
|                   | 38,1 | 7,8 | 9,8  | 20,1 | 527  | 60,3  | 10,3 | 1,6  |
|                   | 33,0 | 7,0 | 3,9  | 17,0 | 118  | 85,4  | 4,8  |      |
|                   | 37,7 | 7,1 | 10,1 | 21,3 | 455  | 78,9  | 10,0 | 2,5  |
|                   | 35,2 | 2,7 | 3,2  | 34,6 | 169  | 21,0  | 4,1  | 1,0  |
|                   | 42,4 | 7,3 | 18,1 | 9,6  | 817  | 61,2  | 16,0 | 2,7  |
|                   | 39,7 | 6,8 | 6,0  | 12,8 | 304  | 66,4  | 6,1  | 6,3  |
|                   | 39,3 | 7,8 | 5,1  | 20,1 | 266  | 81,2  | 5,6  | 6,6  |
|                   | 32,8 | 8,3 | 27,5 | 12,3 | 1257 | 88,6  | 25,1 | 7,5  |
|                   | 41,3 | 7,4 | 16,5 | 20,3 | 808  | 96,0  | 16,3 | 6,2  |
|                   | 33,2 | 7,7 | 36,4 | 21,8 | 1583 | 89,7  | 34,9 | 6,5  |
| <b>St 06</b>      | 59,5 | 9,3 | 41,2 | 22,7 | 1959 | 29,9  | 38,6 | 9,7  |
| <b>Kwé</b>        | 37,9 | 5,5 | 36,2 | 5,3  | 1831 | 18,8  | 34,1 | 9,7  |
|                   | 35,1 | 5,0 | 12,4 | 7,0  | 667  | 8,8   | 13,3 | 4,4  |
|                   | 37,4 | 6,6 | 45,3 | 12,6 | 2230 | 20,6  | 41,5 | 5,4  |
|                   | 35,8 | 6,3 | 42,4 | 11,1 | 1925 | 19,7  | 37,3 | 8,9  |
|                   | 37,2 | 2,9 | 28,8 | 30,8 | 1335 | 17,3  | 26,1 | 2,9  |
|                   | 46,6 | 6,5 | 11,6 | 14,1 | 557  | 7,6   | 10,6 | 8,1  |
|                   | 36,1 | 4,5 | 23,2 | 28,4 | 1058 | 12,0  | 21,0 | 3,6  |
|                   | 35,1 | 5,8 | 68,5 | 30,0 | 2989 | 29,8  | 62,2 | 11,8 |
|                   | 36,9 | 6,7 | 24,5 | 13,4 | 1139 | 13,2  | 20,9 | 6,3  |
|                   | 35,5 | 4,3 | 48,4 | 29,3 | 2182 | 21,5  | 44,1 | 4,3  |
|                   | 35,1 | 4,5 | 68,6 | 30,6 | 2962 | 27,8  | 63,9 | 5,2  |
|                   | 39,2 | 5,6 | 38,2 | 20,0 | 866  | 18,8  | 34,8 | 6,3  |
|                   | 40,2 | 4,9 | 53,6 | 29,2 | 2656 | 24,4  | 49,0 | 4,7  |
|                   | 40,0 | 5,2 | 29,8 | 15,9 | 1356 | 12,0  | 25,2 | 3,3  |
| <b>St 07</b>      | 39,2 | 6,9 | 8,7  | 25,1 | 435  | 33,0  | 9,2  | 9,0  |
| <b>Ioro</b>       | 49,1 | 5,6 | 10,3 | 17,6 | 543  | 23,4  | 11,3 | 7,3  |
|                   | 47,0 | 5,2 | 4,6  | 25,0 | 271  | 29,1  | 5,7  | 7,3  |
|                   | 37,6 | 5,6 | 6,5  | 18,8 | 320  | 23,0  | 7,5  | 7,4  |
|                   | 44,6 | 5,6 | 7,2  | 26,5 | 368  | 36,4  | 8,4  | 9,4  |
|                   | 41,0 | 7,4 | 5,0  | 23,5 | 277  | 20,7  | 6,8  | 9,7  |
|                   | 40,4 | 4,9 | 7,7  | 14,6 | 397  | 17,1  | 8,4  | 7,7  |
|                   | 50,7 | 5,2 | 5,6  | 24,0 | 297  | 24,4  | 6,9  | 7,5  |
|                   | 42,8 | 4,9 | 17,9 | 18,9 | 967  | 47,8  | 18,6 | 9,8  |
|                   | 46,6 | 5,6 | 21,0 | 23,5 | 1083 | 58,2  | 21,2 | 9,1  |
|                   | 45,3 | 5,3 | 12,2 | 18,1 | 646  | 37,2  | 12,6 | 9,6  |
|                   | 43,5 | 5,5 | 8,9  | 21,6 | 451  | 25,7  | 9,9  | 9,4  |
|                   | 55,2 | 6,5 | 11,7 | 41,7 | 598  | 44,4  | 13,6 | 10,6 |
|                   | 32,1 | 2,6 | 4,5  | 16,0 | 259  | 20,2  | 5,2  | 6,4  |
|                   | 37,8 | 3,1 | 7,0  | 30,5 | 385  | 24,8  | 8,5  | 4,9  |
| <b>St 13</b>      | 39,9 | 5,4 | 3,2  | 19,6 | 141  | 70,9  | 4,2  | 6,3  |
| <b>Ouen</b>       | 35,4 | 4,5 | 10,0 | 20,6 | 514  | 62,3  | 10,7 | 6,5  |
|                   | 36,5 | 4,6 | 5,7  | 20,5 | 294  | 64,4  | 6,8  | 7,4  |
|                   | 34,3 | 3,9 | 3,1  | 20,3 | 126  | 58,4  | 3,9  | 5,5  |
|                   | 33,9 | 0,6 | 0,8  | 24,3 | 38   | 14,5  | 1,0  | 0,6  |
|                   | 35,1 | 4,9 | 5,5  | 19,8 | 253  | 78,6  | 6,7  | 3,6  |
|                   | 30,1 | 3,4 | 2,7  | 18,9 | 66   | 51,5  | 3,5  | 3,7  |
|                   | 34,1 | 4,4 | 3,1  | 19,5 | 117  | 55,5  | 4,1  | 8,4  |
|                   | 41,0 | 5,0 | 4,4  | 24,8 | 203  | 86,2  | 5,6  | 5,2  |
|                   | 25,7 | 3,8 | 5,7  | 12,9 | 281  | 73,2  | 6,5  | 4,5  |
|                   | 34,2 | 4,5 | 4,0  | 22,5 | 133  | 48,3  | 4,9  | 2,3  |
|                   | 42,6 | 4,9 | 3,8  | 23,9 | 151  | 77,7  | 5,0  | 9,0  |
|                   | 30,3 | 3,1 | 5,7  | 32,2 | 263  | 53,0  | 6,8  | 3,6  |
|                   | 34,1 | 4,6 | 4,1  | 20,3 | 814  | 83,6  | 10,7 | 6,8  |
|                   | 32,1 | 3,7 | 3,7  | 25,7 | 133  | 72,8  | 4,4  | 3,2  |
|                   | 30,3 | 1,7 | 2,7  | 36,2 | 98   | 31,9  | 4,1  | 1,2  |
|                   | 30,7 | 2,7 | 4,0  | 36,8 | 184  | 38,2  | 5,4  | 2,1  |
|                   | 31,7 | 3,0 | 2,8  | 36,6 | 109  | 48,5  | 4,1  | 2,6  |
|                   | 32,2 | 4,5 | 2,2  | 16,7 | 56   | 56,3  | 3,0  | 2,2  |
|                   | 34,0 | 3,2 | 5,0  | 34,4 | 229  | 45,1  | 6,1  | 2,1  |

| Station           | As   | Co  | Cr   | Cu   | Fe   | Mn   | Ni    | Zn   |
|-------------------|------|-----|------|------|------|------|-------|------|
| <b>St 14</b>      | 48,4 | 3,7 | 4,2  | 28,4 | 237  | 36,9 | 4,9   | 5,5  |
| <b>Baie Goro</b>  | 39,9 | 3,8 | 3,2  | 37,4 | 189  | 22,1 | 4,0   | 7,8  |
|                   | 41,1 | 4,2 | 5,2  | 18,9 | 313  | 48,0 | 6,1   | 3,8  |
|                   | 42,6 | 4,1 | 6,6  | 53,1 | 343  | 32,1 | 6,6   | 8,0  |
|                   | 45,4 | 2,6 | 3,8  | 24,4 | 210  | 16,9 | 4,6   | 1,5  |
|                   | 43,3 | 4,3 | 7,0  | 29,1 | 461  | 41,9 | 8,0   | 4,0  |
|                   | 39,3 | 4,4 | 5,1  | 23,8 | 318  | 42,4 | 5,8   | 4,8  |
|                   | 42,3 | 4,8 | 3,2  | 33,7 | 195  | 37,4 | 4,0   | 6,5  |
|                   | 48,6 | 4,4 | 5,2  | 38,2 | 317  | 42,4 | 5,8   | 4,1  |
|                   | 42,5 | 3,5 | 4,0  | 37,7 | 249  | 38,4 | 5,0   | 4,4  |
|                   | 36,3 | 3,1 | 5,6  | 31,5 | 305  | 24,9 | 6,1   | 3,0  |
|                   | 41,6 | 3,9 | 4,7  | 46,0 | 277  | 36,2 | 5,3   | 5,2  |
|                   | 38,6 | 3,3 | 5,4  | 23,9 | 296  | 29,1 | 6,3   | 2,9  |
|                   | 45,0 | 3,5 | 6,4  | 50,3 | 355  | 45,9 | 6,8   | 21,2 |
|                   | 39,1 | 3,3 | 7,6  | 46,6 | 420  | 42,6 | 8,4   | 15,3 |
|                   | 38,8 | 2,7 | 3,5  | 33,8 | 198  | 21,8 | 4,9   | 8,7  |
|                   | 39,8 | 3,8 | 11,3 | 35,0 | 580  | 30,6 | 11,1  | 4,7  |
|                   | 45,0 | 5,2 | 11,0 | 17,5 | 584  | 64,0 | 11,2  | 6,7  |
| <b>St 16</b>      | 33,1 | 2,4 | 11,3 | 12,2 | 497  | 6,3  | 9,5   | 7,0  |
| <b>Port usine</b> | 28,2 | 2,3 | 5,0  | 13,4 | 221  | 4,1  | 4,5   | 6,2  |
|                   | 38,5 | 2,7 | 2,3  | 9,4  | 123  | 3,5  | 2,6   | 4,2  |
|                   | 32,9 | 2,7 | 7,0  | 27,6 | 335  | 10,0 | 6,0   | 6,1  |
|                   | 32,7 | 2,1 | 17,0 | 15,1 | 734  | 9,1  | 14,1  | 2,9  |
|                   | 30,6 | 2,9 | 14,5 | 11,9 | 638  | 7,8  | 11,8  | 6,6  |
|                   | 31,5 | 2,8 | 4,0  | 53,0 | 192  | 8,1  | 3,8   | 2,9  |
|                   | 27,5 | 1,5 | 7,9  | 9,2  | 377  | 6,4  | 7,2   | 3,2  |
|                   | 30,0 | 2,2 | 4,4  | 35,6 | 206  | 3,7  | 3,9   | 4,7  |
|                   | 25,5 | 2,0 | 16,4 | 5,8  | 705  | 9,0  | 13,6  | 2,9  |
|                   | 28,6 | 3,0 | 10,2 | 10,9 | 457  | 5,4  | 8,0   | 7,8  |
|                   | 33,4 | 2,6 | 3,2  | 19,6 | 150  | 3,9  | 3,1   |      |
|                   | 35,7 | 3,0 | 2,6  | 6,3  | 123  | 3,7  | 3,3   |      |
|                   | 29,9 | 2,6 | 10,8 | 11,9 | 477  | 4,7  | 8,6   | 6,4  |
|                   | 29,7 | 5,1 | 54,1 | 11,2 | 2408 | 24,3 | 40,9  | 5,9  |
|                   | 28,2 | 3,8 | 48,6 | 25,8 | 2059 | 21,2 | 39,7  | 5,6  |
|                   | 29,5 | 2,7 | 13,6 | 17,9 | 581  | 8,4  | 11,4  | 5,0  |
|                   | 32,0 | 2,8 | 26,2 | 29,1 | 1121 | 21,9 | 21,5  | 4,6  |
|                   | 32,0 | 2,1 | 14,9 | 31,7 | 643  | 10,7 | 12,8  | 3,4  |
|                   | 31,1 | 3,1 | 26,3 | 16,3 | 1063 | 17,4 | 24,8  | 4,7  |
| <b>St 18</b>      | 27,9 | 3,6 | 16,9 | 11,2 | 829  | 9,1  | 16,0  | 8,2  |
| <b>Casy</b>       | 31,5 | 4,6 | 32,2 | 9,7  | 1543 | 15,1 | 30,2  | 5,9  |
|                   | 38,8 | 3,2 | 11,3 | 11,8 | 517  | 7,6  | 10,3  | 6,4  |
|                   | 33,7 | 4,1 | 9,6  | 11,4 | 453  | 6,5  | 9,0   | 5,3  |
|                   | 33,0 | 4,1 | 30,2 | 12,3 | 1501 | 14,1 | 29,3  | 7,1  |
|                   | 33,1 | 5,9 | 55,0 | 13,3 | 2648 | 23,7 | 51,9  | 7,0  |
|                   | 45,4 | 4,6 | 17,0 | 13,2 | 933  | 10,7 | 17,7  | 8,5  |
|                   | 24,9 | 1,5 | 8,2  | 25,5 | 395  | 4,9  | 8,0   | 4,2  |
|                   | 32,4 | 3,8 | 8,1  | 8,8  | 400  | 5,6  | 7,7   | 8,1  |
|                   | 44,2 | 4,3 | 7,0  | 11,8 | 352  | 6,5  | 7,4   | 13,5 |
|                   | 24,5 | 2,1 | 19,4 | 30,8 | 921  | 8,3  | 18,0  | 6,4  |
|                   | 30,9 | 4,0 | 21,8 | 14,1 | 1058 | 10,8 | 19,9  | 9,3  |
|                   | 31,5 | 3,2 | 14,4 | 17,1 | 667  | 7,4  | 15,6  | 7,9  |
|                   | 31,3 | 4,3 | 48,8 | 31,4 | 2270 | 19,4 | 49,3  | 8,5  |
|                   | 39,5 | 4,6 | 18,8 | 14,4 | 911  | 11,5 | 18,0  | 7,4  |
|                   | 30,2 | 3,3 | 27,2 | 33,1 | 1289 | 12,4 | 27,1  | 7,7  |
|                   | 39,0 | 5,9 | 59,1 | 18,4 | 2947 | 25,0 | 58,3  | 12,0 |
|                   | 30,9 | 7,5 | 28,0 | 26,3 | 5526 | 45,4 | 122,3 | 12,2 |
|                   | 30,0 | 3,6 | 47,7 | 31,6 | 2235 | 19,2 | 47,9  | 7,8  |
|                   | 30,5 | 5,5 | 78,9 | 24,7 | 3753 | 31,8 | 81,5  | 11,8 |

## **ANNEXE IV**

**Suivi sédimentologique triennal 2009 : - distribution des métaux dans les sédiments de surface ; - taux d'accumulation en ST133 (Île Ouen) (IRD)**

## **CONTRAT DE CONSULTANCE IRD/VALE-INCO**

Convention n° 2285

### **SUIVI SEDIMENTOLOGIQUE TRIENNAL 2009 :**

- DISTRIBUTION DES METAUX DANS LES SEDIMENTS DE SURFACE
- TAUX D'ACCUMULATION EN ST133 (ILE OUEN)



**Rapport final, 12/02/2010**  
**IRD-Nouméa**

Fernandez JM,  
Le Grand H, Moreton B, Dolbecq M  
UR-103 CAMELIA, IRD-Nouméa  
Nouvelle-Calédonie

## SOMMAIRE

|                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduction .....</b>                                                                                                  | <b>3</b>  |
| <b>Objectifs .....</b>                                                                                                     | <b>3</b>  |
| <b>Methodologie.....</b>                                                                                                   | <b>3</b>  |
| Echantillonnage et conditionnement .....                                                                                   | 3         |
| Sédiment de surface .....                                                                                                  | 3         |
| Extraction de carotte sédimentaire.....                                                                                    | 5         |
| Granulométrie laser.....                                                                                                   | 6         |
| Principe de la mesure.....                                                                                                 | 6         |
| Protocole.....                                                                                                             | 6         |
| Minéralogie (DRX).....                                                                                                     | 7         |
| Métaux dans les sédiments.....                                                                                             | 7         |
| Extraction séquentielle.....                                                                                               | 7         |
| Géochronologie.....                                                                                                        | 7         |
| <b>Resultats .....</b>                                                                                                     | <b>8</b>  |
| Etude des sédiments de surface.....                                                                                        | 8         |
| Granulométrie des sédiments de surface .....                                                                               | 9         |
| Minéralogie des sédiments de surface .....                                                                                 | 10        |
| Métaux associés aux phases géochimiques des sédiments de surface .....                                                     | 11        |
| Comparaison des concentrations entre 2006 et 2009.....                                                                     | 13        |
| Conclusion .....                                                                                                           | 14        |
| Evolution historique des taux d'accumulation sédimentaire et concentrations en<br>métaux de la carotte de l'Ile Ouen ..... | 15        |
| Granulométrie de la carotte St133 .....                                                                                    | 15        |
| Minéralogie de la carotte St133.....                                                                                       | 16        |
| Métaux totaux dans la carotte St133.....                                                                                   | 16        |
| Détermination du <sup>210</sup> Pb dans la carotte St133.....                                                              | 17        |
| Conclusion.....                                                                                                            | 18        |
| <b>Bibliographie.....</b>                                                                                                  | <b>19</b> |
| <b>Liste des figures .....</b>                                                                                             | <b>20</b> |
| <b>Liste des tableaux .....</b>                                                                                            | <b>21</b> |
| <b>Liste des annexes .....</b>                                                                                             | <b>22</b> |

## INTRODUCTION

Ce document regroupe les résultats de la première étude du suivi sédimentologique du milieu marin initié en 2006 en réponse au cahier des charges proposé par la Province-Sud de Nouvelle-Calédonie au titre des arrêtés ICPE relatif à l'autorisation d'exploitation des installations industrielles et portuaires.

Cette étude fait suite à une demande de définition de « l'Etat de référence » d'une part, des niveaux de concentration des métaux dans les sédiments les 18 stations initialement prédéfinies et d'autres parts, de la dynamique sédimentaire dans la Baie de Prony et de la Baie de Kwé (évaluation de taux de sédimentation).

Dans le but de se conformer aux arrêtés ICPE, Vale-Incol a initié, sous la responsabilité de l'IRD, un programme de suivi triennal des paramètres physiques et géochimiques des sédiments dont la première campagne est pour 2010.

## OBJECTIFS

Les objectifs de cette étude sont de caractériser les sédiments en déterminant leur composition minéralogique, leur granulométrie ainsi que les concentrations en métaux (Mn, Ni, Co, ...) dans différentes fractions géochimiques. Cette étude vise également à déterminer un état de référence des archives sédimentaires (taux d'accumulation) au large de l'Ile Ouen.

Cette étude des sédiments marins vient alimenter la base de référence destinée à la surveillance de l'impact industriel dans l'environnement. Elle a été réalisée sur 8 stations localisées dans le Canal de la Havannah, 4 dans la baie de Prony et 1 dans le Canal Woodin.

## METHODOLOGIE

### ***Echantillonnage et conditionnement***

#### ***Sédiment de surface***

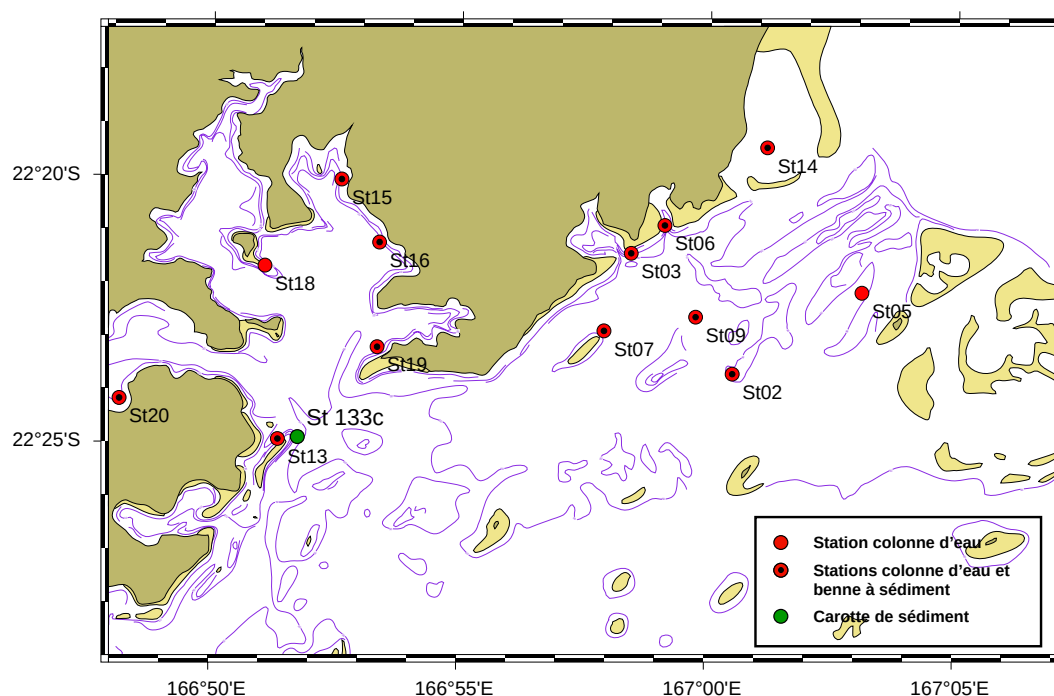
Les opérations de terrain ont été réalisées au cours d'une campagne de prélèvement conduite du 16 au 20 mars 2009 à bord du *N/O CORIS* de l'IRD sur les 13 stations telles que prédéfinies dans le cahier des charges et proposées par la Province Sud de Nouvelle-Calédonie (Figure 1). Le positionnement des stations a été effectué par GPS (Global Positionning System) et rapporté au référentiel universel WGS 84 (Tableau 1).

***Rappel :*** Les positions géographiques de certaines stations de suivi sédimentologique (et de la colonne d'eau) ont été récemment redéfinies (arrêté ICPE 2008). Ainsi, les stations St03, St05, St07 et St14 ont été déplacées respectivement à l'intérieur de la Baie de Port Boisé, à la limite ouest de la réserve Merlet, au nord-est du récif Ioro et pour la dernière à l'intérieur de la baie de Port Goro. Exception faite de St05 dont la nouvelle localisation a été définie pour

sortir du périmètre de la réserve Merlet, les autres sites ont été choisies pour leur propension à piéger les particules fines chimiquement plus réactives et pouvant donc traduire un impact des activités minières.

**Tableau 1 :** Liste et localisation des stations. (-) = Coordonnées de stations où les prélèvements n'ont été réalisables.

| Stations                | N° | Stations collecte sédiments |             |           |
|-------------------------|----|-----------------------------|-------------|-----------|
|                         |    | Longitude E                 | Latitude S  | Prof. (m) |
| Basse Chambeyron        | 2  | 167° 00' 506                | 22° 23' 599 | 36        |
| Baie Port Boisé         | 3  | 166° 58' 010                | 22° 21' 190 | 23        |
| Ilot Kié                | 5  | 167° 03' 100                | 22° 22' 050 | -         |
| Récif de la Baie Kwé    | 6  | 166° 59' 112                | 22° 20' 830 | 25        |
| Récif loro              | 7  | 166° 57' 910                | 22° 22' 820 | 31        |
| Canal de la Havannah    | 9  | 166° 59' 754                | 22° 22' 540 | 35        |
| Pointe Nord du récif Ma | 13 | 166° 51' 354                | 22° 24' 914 | 32        |
| Port de Goro            | 14 | 167° 01' 160                | 22° 19' 350 | 33.6      |
| Prony Creek Baie Nord   | 15 | 166° 52' 590                | 22° 20' 037 | 24        |
| Prony Wharf             | 16 | 166° 53' 365                | 22° 21' 210 | 17        |
| Prony Ilot Casy         | 18 | 166° 51' 061                | 22° 21' 668 | -         |
| Rade de l'est           | 19 | 166° 53,340                 | 22°23,170   | 36        |
| Baie Iré                | 20 | 166° 48,150                 | 22°24,150   | 25        |



**Figure 1 :** Localisation des stations de prélèvement des sédiments de surface et de la carotte ST133 de l'Ile Ouen.

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



Une séparation granulométrique des sédiments a été effectuée par voie humide (Eau Milli-Q  $18.6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ) afin de récupérer la fraction sédimentaire chimiquement la plus réactive (pélites = particules  $< 40 \mu\text{m}$ ) (e.g., Mayer and Fink, 1979; Ackerman, 1980; Deely and Fergusson, 1994; He and Walling, 1996). Les tamisages ont été conduits sur les aliquotes sédimentaires comprises entre 10 et 100 g selon nécessité et les fractions récoltées ont été séchées à l'étuve ( $40^\circ\text{C}$ ) puis conditionnées pour leur conservation jusqu'à l'analyse des métaux.

Les analyses et déterminations ont été effectuées sur les fractions pélitiques des sédiments de surface. Il a notamment été déterminé :

- La granulométrie des sédiments par granulométrie laser ;
- La composition minéralogique par diffraction de rayons X (DRX),
- La concentration des métaux associés aux différentes phases géochimiques composant le sédiment par extraction séquentielle puis analyse à l'ICP-OES.

### **Extraction de carotte sédimentaire**

Le prélèvement d'une carotte sédimentaire d'environ 0,60m de longueur effectuée au large de l'Ile Ouen a été extraite à l'aide d'un carottier conçu pour les faibles profondeurs ( $< 40\text{m}$ ) afin que sa mise en œuvre puisse s'effectuer à partir d'une embarcation légère non équipée de portique lourd. Ce prélèvement a été réalisé le 14 mai 2009 à bord du *N/O CORIS* de l'IRD.

Le carottier, mis en œuvre à partir du bord, prélève l'échantillon par gravité. Une fois à bord, il est transporté, à l'abri de la lumière et maintenu verticalement jusqu'au laboratoire afin d'éviter les déformations de l'interface eau-sédiment.

Le tableau 2 regroupe les principales coordonnées de la carotte. Cette carotte sédimentaire destinée aux estimations des taux d'accumulation a été découpée en horizons d'une épaisseur égale à 2cm et une prise d'essai individuelle a été effectuée pour la détermination des densités sèches et humides et le calcul de la porosité des sédiments par séchage à  $110^\circ\text{C}$ .

Comme pour les sédiments de surface, les échantillons destinés à l'analyse géochimique ont été tamisés par voie humide afin de récupérer la fraction sédimentaire active (pélites =  $< 40\mu\text{m}$ ). Les 2 fractions obtenues ( $> 40\mu\text{m}$  et  $< 40\mu\text{m}$ ) ont ensuite été séchées à l'étuve à  $40^\circ\text{C}$  puis pesées.

Les analyses géochimiques de la carotte ont été effectuées sur les pélites des horizons sédimentaires afin de déterminer :

- La granulométrie des sédiments effectuée par granulométrie laser ;
- La concentration des métaux totaux par fusion alcaline
- Les taux d'accumulation sédimentaire calculés par géochronologie (mesure du  $^{210}\text{Pb}$ )

**Tableau 2 :** Positionnement du point de carottages effectué au large de l'Ile Ouen (St133).

| Lieu     | Référence Carotte | Date       | Longitude Est | Latitude Sud | Longueur (m) | Profondeur d'eau (m) |
|----------|-------------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------------|
| Ile Ouen | St 133            | 14/05/2009 | 166° 52,398   | 22° 25,147   | 0,22         | 60                   |

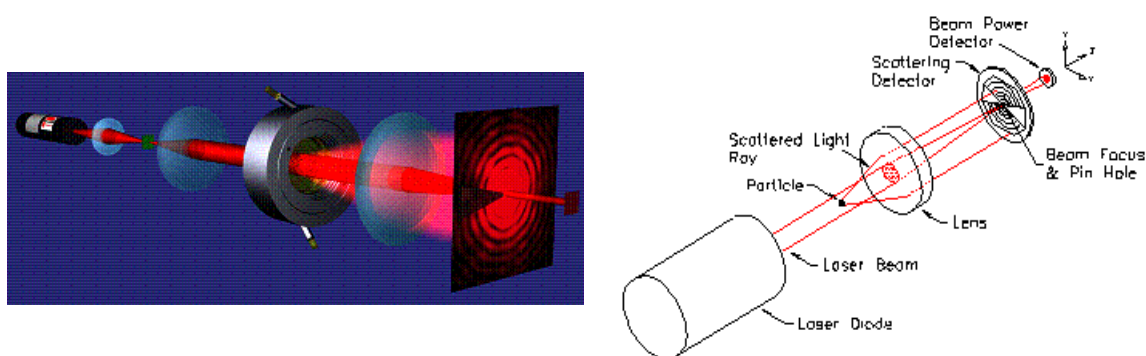
## Granulométrie laser

Cette technique permet de connaître la distribution granulométrique des particules d'un sédiment, c'est à dire de déterminer la taille des particules qui constituent des ensembles de grains ainsi que la quantité de particules à l'intérieur de plusieurs classes de tailles. La taille des particules est une caractéristique fondamentale qui affecte leur capacité à la mise en suspension, leur transport, leur dépôt et enfin leurs propriétés chimiques.

### Principe de la mesure

Ce type de mesure est basé sur la diffraction d'un faisceau laser par des particules selon la théorie de Mie. Les particules présentes dans un faisceau laser parallèle diffractent la lumière selon des angles fixes en fonction du diamètre de ces particules (figure 2). Une lentille convergente restitue l'image du faisceau diffracté en forme d'anneaux sur un détecteur dans le plan focal. L'intensité de la lumière varie selon la nature des particules traversées, la lumière non diffractée (transmise) est toujours focalisée dans le foyer sur l'axe optique et peut être mesurée.

Un traitement mathématique complexe permet de calculer la distribution en tailles des particules à partir des intensités de la lumière diffractée aux différents endroits du motif de diffraction. Le résultat du calcul donne un diamètre de particule équivalent à celui d'une sphère qui diffracterait la lumière selon le même spectre. Le calcul donne un diamètre moyen et la distribution en tailles des particules est exprimée sous forme de distribution en volumes.



**Figure 2 :** Schémas du système interne du granulomètre laser.

L'appareil utilisé est un granulomètre de marque SEQUOIA (Model LISST 100X). Il se caractérise par un détecteur qui trie les signaux en 32 raies différentes correspondant à 32 classes granulométriques normalisées comme celles des tamis de granulométrie classique.

### Protocole

Les sédiments secs sont émottés et une petite fraction, environ 100 mg, est placée dans la cuve à ultrasons du circuit pour dissociation des particules à l'aide d'un défloculant (Pyrophosphate-Na). L'acquisition des données granulométriques est alors lancée et les résultats sont fournis sous la forme de graphiques.

## **Minéralogie (DRX)**

L'évolution des matériaux en fonction du temps et de l'espace a été estimée en fonction des espèces minérales déterminées. Les déterminations ont été effectuées par diffraction de rayons X (DRX) sur des échantillons modérément broyés. L'appareil utilisé est un Philips (PW1050/81) équipé d'une anticathode Cu

## **Métaux dans les sédiments**

Après mise en solution, les métaux suivants ont été analysés par ICP-OES : As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn.

### **Extraction séquentielle**

Les étapes d'extraction séquentielles ont été conduites conformément au protocole de type Tessier et al. (1979) comprenant 4 ou 5 phases géochimiques. Cette méthodologie permet de mieux appréhender les effets de l'impact d'une contamination métallique dans le milieu. Les deux premières étapes du protocole permettent de mettre en évidence les conditions sédimentaires et les influences anthropiques, les deux dernières reflètent l'évolution géochimique naturelle.

Pour chaque échantillon, 2 g de pelites ont été nécessaires pour extraire les métaux des 4 phases géochimiques afin de séparer les formes suivantes :

- **Formes oxydables** : Cette fraction représente les métaux liés à la matière organique du sédiment. Leur extraction est conduite par un oxydant fort ( $H_2O_2$ , 110 vol) en milieu acide ;
- **Formes acido-solubles** : C'est une fraction facilement solubilisable par l'utilisation d'un acide faible tamponné en solution ( $CH_3COOH/CH_3COONH_4$ ) qui attaque en particulier la matrice carbonatée du sédiment. Elle contient également des éléments très faiblement liés aux autres phases géochimiques ;
- **Formes réductibles** : Elles sont associées aux oxy-hydroxydes de fer et manganèse principalement. Leur extraction s'opère avec un agent réducteur puissant ( $NH_2OH, HCl$ ) en milieu faiblement acide ;
- **Formes réfractaires** : Elles représentent les éléments métalliques fortement liés ou constituant la matière minérale tels que les silicates et aluminosilicates. L'analyse des métaux réfractaires a été conduite après attaque de la matrice géochimique par fusion alcaline, selon le protocole en vigueur à l'IRD. Brièvement, il s'agit de faire réagir du tétraborate de lithium et du sédiment à haute température ( $1100^\circ C$ ) puis, après refroidissement partiel, de dissoudre les billes d'amalgame formées dans une solution acide ( $HCl$ ).

Tous les réactifs utilisés sont de marque Merck, qualité ProAnalysis. Les béchers et ustensiles sont soit en PEHD ou en Tefon®.

## **Géochronologie**

La datation des horizons sédimentaires nécessaire à l'évaluation des taux d'accumulation, a été obtenue par l'analyse de la radioactivité d'un radioisotope, le  $^{210}Pb$ , naturellement présent dans les sédiments. La technique consiste à déterminer :

- le  $^{210}\text{Pb}$  « atmosphérique », dit « en excès » qui provient indirectement de la désintégration du  $^{222}\text{Rn}$ , descendant gazeux du  $^{226}\text{Ra}$  contenu dans les roches qui se dégage dans l'atmosphère. Intégré aux aérosols, en quantités importantes selon un flux supposé constant (Goldberg, 1963), le  $^{210}\text{Pb}$  est d'abord entraînés par les pluies, puis transporté par les rivières jusqu'à la mer, où il va sédimenter avec les particules.
- le  $^{210}\text{Pb}$  « supporté » qui apparaît au sein même de la roche (ou du sédiment) et ne subit donc pas le cycle atmosphérique. Son apport aux sédiments découle de l'érosion des sols et de son transport fluvial vers le bassin de sédimentation.

Le  $^{210}\text{Pb}$  constitue un excellent outil permettant la datation des carottes sédimentaires sur une échelle de temps de l'ordre de 100 ans. Cependant, certaines conditions du milieu sont nécessaires pour obtenir une bonne datation (He & Walling, 1996 ; Valette-Silver, 1993).

Dans les couches sédimentaires, la radioactivité du  $^{210}\text{Pb}$  d'origine atmosphérique décroît de manière exponentielle en fonction du temps à un taux fixé par sa période de demi-vie ( $T_{1/2} = 22,26$  ans). A une profondeur donnée sous l'interface eau-sédiment, la radioactivité du  $^{210}\text{Pb}$  dépend donc de la durée écoulée depuis sa déposition et du taux d'accumulation. La radioactivité propre du  $^{210}\text{Pb}$  en excès est calculée en soustrayant à la radioactivité totale du  $^{210}\text{Pb}$  celle du  $^{210}\text{Pb}$  « supporté », mesurée dans les niveaux les plus profonds, où la contribution atmosphérique est négligeable.

L'âge  $t$  du sédiment  $A$  est alors obtenu selon l'équation suivante :

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left( \frac{{}^{210}\text{Pb}^0}{{}^{210}\text{Pb}} \right)_A$$

Avec

$$\lambda = 3,11.10^{-2} \text{ an}^{-1};$$

$({}^{210}\text{Pb}^0)_A$  = la radioactivité dans le niveau de surface ( $h = 0$ ) ;

$({}^{210}\text{Pb})_A$  = la radioactivité à la profondeur  $h$ .

Le taux d'accumulation «  $a$  » ( $\text{g.cm}^{-1}.\text{an}^{-1}$ ) est alors :  $a = h/t$

La radioactivité du  $^{210}\text{Pb}$  a été déterminée par spectrométrie gamma basse énergie à 46.54 keV. La chaîne de mesures utilisée est composée d'un spectromètre ORTEC X et d'un détecteur au béryllium de 80 % de rendement.

## RESULTATS

### *Etude des sédiments de surface*

Des sédiments meubles ont pu être collectés à 11 stations sur les 13 programmées. En effet, les 2 stations, St05 et St18, sont localisées sur des fonds durs difficiles à échantillonner en raison d'une variabilité spatiale importante de la nature des fonds.

Les résultats du pourcentage pélique des sédiments de surface sont regroupés dans le tableau 3.

Sur les 4 stations localisées dans la Baie de Prony, les stations St15 et St16 sont presque composées entièrement de pélites, respectivement 98% et 97,8% (Tableau 3). Au nord de l'Ile Ouen, la station St19 est également composée majoritairement de pélites (79,3%). Ces compositions pélitiques sont très élevées car les stations sont localisées dans une zone hydrodynamiquement calme alimentée par des particules fines provenant des différentes rivières.

Les pourcentages pélitiques des stations localisés dans le canal de la Havannah étant assez contrastés et démontrent la diversité des conditions hydrodynamiques régnantes qui permettent localement la formation de lentilles de dépôts pélitiques. En effet, les stations St03, St07 et St13 sont majoritairement composées de pélites (plus de 55%) tandis que les stations St09 et St02 ne contiennent que 13,6 et 9,8% respectivement. Les sédiments de la station St05 n'ont pas pu être collectés car cette station, précédemment localisée dans la réserve Merley (campagne 2006), a été déplacée au milieu du chenal dans une zone de trop fort hydrodynamisme empêchant toute sédimentation.

A l'exception de la station St06, les pourcentages pélitiques de toutes les stations ont augmenté de 2006 à 2009. Pour les stations St03, St07 et St14, cette augmentation s'explique par leur repositionnement vers des aires plus abritées choisies pour leur propension potentielle à piéger les particules fines.

**Tableau 3 :** Teneur en fraction pélitique ( $< 40\mu\text{m}$ ) des sédiments échantillonnés dans le domaine d'étude ; (-) = Absence de matériel sédimentaire meuble.

| Station                     | St02 | St03 | St05 | St06 | St07 | St09 | St13 | St14 | St15 | St16 | St18 | St19 | St20 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| %Pélites<br>(campagne 2009) | 9,8  | 70,6 | -    | 39,0 | 65,3 | 13,6 | 58,1 | 27,0 | 98,0 | 97,8 | -    | 79,3 | 41,3 |
| %Pélites<br>(campagne 2006) | 1,2  | 0,6  | 5,7  | 48,6 | 26,5 | 2,7  | 47,9 | 0,6  | 72,3 | 56,2 | 9,0  |      |      |

### **Granulométrie des sédiments de surface**

Les résultats d'analyses sont regroupés dans le tableau 4 et l'annexe 1.

Les sédiments collectés présentent une assez grande diversité liée à la localisation des stations c'est-à-dire aux différentes influences environnementales qu'elles subissent. Ainsi, les sédiments les plus grossiers ont été prélevés à la station St09 qui est située dans une zone peu profonde du Canal de la Havannah soumise aux courants ( $D_{\text{pic}} = 290.9 \mu\text{m}$ ). A l'inverse, les sédiments les plus fins sont localisés dans les zones profondes abritées, comme St15 et St16. La station St07, proche de la balise Ioro, présente la particularité d'être composée de sédiments fins collectés dans une zone très restreinte de calme hydrodynamique résultant de la construction de récifs coralliens frangeants.

La plupart des sédiments sont composés de populations de particules dont la distribution est unimodale. Cependant, au niveau des stations côtières, comme St06 ou St19, une deuxième population granulométrique constituée de sédiments silto-sableux est présente. Ce nouveau mode granulométrique traduit probablement les influences des apports terrigènes événementiels (fortes précipitations atmosphériques).

**Tableau 4 :** Caractéristiques granulométriques des 13 sédiments correspondant aux stations de suivi sédimentologique. Diamètre ( $\mu\text{m}$ ) des populations granulométriques pour les percentiles 10% (D10), 50% (D50), 90% (D90) et 99% (D99).

(-) = Mesure granulométrique non effectuée en raison de l'absence de fraction sableuse ( $<1000\mu\text{m}$ ) en quantité suffisante ; (nc) = valeur non communiquée, erreur de traitement.

| Echantillon | D10  | D50   | D90   | D99   | Dpic  |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|
| St02        | nc   | nc    | nc    | nc    | nc    |
| St03        | 2,5  | 35,5  | 78,4  | 115,6 | 46,0  |
| St05        | -    | -     | -     | -     | -     |
| St06        | 20,8 | 65,4  | 435,1 | 752,8 | 53,2  |
| St07        | 1,5  | 26,2  | 65,4  | 155,0 | 37,6  |
| St09        | 37,1 | 199,8 | 441,2 | 625,5 | 290,9 |
| St13        | 10,3 | 37,4  | 124,1 | 331,9 | 38,0  |
| St14        | 13,6 | 40,2  | 81,8  | 143,1 | 44,7  |
| St15        | 1,9  | 40,8  | 105,0 | 161,0 | 63,6  |
| St16        | 1,5  | 28,8  | 88,9  | 758,0 | 43,0  |
| St18        | -    | -     | -     | -     | -     |
| St19        | 1,9  | 31,3  | 98,0  | 397,0 | 43,8  |
| St20        | 5,1  | 36,9  | 79,1  | 281,6 | 44,3  |

### **Minéralogie des sédiments de surface**

Sur 13 stations échantillonnées, seuls 11 sédiments ont pu être analysés. Les résultats sont regroupés dans l'annexe 2.

Parmi tous les sédiments étudiés, seuls ceux prélevés à la station St09 ne contiennent que des traces de goethite en raison de l'éloignement du site de prélèvement vis-à-vis des sources d'apports terrigènes et de sa situation dans le Canal de la Havannah.

Les sédiments des stations St03, St06, St07, St09, St13, St14 et St19 se caractérisent par des spectres de diffraction similaires que seules des proportions de goethite distinguent ; les teneurs semblent bien mettre en évidence un gradient côt-large avec cependant une exception à la station St14 où malgré la proximité de la côte, quelques traces de goethite sont seulement décelées. Outre ce minéral caractéristique de l'altération des latérites, les sédiments contiennent de la calcite, de la calcite Mg, de l'aragonite (et des sels (halite)).

A la station St06 uniquement, on note la présence de Lizardite (serpentine) et de talc (argile à 10Angstroms) en faibles quantités ? Ces minéraux sont issus de l'altération des formations ultrabasiques localisées dans le bassin versant de la rivière.

Les trois autres stations, St15, St16 et St20 présentent des similarités en raison de leur proximité à la côte. Ainsi les stations St16 et St20 sont influencées simultanément les apports marins et terrestres. Cette double influence se traduit d'une part, par la présence d'aragonite, de calcite, de calcite magnésienne et d'halite, pour l'origine marine, et d'autre part par la goethite, la gibbsite et la chlorite notamment pour l'origine terrigène.

La station St15 se distingue très nettement par une composition des sédiments dont la proportion de goethite est majoritaire avec une forte contribution de gibbsite et de lizardite, tous ces minéraux résultant de l'altération soit des latérites, soit de la roche mère ultrabasique, la péridotite.

## **Métaux associés aux phases géochimiques des sédiments de surface**

Les résultats d'analyses des métaux dans les 4 phases sont regroupés en annexe 3

### Métaux liés à la matière organique

Géographiquement, les concentrations de Co, Cr, Ni et Zn contenues dans la phase organique des pélites sont assez homogènes et ne permettent pas de différencier le Canal de la Havannah et la Baie de Prony. Le fer se singularise par des concentrations très faibles dans toutes les stations et particulièrement au niveau de la station St09 où sa valeur mesurée est en dessous des limites de détection (Tableau 5). Le manganèse présente un gradient de concentration décroissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne des embouchures de rivière. Ce gradient est particulièrement flagrant dans la Baie de Prony où les concentrations diminuent d'un facteur 4 de la station St15 à la station St19.

Du point de vue quantitatif (Tableau 5), les métaux dans les phases organiques des sédiments sont présents en proportions pouvant atteindre maximum 21%, comme le chrome. Pour le fer, la fraction liée à la matière organique ne représente que 0,05% de la totalité de cet élément, ce qui correspond à 10 µg/g (St13). Pour les autres éléments, la phase organique des sédiments contient des proportions de cobalt, chrome et manganèse à peu près similaires comprises suivant les prélèvements de 1 à 20%.

### Métaux liés aux carbonates

Les différents métaux liés aux carbonates n'ont pas la même répartition géographique. En effet, les concentrations de chrome et cobalt sont à peu près similaires dans toutes les stations (~20 µg/g) à l'exception de la station St15 où les concentrations doublent. Pour le nickel, les concentrations de la phase carbonatée sont assez faibles et ne permettent pas non plus de nettement différencier le Canal de la Havannah et la Baie de Prony.

A l'inverse, les concentrations de fer dans le Canal de la Havannah, par exemple, sont plus élevées que dans la Baie de Prony. Cette différence est particulièrement évidente aux stations St03 et St06 dont les concentrations atteignent 380 et 328 µg/g respectivement (Annexe 3) ; ces deux stations sont positionnées respectivement dans des baies (Port Boisé et Kwé) influencées par les apports terrigènes. Il en est de même, pour le manganèse dont les concentrations sont plus fortes dans les sédiments de la Baie de Prony (de 249 à 549 µg/g) et du Canal Woodin (299 µg/g) que dans ceux du Canal de la Havannah (de 42,9 à 213 µg/g).

En termes de proportions, le fer dans la phase carbonatée est faible puisqu'il ne représente que 2,15% au maximum de la totalité de cet élément dans les pélites. Les proportions en chrome et nickel dans les phases carbonatées sont équivalentes et comprises entre 0,3 à 13% pour le chrome et 0,3 à 16% pour le nickel.

Le cobalt et manganèse peuvent représenter jusqu'à 52 et 55% de la totalité de cet élément dans les pélites des stations St09 et St02 localisées au milieu du Canal de la Havannah (Tableau 5). Le taux de carbonates des sédiments du Canal constitue probablement une explication.

### Métaux liés aux oxy-hydroxydes

La formation des oxy-hydroxydes dicte la répartition des métaux qui leur sont liés. Ces phases géochimiques se forment en particulier, à proximité des zones d'apports terrigènes, comme les estuaires, ou dans les grands fonds océaniques.



Le chrome, le cobalt, le manganèse et le nickel sont plus concentrés dans la Baie de Prony que dans le canal de la Havannah. Ceci est principalement avéré à la station St15 où les concentrations obtenues sont bien plus élevées que pour toutes les autres stations. A cette station, la concentration du manganèse (St 15 : 517 µg/g) est plus de 6 fois plus élevée que les concentrations calculées pour les autres stations (20,40 à 90,55 µg/g) (Tableau 5).

Le fer, constitutif de cette phase géochimique, est bien évidemment également plus concentré dans la Baie de Prony (585 à 868 µg/g) que dans le canal de la Havannah (129 à 682 µg/g) mais cette différence est moins prononcée que pour les autres métaux.

Les métaux liés aux oxy-hydroxydes sont en proportions variables dans les pélites (Tableau 5). Ainsi, les proportions de ces métaux sont relativement fortes en valeurs absolues pour certains métaux comme le cobalt (29% en St15), mais faibles pour le chrome et le fer qui ne représentent, respectivement que 0,4-8,0% et 1-8% de la totalité de ces éléments. Toutefois, ces quantités rapportées aux masses très faibles d'oxy-hydroxydes deviennent non négligeables.

#### Métaux liés aux résidus

Les métaux de cette dernière phase géochimique du protocole d'extractions séquentielles sont les éléments constitutifs des particules principalement terrigènes. Ils peuvent être considérés comme une signature utilisable pour suivre le transport des matières en suspension d'origine naturelle introduites dans le système. Les résultats montrent donc de manière évidente les différentes sources que sont les émissaires naturels qui débouchent dans la zone du Canal de la Havannah, comme la rivière Kwé (St06) ou l'ensemble du réceptacle constitué par la Baie du Prony et particulièrement la Rade Nord alimentée par la rivière Kadji et le Creek de la Rade Nord.(St15) Géographiquement, les concentrations se distribuent logiquement de manière identique pour tous les éléments analysés. En effet, les résultats permettent de distinguer (Tableau 6) :

- La zone centrale occupée par le Canal de la Havannah avec des concentrations faibles et la Baie de la Kwé où les métaux sont en moyennes 3 fois plus concentrés ;
- La Baie de Prony et le Canal Woodin dont les concentrations sont plus élevées que celles trouvées dans la Baie de Kwé pourtant fortement influencée par les apports terrigènes des sites d'extractions du minerai. Les concentrations des métaux (Co, Cr, Fe, Mn, Ni et Zn) en Baie de Prony sont particulièrement élevées à la station St15 où elles atteignent un maximum (Tableau 5).

D'un point de vue quantitatif, pour les éléments comme Cr, cette phase géochimique peut contenir jusqu'à 99 % du métal (St15) (Tableau 5) ; pour le fer et le nickel, les pourcentages sont compris entre 62 et 99,6 %. Le manganèse et le cobalt ont des proportions moins élevées et ne représentent respectivement que 5-60% et 4-63% du métal total.

**Tableau 5 :** Ecart des concentrations et des pourcentages de Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des échantillons St02, St03, St06, St07, St09, St13, St15, St16, St18, St19 et St20 ; (< ld) = Valeurs inférieure à la limite de détection de mesure.

| Phase      | Valeur | Co            |              | Cr              |               | Fe               |                | Mn             |              | Ni             |               |
|------------|--------|---------------|--------------|-----------------|---------------|------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------|
|            |        | µg/g          | %            | µg/g            | %             | µg/g             | %              | µg/g           | %            | µg/g           | %             |
| Organique  | Min    | 6<br>(St09)   | 2<br>(St15)  | 23<br>(St07)    | 0,5<br>(St15) | <ld<br>(St09)    | <ld<br>(St09)  | 14<br>(St07)   | 3<br>(St20)  | 7<br>(St09)    | 0,2<br>(St15) |
|            | Max    | 15<br>(St20)  | 19<br>(St09) | 73<br>(St20)    | 21<br>(St02)  | 10<br>(St13)     | 0,05<br>(St13) | 80<br>(St15)   | 19<br>(St02) | 12<br>(St13)   | 10<br>(St02)  |
| Carbonates | Min    | 17<br>(St09)  | 13<br>(St20) | 16<br>(St14)    | 0,3<br>(St15) | 38<br>(St15)     | 0,02<br>(St15) | 43<br>(St09)   | 21<br>(St15) | 3<br>(St09)    | 0,3<br>(St15) |
|            | Max    | 40<br>(St15)  | 52<br>(St09) | 41<br>(St15)    | 13<br>(St09)  | 380<br>(St03)    | 2,15<br>(St09) | 549<br>(St15)  | 55<br>(St02) | 16<br>(St02)   | 16<br>(St02)  |
| Oxydes     | Min    | 8<br>(St14)   | 13<br>(St20) | 10<br>(St09)    | 0,4<br>(St15) | 126<br>(St09)    | 0,4<br>(St15)  | 15<br>(St09)   | 8<br>(St20)  | 9<br>(St09)    | 1<br>(St06)   |
|            | Max    | 74<br>(St15)  | 29<br>(St15) | 60<br>(St15)    | 8<br>(St09)   | 868<br>(St15)    | 5<br>(St02)    | 517<br>(St15)  | 21<br>(St02) | 96<br>(St15)   | 12<br>(St02)  |
| Résidu     | Min    | 1<br>(St09)   | 4<br>(St09)  | 127<br>(St02)   | 59<br>(St02)  | 2529<br>(St09)   | 93<br>(St02)   | 4<br>(St02)    | 5<br>(St02)  | 64<br>(St02)   | 62<br>(St02)  |
|            | Max    | 137<br>(St15) | 63<br>(St20) | 13160<br>(St15) | 99<br>(St15)  | 228732<br>(St15) | 99,6<br>(St15) | 1478<br>(St15) | 60<br>(St06) | 3789<br>(St15) | 98<br>(St06)  |

**Tableau 6 :** Concentrations moyennes dans les phases résiduelles des pélites.

|    | Canal Havannah | Baie de la Kwé | Baie du Prony | Canal Woodin |
|----|----------------|----------------|---------------|--------------|
|    | (µg/g)         | (µg/g)         | (µg/g)        | (µg/g)       |
| Co | 12             | 37             | 68            | 95           |
| Cr | 650            | 2 805          | 4 780         | 4 016        |
| Fe | 15 683         | 59 328         | 107 378       | 85 455       |
| Mn | 245            | 737            | 1 127         | 966          |
| Ni | 306            | 1 679          | 1 659         | 2 000        |

### Comparaison des concentrations entre 2006 et 2009

Le tableau 7 montre l'évolution des concentrations entre 2006 et 2009 pour les 4 phases géochimiques aux 3 stations de référence caractérisant les apports terrigènes que sont St06 (Baie Kwé), St15 (Baie du Prony) et St16 (Port de commerce). En résumé, il apparaît que :

- Dans la phase organique des sédiments, entre 2006 et 2009, les niveaux de concentration de Co et Cr ont augmenté, les niveaux de Ni semblent être demeurés plutôt stables alors que les teneurs de Mn montrent une légère diminution des valeurs. Cette augmentation est particulièrement importante pour Fe qui passe de valeurs de 0,07-0,43 µg/g en 2006 à des teneurs de 19,2-47,5 µg/g en 2009.
- Dans la phase carbonatée, les niveaux de concentrations de Co, Cr et Fe ont très sensiblement augmenté entre 2006 et 2009. La plus forte augmentation a été observée pour le Co en St06 où sa concentration a été multipliée par 20 entre 2006 (0,9 µg/g) et 2009 (18,3 µg/g) à St06. Les teneurs de Mn et de Ni reste du même ordre de grandeur voire montre une légère tendance à la diminution.

- Dans la phase oxydée, les niveaux de concentrations de Co, Cr, Fe, Mn et Ni montrent une tendance générale à l'augmentation entre 2006 et 2009. D'une manière plus précise, les augmentations concernent essentiellement les stations St06 et St15. Cependant, d'une façon générale, ces variations sont moins prononcées que celles observées dans les phases organique et carbonatée.
- Dans les phases résiduelles enfin, on a observé une diminution du Co, Cr, Fe et Ni avec des niveaux de concentrations souvent diminuées de moitié entre 2006 et 2009.

**Tableau 7 :** Concentrations de Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des échantillons des stations St06, St15 et St16 des campagnes 2006 et 2009.

| Métal | Stations | Matières<br>Organiques<br>(µg/g) |      | Carbonates (µg/g) |      | Oxydes (µg/g) |      | Résidus (µg/g) |        | Total  |        |
|-------|----------|----------------------------------|------|-------------------|------|---------------|------|----------------|--------|--------|--------|
|       |          | 2006                             | 2009 | 2006              | 2009 | 2006          | 2009 | 2006           | 2009   | 2006   | 2009   |
|       |          |                                  |      |                   |      |               |      |                |        |        |        |
| Co    | St06     | 8,4                              | 11,8 | 0,9               | 18,3 | 1,5           | 13,5 | 56,1           | 35,6   | 66,9   | 79,1   |
|       | St15     | 2,1                              | 6,0  | 25,2              | 39,6 | 53,5          | 74,1 | 193,7          | 137,3  | 274,5  | 257,0  |
|       | St16     | 1,5                              | 10,8 | 4,8               | 20,8 | 15,3          | 22,7 | 63,2           | 34,8   | 84,8   | 89,0   |
| Cr    | St06     | 24,8                             | 69,7 | 5,1               | 24,0 | 5,0           | 16,8 | 3291           | 1781   | 3326   | 1891   |
|       | St15     | 1,7                              | 70,2 | 12,5              | 40,5 | 25,4          | 59,5 | 16535          | 8890   | 16575  | 9060   |
|       | St16     | 3,5                              | 42,9 | 2,2               | 18,3 | 21,0          | 21,2 | 4013           | 1511   | 4040   | 1593   |
| Fe    | St06     | 19,2                             | 0,26 | 76,9              | 328  | 273           | 408  | 112131         | 59328  | 112500 | 60064  |
|       | St15     | 47,5                             | 0,07 | 6,1               | 38,0 | 662           | 868  | 380823         | 228732 | 381539 | 229638 |
|       | St16     | 29,3                             | 0,43 | 3,8               | 49,0 | 1266          | 792  | 110909         | 51396  | 112201 | 52238  |
| Mn    | St06     | 38,9                             | 34,3 | 242               | 196  | 35,3          | 65,8 | 341            | 371    | 658    | 667    |
|       | St15     | 156                              | 80,1 | 721               | 549  | 326,6         | 517  | 1282           | 1499   | 2485   | 2645   |
|       | St16     | 103                              | 50,6 | 324               | 382  | 60,1          | 90,6 | 247            | 286    | 735    | 809    |
| Ni    | St06     | 16,9                             | 10,6 | 9,6               | 5,5  | 14,6          | 22,9 | 1075           | 1004   | 1116   | 1043   |
|       | St15     | 12,6                             | 8,6  | 41,5              | 12,3 | 44,2          | 95,7 | 4009           | 2893   | 4107   | 3010   |
|       | St16     | 13,3                             | 8,0  | 10,1              | 5,2  | 28,5          | 30,3 | 1210           | 801    | 1262   | 845    |

## Conclusion

Les résultats des analyses en métaux ont permis de calculer les ratios de concentrations normalisées avec le fer pour les stations St06 et St15. Cette technique de calcul permet de suivre l'évolution potentielle de la nature des apports dans le temps et l'espace (Fernandez et al., 2006 ; Debenay et Fernandez, 2009). Les résultats de ces calculs figurent dans le tableau 8.

Pour ces 2 stations, les normalisations ont montré que les ratios demeurent remarquablement constants pour Co et Cr, quelque soit la station. A l'inverse pour Mn et Ni, les ratios montrent une nette tendance à l'augmentation. Cette variation, en particulier mise en évidence pour la station St06 (Baie Kwé), peut souligner une modification de la nature des apports dont l'origine peut être en liaison avec les travaux d'excavation. En effet, lors de l'ouverture des aires d'extraction du minerai, les couches latéritiques de surface riches en Fe et pauvres en Ni, cèdent progressivement la place aux horizons appauvris en Fe et enrichis en Ni qui sont

soumis aux phénomènes naturels de lixiviation sous l'action des pluies ; les particules se retrouvent dès lors entraînées aux embouchures (Debenay et Fernandez, 2009).

Toutefois, il convient de rester prudent sur cette toute première campagne observations consécutive à l'état de référence réalisé en 2006. La prochaine campagne triennale permettra de statuer plus clairement sur l'influence de l'ouverture de la mine sur les phénomènes de sédimentation.

En effet, bien que de moindre ampleur, une modification semble également concerner les sédiments de la station St15 (Creek de la Rade Nord) pourtant normalement moins sujets à une variation de leur nature (La collecte des sédiments est antérieure à la fuite d'acide survenue le 1<sup>er</sup> avril 2009).

**Tableau 8 :** Normalisation des concentrations de Co, Cr, Mn et Ni par rapport au fer pour les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des sédiments aux stations St06 et St15 des campagnes 2006 et 2009.

| Station                          | Année | Co/Fe | Cr/Fe | Mn/Fe | Ni/Fe |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>St06</b><br><b>(Baie Kwé)</b> | 2006  | 0,001 | 0,029 | 0,003 | 0,010 |
|                                  | 2009  | 0,001 | 0,030 | 0,006 | 0,017 |
| <b>St15</b><br><b>(CRN)</b>      | 2006  | 0,001 | 0,043 | 0,003 | 0,011 |
|                                  | 2009  | 0,001 | 0,039 | 0,007 | 0,013 |

## ***Evolution historique des taux d'accumulation sédimentaire et concentrations en métaux de la carotte de l'Ile Ouen***

### ***Granulométrie de la carotte St133***

Les 11 horizons de la carotte ont été analysés et les résultats sont regroupés dans le tableau 9 et l'annexe 4.

Exception faite des dépôts de l'horizon 18-20cm, tous les sédiments montrent des populations de particules dont la est distribution unimodale. Toutefois, la valeur de  $D_{pic}$  varie de manière conséquente le long de la carotte. Ainsi, par exemple, entre les couches 14-16cm et 16-18cm, cette valeur est divisée par un facteur 4 environ. Cette grande variabilité démontre que les phénomènes de sédimentation n'ont pas été continus à l'endroit du prélèvement particulièrement pour les horizons les plus anciens, en effet, seuls les 8 premiers centimètres de la carotte semblent relativement homogènes.

Cette distribution granulométrique met en évidence que des épisodes d'apports de sédiments fins et grossiers se sont succédés dans le temps. Ainsi, de brèves périodes de relative constance sédimentaire ont probablement alterné avec des arrivées massives de matériel terrigène.

**Tableau 9 :** Caractéristiques granulométriques des 11 horizons échantillonnés de la carotte St133. Diamètre supérieur des populations granulométriques pour les percentiles 10% (D10), 50% (D50), 90% (D90) et 99% (D99).

| Echantillon | D10  | D50   | D90   | D99   | Dpic  |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 0-2cm       | 27,2 | 125,1 | 278,6 | 394,9 | 184,1 |
| 2-4cm       | 29,3 | 134,4 | 275,0 | 371,3 | 187,9 |
| 4-6cm       | 21,9 | 87,2  | 219,4 | 337,2 | 121,7 |
| 6-8cm       | 30,1 | 139,8 | 278,6 | 370,6 | 194,9 |
| 8-10cm      | 40,9 | 226,5 | 427,0 | 583,3 | 285,0 |
| 10-12cm     | 19,1 | 64,6  | 150,8 | 221,3 | 90,6  |
| 12-14cm     | 15,4 | 68,9  | 182,1 | 259,4 | 139,4 |
| 14-16cm     | 50,6 | 236,6 | 441,4 | 588,9 | 290,8 |
| 16-18cm     | 8,4  | 55,4  | 138,6 | 208,7 | 75,9  |
| 18-20cm     | 19,3 | 163,8 | 532,2 | 769,9 | 402,3 |
| 20-22cm     | 31,2 | 217,2 | 450,3 | 613,7 | 314,1 |

### **Minéralogie de la carotte St133**

Les 11 horizons de la carotte ont été analysés et les résultats sont regroupés dans l'annexe 5.

Les résultats d'analyses par DRX montrent que tous les échantillons étudiés possèdent des spectres de diffraction similaires. Ils font apparaître la présence de goéthite en relativement petite proportion, l'essentiel des sédiments étant composé d'aragonite, de calcite et de calcite magnésienne.

Cette composition souligne d'une part la constance dans le temps de la source d'apports particuliers et d'autre part l'origine à dominante marine de ceux-ci. En effet, à ce point de carottage (St13), l'influence terrigène semble relativement faible.

### **Métaux totaux dans la carotte St133**

Les concentrations en métaux totaux de la carotte de l'île Ouen sont regroupées dans le tableau 10 et représentées sur la figure 3.

Les concentrations de chrome et nickel sont respectivement 2 et 7 fois plus élevées dans le premier horizon (0-2cm) (Ni ~3632 µg/g ; Cr ~2052 µg/g) que dans les couches sous-jacentes où les concentrations restent stables (Ni ~420 µg/g ; Cr ~1100 µg/g) (Figure 3). Les concentrations en Co, Fe et Mn varient très peu le long de la carotte (Co 13-17 µg/g ; Fe 22 235-30 000 µg/g ; Mn 117-192 µg/g).

Globalement, la stabilité des concentrations en métaux totaux dans la carotte sédimentaire est en corrélation avec les résultats de la minéralogie (Annexe 5). Cette constance traduit une continuité dans le temps de la source d'apports particuliers terrigènes et marins pondérée par des conditions hydrodynamiques variables comme le montre les distributions granulométriques (Annexe 4).

Les fortes concentrations observées en surface sont probablement la conséquence d'une récente modification des termes sources qui permet d'accroître la part des apports en particules d'origine terrigène de manière conséquente.

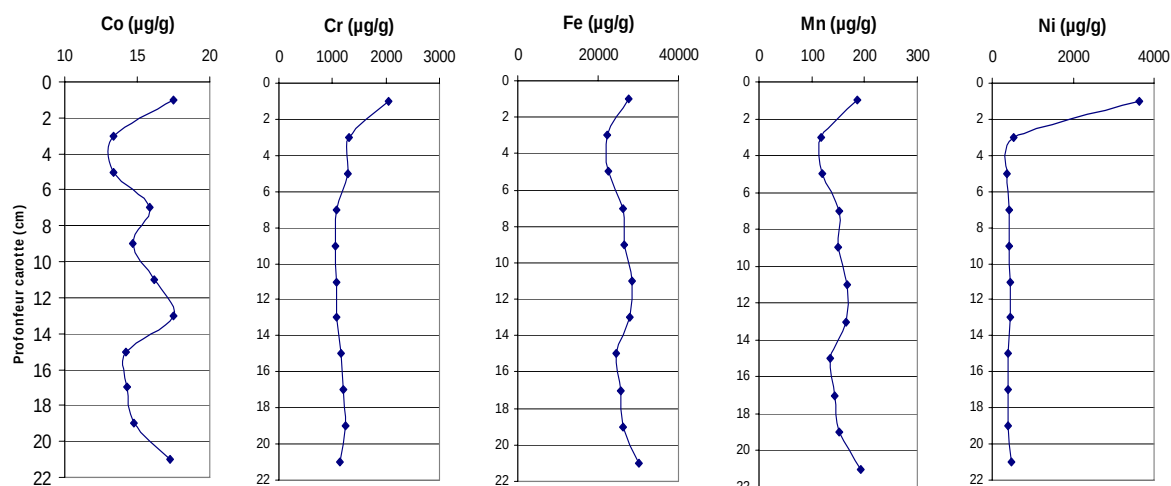


Figure 3 : Concentration en métaux totaux (µg/g) dans la carotte sédimentaire de l'île Ouen (St133).

Tableau 10 : Concentrations des métaux totaux dans la carotte de l'île Ouen; (< ld) = Valeur inférieure à la limite de détection de l'ICP-OES ; Valeurs pour n=1.

| Echantillon | As<br>(µg/g) | Cd<br>(µg/g) | Co<br>(µg/g) | Cr<br>(µg/g) | Fe<br>(µg/g) | Mn<br>(µg/g) | Ni<br>(µg/g) | Zn<br>(µg/g) |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0-2cm       | < ld         | < ld         | 17,53        | 2052         | 27525        | 186          | 3632         | < ld         |
| 2-4cm       | < ld         | < ld         | 13,34        | 1302         | 22236        | 118          | 523          | < ld         |
| 4-6cm       | < ld         | < ld         | 13,32        | 1279         | 22498        | 119          | 357          | < ld         |
| 6-8cm       | < ld         | < ld         | 15,86        | 1081         | 26277        | 151          | 418          | < ld         |
| 8-10cm      | < ld         | < ld         | 14,72        | 1050         | 26597        | 150          | 422          | < ld         |
| 10-12cm     | < ld         | < ld         | 16,21        | 1079         | 28452        | 167          | 450          | < ld         |
| 12-14cm     | < ld         | < ld         | 17,51        | 1080         | 27939        | 164          | 449          | < ld         |
| 14-16cm     | < ld         | < ld         | 14,23        | 1165         | 24568        | 136          | 386          | < ld         |
| 16-18cm     | < ld         | < ld         | 14,31        | 1194         | 25579        | 144          | 396          | < ld         |
| 18-20cm     | < ld         | < ld         | 14,80        | 1243         | 26098        | 153          | 404          | < ld         |
| 20-22cm     | < ld         | < ld         | 17,29        | 1147         | 30120        | 194          | 474          | < ld         |

### Détermination du $^{210}\text{Pb}$ dans la carotte St133

Le profil de radioactivité du  $^{210}\text{Pb}$  total est représenté à la figure 4.

Les résultats obtenus ne permettent pas de proposer une interprétation sûre de la sédimentation. En effet :

- D'une part, l'allure de ce profil n'est pas habituelle, c'est à dire une décroissance exponentielle de la radioactivité bien marquée des niveaux supérieurs aux niveaux inférieurs de la carotte;
- D'autre part, il n'est pas évident de définir la radioactivité en  $^{210}\text{Pb}$  supportée par les parents radioactifs ( $^{226}\text{Ra}$ ), qui se déduit généralement à partir de valeurs stables dans les couches profondes de la carotte : Les valeurs ne sont pas stables et de surcroît elles sont, paradoxalement, très proches des valeurs de surface;

- Enfin, l'interprétation du pic de radioactivité à 7 cm de profondeur ne peut être que hasardeuse. En effet, ce maximum ne semble lié, ni à une variation de densité marquée, ni aux caractéristiques granulométriques qui ne changent pas significativement pour pouvoir expliquer des variations constatées en  $^{210}\text{Pb}$ .

Parmi les différentes interprétations pouvant expliquer ce profil, on peut considérer que la couche des premiers 7 cm de la carotte est soit :

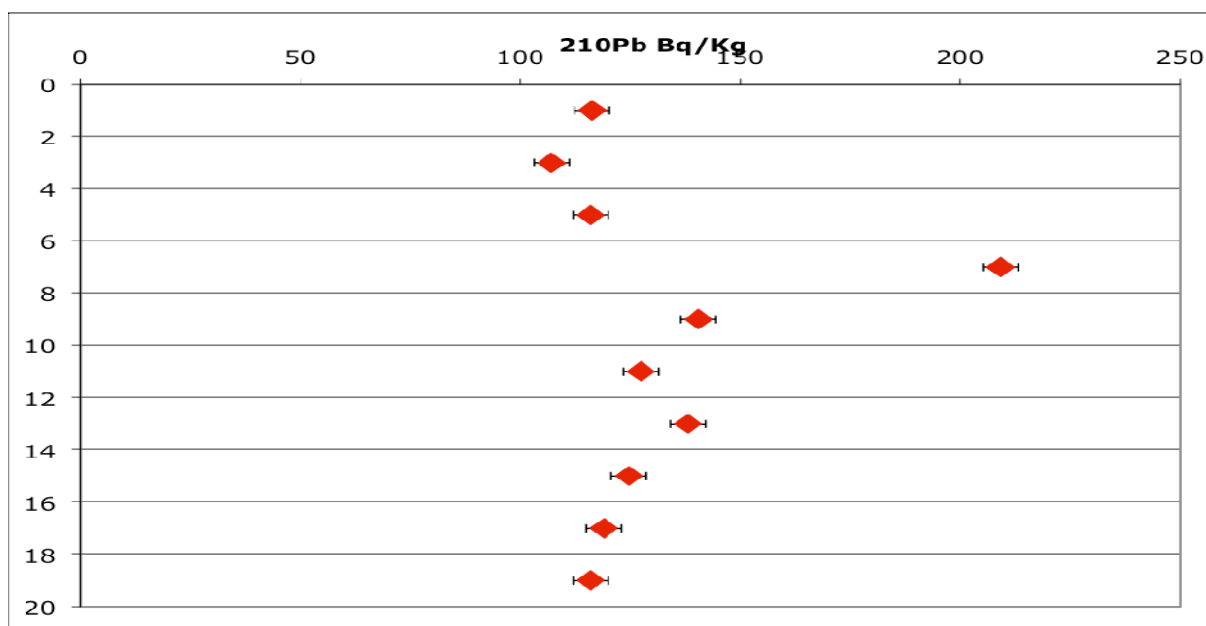
- Sujette à d'intenses phénomènes de bioturbation, ou bien;
- Résulte d'un dépôt évènementiel très rapide ne permettant pas de voir une décroissance du  $^{210}\text{Pb}$ .

Dans les deux cas, si l'on considère que le « profil naturel » de décroissance radioactive du  $^{210}\text{Pb}$  prend son origine à la valeur maximale mesurée à 7 cm de profondeur, les couches sous-jacentes résulteraient alors d'une sédimentation dont le taux serait très élevé (1,7 cm/an). Cette valeur pourrait expliquer l'absence de profil bien marqué.

Cependant, il faut noter que les radioactivités dans les niveaux inférieurs de la carotte sont de l'ordre de ceux mesurés en surface. Cette similarité laisse plutôt penser que les phénomènes de bioturbation concernent en fait, toute la carotte.

La datation de cette carotte St133 est impossible.

**Figure 4 :** Courbe de radioactivité du  $^{210}\text{Pb}$  total dans les sédiments de la carotte St133



### Conclusion

L'étude combinée des résultats d'analyses géochimiques des métaux totaux et des mesures radioactives du  $^{210}\text{Pb}$  montre que la carotte résulte probablement de la succession de deux phénomènes sédimentaires bien distincts. En effet, les 7 premiers centimètres de la carotte peuvent avoir été générés par un dépôt évènementiel de forte intensité.

En tout état de cause, cette carotte ne peut être utilisée comme référence pour le suivi des phénomènes de sédimentation à proximité de l'Ile Ouen. En conséquence, un autre site, moins exposé aux influences naturelles devra être recherché.



## BIBLIOGRAPHIE

Debenay J-P and J-M Fernandez, 2009. Benthic foraminifera records of complex anthropogenic environmental changes in a tropical bay of New Caledonia (SW Pacific). *Marine Pollution Bulletin*, 59, pp 311-322.

Fernandez JM, Ouillon S, Chevillon C, Douillet P, Fichez R, Legendre R, 2006 - A combined modelling and geochemical study of the fate of terrigenous inputs from mixed natural and mining sources in a coral reef lagoon (New(Caledonia). *Marine Pollution Bulletin* 52, pp 320-331.

Goldberg ED, 1963. Radioactive dating, *Geochronology with lead 210*, AIEA, pp 121-131.

He, Q., Walling, D.E., 1996. Interpreting particle size effects in the adsorption of Cs-137 and unsupported Pb-210 by mineral soils and sediments. *J. Environ. Radioac.*, 30 (2): 117-137.

Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M., 1979. Sequential procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, Vol. 51, pp. 844-851.

Valette-Silver N.J., 1993. The use of sediments cores to reconstruct Historical trends in contamination of estuarine and coastal sediments, *Estuaries*, Vol. 16, n°38, pp 577-588.

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Localisation des stations de prélèvement des sédiments de surface et de la carotte ST133 de l'Ile Ouen..... | 4  |
| Figure 2 : Schémas du système interne du granulomètre laser.....                                                       | 6  |
| Figure 3 : Concentration en métaux totaux ( $\mu\text{g/g}$ ) dans la carotte sédimentaire de l'Ile Ouen (St133).....  | 17 |
| Figure 4 : Courbe de radioactivité du $^{210}\text{Pb}$ total dans les sédiments de la carotte St133 .....             | 18 |

## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Liste et localisation des stations. (-) = Coordonnées de stations où les prélèvements n'ont été réalisables. ....                                                                                                                                                                        | 4  |
| Tableau 2 : Positionnement du point de carottages effectué au large de l'Ile Ouen (St133).....                                                                                                                                                                                                       | 5  |
| Tableau 3 : Teneur en fraction pélitique (< 40µm) des sédiments échantillonnés dans le domaine d'étude ; (-) = Absence de matériel sédimentaire meuble.....                                                                                                                                          | 9  |
| Tableau 4 : Caractéristiques granulométriques des 13 sédiments correspondant aux stations de suivi sédimentologique. Diamètre (µm) des populations granulométriques pour les percentiles 10% (D10), 50% (D50), 90% (D90) et 99% (D99). ....                                                          | 10 |
| Tableau 5 : Ecart des concentrations et des pourcentages de Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des échantillons St02, St03, St06, St07, St09, St13, St15, St16, St18, St19 et St20 ; (< ld) = Valeurs inférieure à la limite de détection de mesure. .... | 13 |
| Tableau 6 : Concentrations moyennes dans les phases résiduelles des pélites.....                                                                                                                                                                                                                     | 13 |
| Tableau 7 : Concentrations de Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des échantillons des stations St06, St15 et St16 des campagnes 2006 et 2009.....                                                                                                         | 14 |
| Tableau 8 : Normalisation des concentrations de Co, Cr, Mn et Ni par rapport au fer pour les 4 phases géochimiques des pélites constitutives des sédiments aux stations St06 et St15 des campagnes 2006 et 2009. ....                                                                                | 15 |
| Tableau 9 : Caractéristiques granulométriques des 11 horizons échantillonnés de la carotte St133. Diamètre supérieur des populations granulométriques pour les percentiles 10% (D10), 50% (D50), 90% (D90) et 99% (D99). ....                                                                        | 16 |
| Tableau 10 : Concentrations des métaux totaux dans la carotte de l'Ile Ouen; (< ld) = Valeur inférieure à la limite de détection de l'ICP-OES ; Valeurs pour n=1. ....                                                                                                                               | 17 |

## **LISTE DES ANNEXES**

### **Annexe 1**

Courbes granulométriques des sédiments de surface des 10 stations sur 13 pour lesquelles des prélèvements ont été possibles. Evolution du pourcentage volumique des particules en fonction du diamètre ( $\mu\text{m}$ ) des particules des sédiments de surface.

### **Annexe 2**

Diffractogrammes de rayons X pour les sédiments de surface des 10 stations sur 14 pour lesquelles des prélèvements ont été possibles.

### **Annexe 3**

Concentration en métaux dans les phases géochimiques des sédiments de surface.

### **Annexe 4**

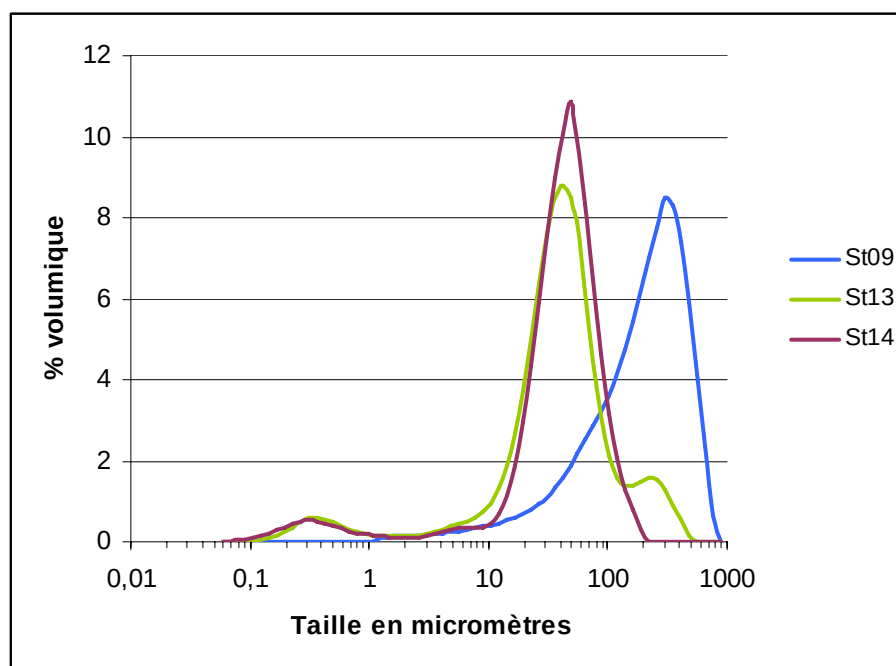
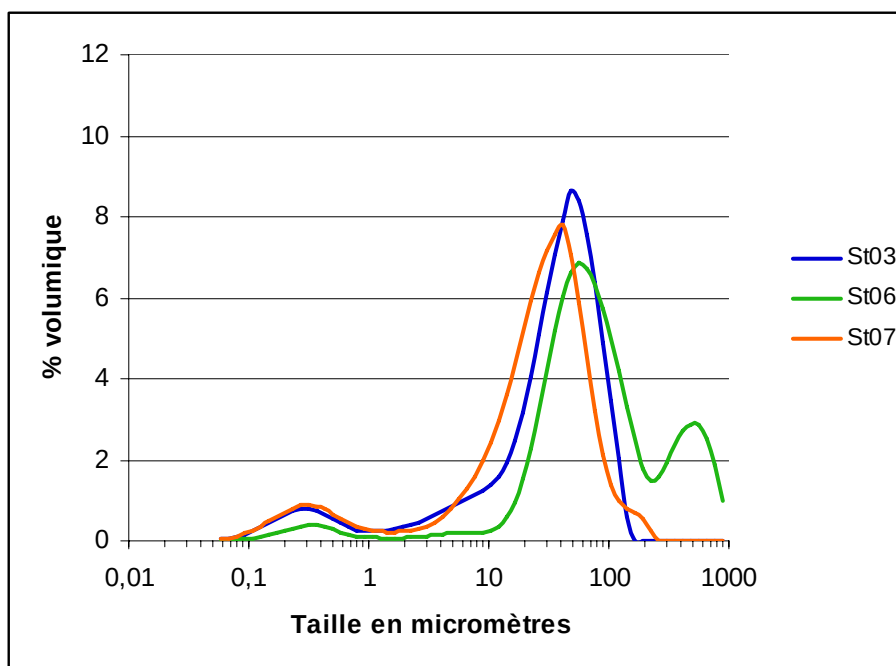
Courbes granulométriques des 11 horizons sédimentaires de la carotte St133. Evolution du pourcentage volumique des particules en fonction du diamètre ( $\mu\text{m}$ ) des particules des horizons.

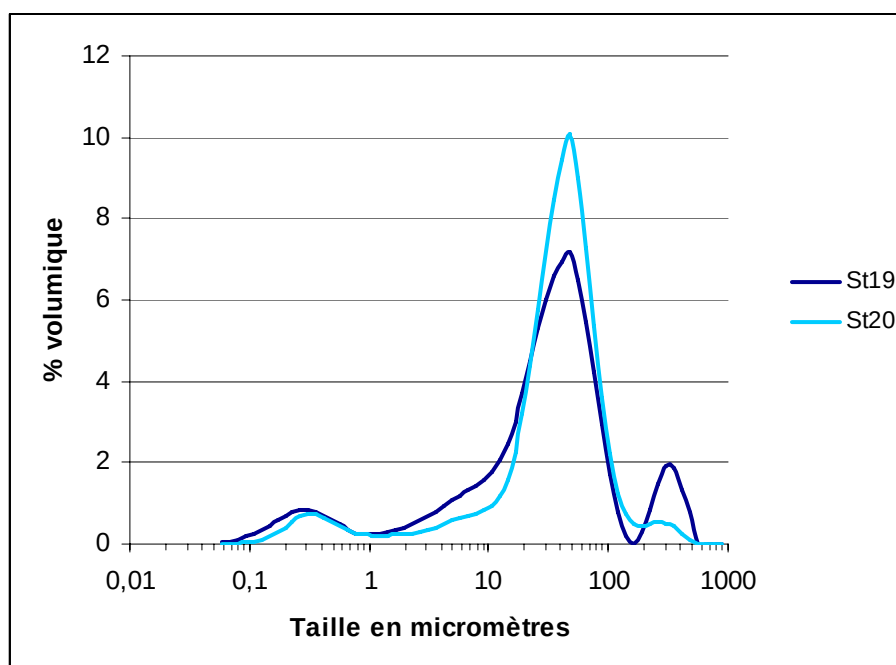
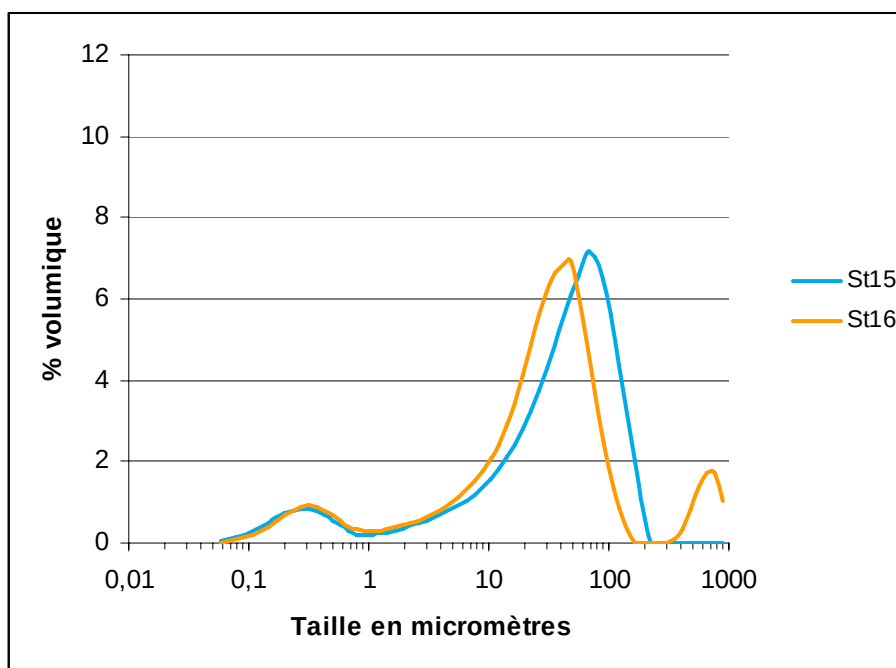
### **Annexe 5**

Diffractogrammes des 11 horizons sédimentaires de la carotte St133.

## ANNEXE 1

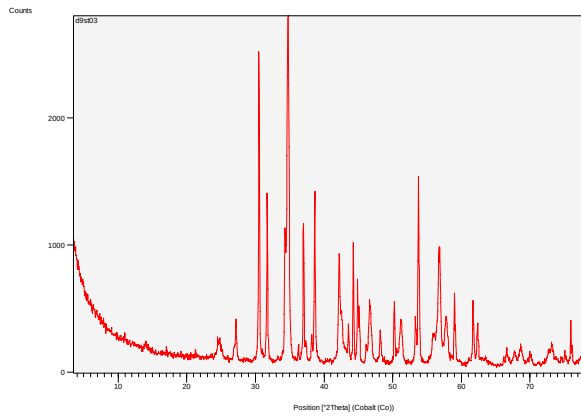
Courbes granulométriques des sédiments de surface des 10 stations sur 13 pour lesquelles des prélèvements ont été possibles. Evolution du pourcentage volumique des particules en fonction du diamètre ( $\mu\text{m}$ ) des particules des sédiments de surface.



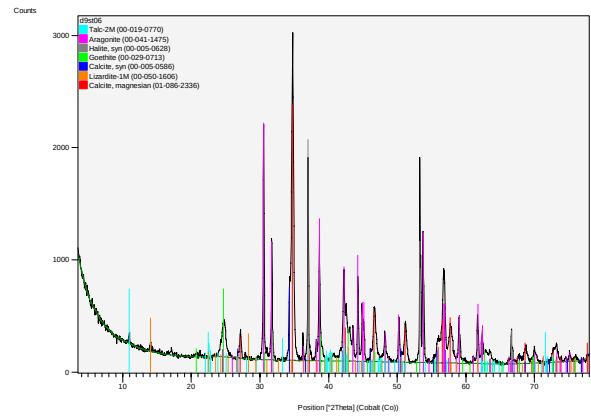


## ANNEXE 2

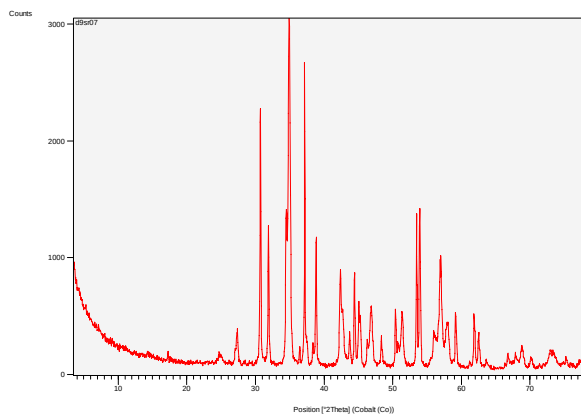
**Diffractogrammes de rayons X pour les sédiments de surface des 10 stations sur 14 pour lesquelles des prélèvements ont été possibles.**



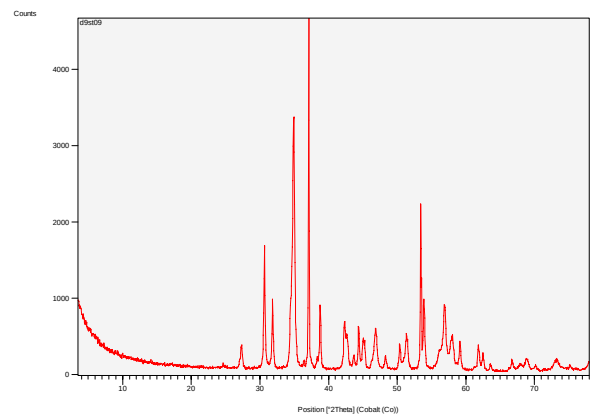
Station St03



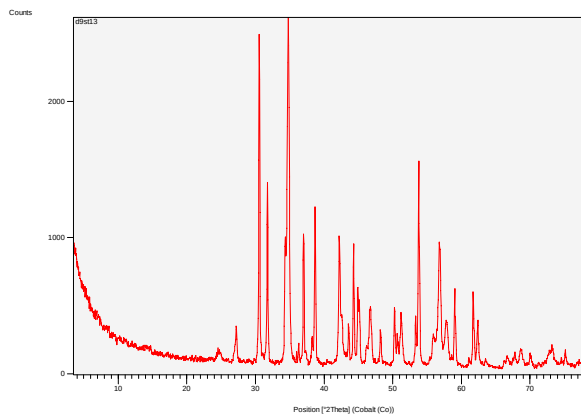
Station St06



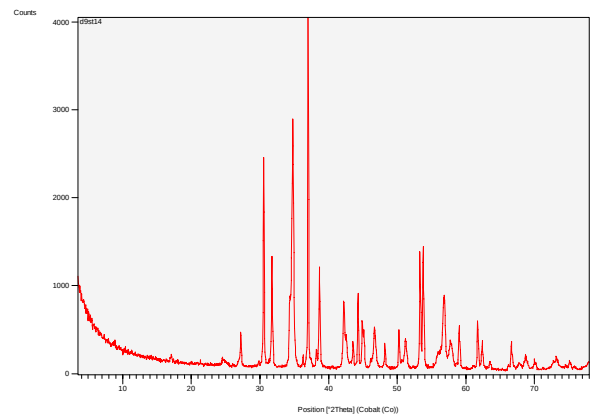
Station St07



Station St09

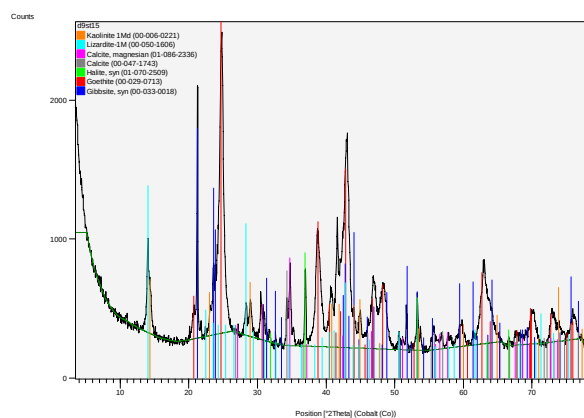


Station St13

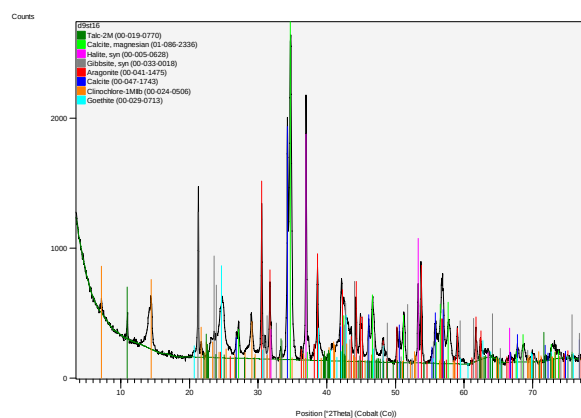


Station St14

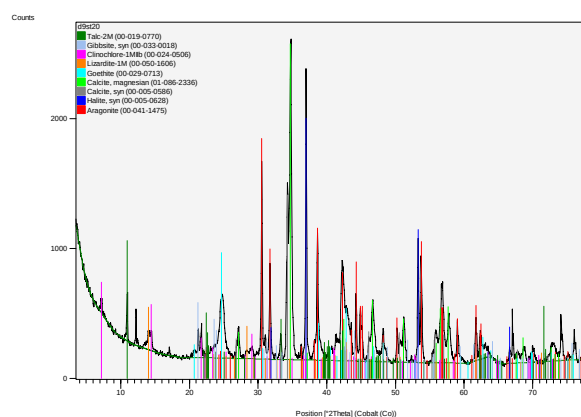




Station St15



Station St16



Station St19

Station St20

### ANNEXE 3

#### Concentration en métaux dans les phases géochimiques des sédiments de surface.

Extractions séquentielles des métaux contenus dans les sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony. Résultats d'analyse pour Co, Cr, Fe, Mn, Ni et Zn ; (< ld) = Valeur analytique inférieure à la limite de détection de l'ICP-OES ; Valeurs pour n=1.

| Co   | Matières Organiques |      | Carbonates |      | Oxydes |      | Résidus |      |
|------|---------------------|------|------------|------|--------|------|---------|------|
|      | (µg/g)              | %    | (µg/g)     | %    | (µg/g) | %    | (µg/g)  | %    |
| St02 | 7,8                 | 18,3 | 21,0       | 49,6 | 11,3   | 26,6 | 2,4     | 5,6  |
| St03 | 8,9                 | 12,7 | 19,2       | 27,7 | 13,8   | 19,8 | 27,7    | 39,8 |
| St06 | 11,8                | 14,9 | 18,3       | 23,1 | 13,5   | 17,0 | 35,6    | 45,0 |
| St07 | 6,7                 | 15,0 | 17,1       | 38,6 | 9,0    | 20,2 | 11,6    | 26,2 |
| St09 | 6,0                 | 18,5 | 16,7       | 51,9 | 8,3    | 25,8 | 1,2     | 3,8  |
| St13 | 6,7                 | 13,5 | 18,2       | 36,5 | 9,3    | 18,6 | 15,7    | 31,4 |
| St14 | 7,1                 | 14,6 | 17,1       | 35,2 | 8,1    | 16,6 | 16,3    | 33,6 |
| St15 | 6,0                 | 2,3  | 39,6       | 15,4 | 74,1   | 28,8 | 137     | 53,4 |
| St16 | 10,8                | 12,1 | 20,8       | 23,3 | 22,7   | 25,5 | 34,8    | 39,1 |
| St19 | 10,1                | 13,5 | 17,1       | 22,8 | 15,9   | 21,2 | 31,8    | 42,5 |
| St20 | 15,3                | 10,2 | 19,7       | 13,1 | 20,1   | 13,4 | 94,7    | 63,2 |

| Cr   | Matières Organiques |      | Carbonates |      | Oxydes |     | Résidus |    |
|------|---------------------|------|------------|------|--------|-----|---------|----|
|      | (µg/g)              | %    | (µg/g)     | %    | (µg/g) | %   | (µg/g)  | %  |
| St02 | 45,1                | 20,8 | 27,8       | 12,8 | 16,2   | 7,5 | 127     | 59 |
| St03 | 47,7                | 3,9  | 25,5       | 2,1  | 16,8   | 1,4 | 1122    | 93 |
| St06 | 69,7                | 2,5  | 24,0       | 0,9  | 16,8   | 0,6 | 2695    | 96 |
| St07 | 22,7                | 3,1  | 20,5       | 2,8  | 12,4   | 1,7 | 673     | 92 |
| St09 | 23,3                | 8,3  | 20,0       | 7,2  | 9,9    | 3,5 | 226     | 81 |
| St13 | 24,9                | 2,7  | 25,3       | 2,7  | 13,1   | 1,4 | 858     | 93 |
| St14 | 28,7                | 3,5  | 15,8       | 1,9  | 10,0   | 1,2 | 760     | 93 |
| St15 | 70,2                | 0,5  | 40,5       | 0,3  | 59,5   | 0,4 | 13160   | 99 |
| St16 | 42,9                | 1,4  | 18,3       | 0,6  | 21,2   | 0,7 | 2917    | 97 |
| St19 | 45,7                | 2,4  | 19,8       | 1,1  | 17,8   | 1,0 | 1785    | 96 |
| St20 | 73,0                | 1,8  | 18,5       | 0,5  | 18,7   | 0,5 | 3906    | 97 |

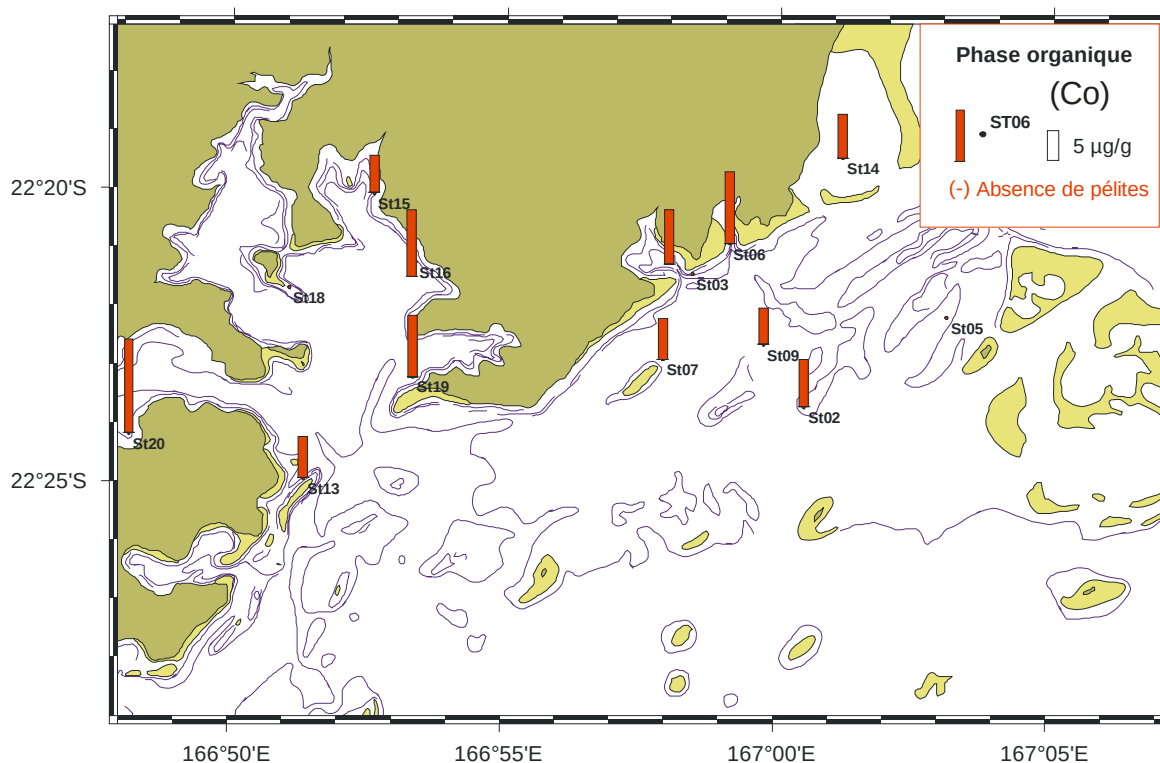
| Fe   | Matières Organiques |         | Carbonates |     | Oxydes |     | Résidus |      |
|------|---------------------|---------|------------|-----|--------|-----|---------|------|
|      | (µg/g)              | %       | (µg/g)     | %   | (µg/g) | %   | (µg/g)  | %    |
| St02 | 0,08                | 0,0018  | 97         | 2,1 | 224    | 5,0 | 4188    | 92,9 |
| St03 | 4,7                 | 0,0155  | 380        | 1,3 | 682    | 2,2 | 29253   | 96,5 |
| St06 | 0,26                | 0,0004  | 328        | 0,5 | 408    | 0,7 | 59328   | 98,8 |
| St07 | 2,77                | 0,0165  | 170        | 1,0 | 306    | 1,8 | 16321   | 97,2 |
| St09 | < ld                | < ld    | 58         | 2,1 | 126    | 4,6 | 2529    | 93,2 |
| St13 | 10,0                | 0,0501  | 239        | 1,2 | 359    | 1,8 | 19371   | 97,0 |
| St14 | 0,12                | 0,0005  | 161        | 0,7 | 301    | 1,3 | 22435   | 98,0 |
| St15 | 0,07                | 0,00003 | 38         | 0,0 | 868    | 0,4 | 228732  | 99,6 |
| St16 | 0,43                | 0,0008  | 49         | 0,1 | 792    | 1,5 | 51396   | 98,4 |
| St19 | 7,2                 | 0,0168  | 174        | 0,4 | 585    | 1,4 | 42006   | 98,2 |
| St20 | 0,08                | 0,0001  | 74         | 0,1 | 470    | 0,5 | 85456   | 99,4 |

| Mn   | Matières Organiques |    | Carbonates |    | Oxydes |    | Résidus |    |
|------|---------------------|----|------------|----|--------|----|---------|----|
|      | (µg/g)              | %  | (µg/g)     | %  | (µg/g) | %  | (µg/g)  | %  |
| St02 | 18                  | 19 | 53,2       | 55 | 20     | 21 | 4       | 5  |
| St03 | 14                  | 3  | 213        | 43 | 61     | 12 | 203     | 41 |
| St06 | 34                  | 5  | 196        | 27 | 66     | 9  | 440     | 60 |
| St07 | 14                  | 6  | 104        | 41 | 34     | 14 | 100     | 40 |
| St09 | 17                  | 11 | 42,9       | 28 | 15     | 9  | 81      | 52 |
| St13 | 16                  | 6  | 109        | 44 | 32     | 13 | 92      | 37 |
| St14 | 26                  | 11 | 60,7       | 26 | 26     | 11 | 119     | 51 |
| St15 | 80                  | 3  | 549        | 21 | 517    | 20 | 1478    | 56 |
| St16 | 51                  | 5  | 382        | 37 | 91     | 9  | 501     | 49 |
| St19 | 22                  | 4  | 249        | 41 | 69     | 11 | 272     | 44 |
| St20 | 33                  | 3  | 299        | 31 | 77     | 8  | 557     | 58 |

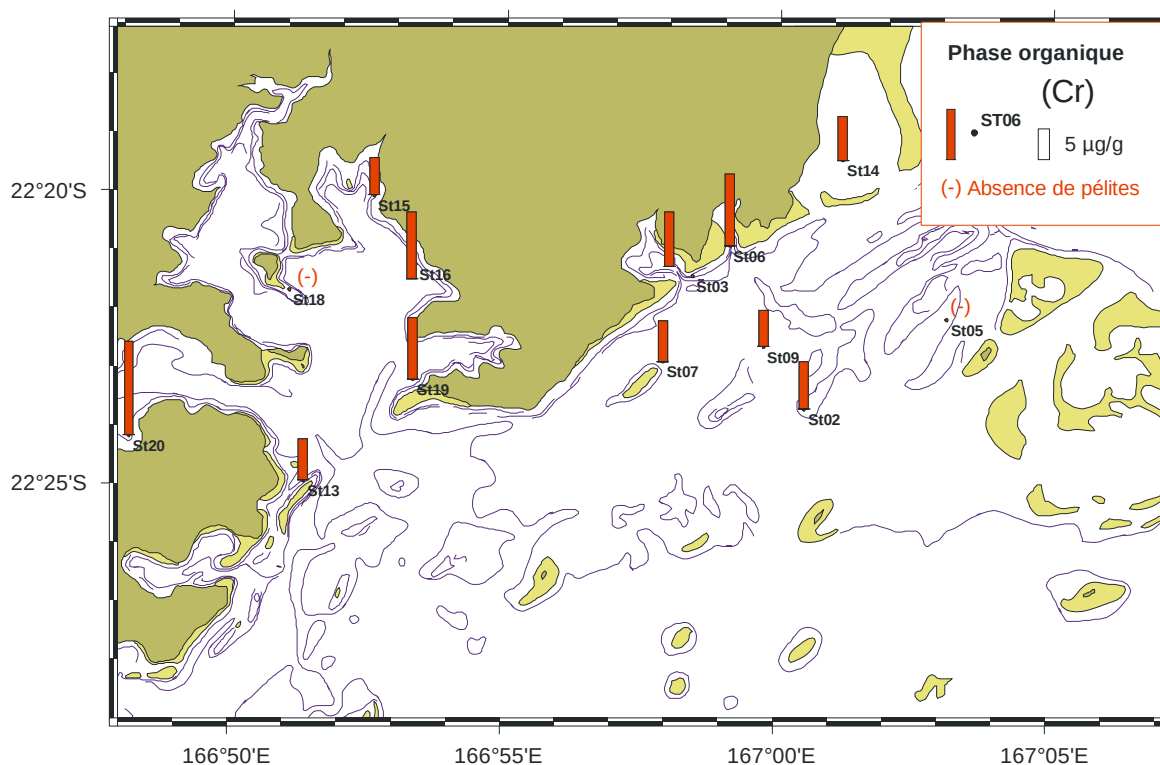
| Ni   | Matières Organiques |      | Carbonates |       | Oxydes |      | Résidus |    |
|------|---------------------|------|------------|-------|--------|------|---------|----|
|      | (µg/g)              | %    | (µg/g)     | %     | (µg/g) | %    | (µg/g)  | %  |
| St02 | 10,3                | 10,0 | 16,4       | 15,95 | 12,5   | 12,1 | 63,7    | 62 |
| St03 | 8,1                 | 1,1  | 5,4        | 0,76  | 21,4   | 3,0  | 670     | 95 |
| St06 | 10,6                | 0,6  | 5,5        | 0,33  | 22,9   | 1,4  | 1640    | 98 |
| St07 | 9,4                 | 2,5  | 12,1       | 3,25  | 12,9   | 3,5  | 336     | 91 |
| St09 | 6,9                 | 7,4  | 3,2        | 3,46  | 9,2    | 9,8  | 74      | 79 |
| St13 | 11,7                | 3,5  | 9,0        | 2,68  | 14,0   | 4,2  | 300     | 90 |
| St14 | 10,0                | 3,0  | 3,9        | 1,16  | 10,9   | 3,3  | 309     | 93 |
| St15 | 8,6                 | 0,2  | 12,3       | 0,31  | 95,7   | 2,4  | 3789    | 97 |
| St16 | 8,0                 | 0,5  | 5,2        | 0,35  | 30,3   | 2,0  | 1440    | 97 |
| St19 | 10,0                | 1,1  | 4,5        | 0,49  | 25,4   | 2,8  | 871     | 96 |
| St20 | 10,3                | 0,5  | 6,6        | 0,33  | 35,2   | 1,8  | 1948    | 97 |

| Zn   | Matières Organiques |      | Carbonates |      | Oxydes |     | Résidus |      |
|------|---------------------|------|------------|------|--------|-----|---------|------|
|      | (µg/g)              | %    | (µg/g)     | %    | (µg/g) | %   | (µg/g)  | %    |
| St02 | 6,53                | 25,9 | 13,4       | 53,2 | < ld   | -   | 5,2     | 20,8 |
| St03 | 4,15                | 16,5 | 2,67       | 10,6 | < ld   | -   | 18,3    | 72,8 |
| St06 | 4,54                | 10,6 | 2,53       | 5,9  | < ld   | -   | 35,7    | 83,5 |
| St07 | 4,78                | 19,3 | 8,63       | 34,9 | < ld   | -   | 11,3    | 45,8 |
| St09 | 4,72                | 42,6 | 2,76       | 24,9 | < ld   | -   | 3,6     | 32,4 |
| St13 | 4,61                | 19,2 | 6,28       | 26,2 | < ld   | -   | 13,1    | 54,6 |
| St14 | 5,63                | 21,6 | 2,8        | 10,7 | < ld   | -   | 17,6    | 67,6 |
| St15 | 4,12                | 3,6  | 2,77       | 2,5  | 1,7    | 1,5 | 106     | 93,9 |
| St16 | 4,12                | 12,9 | 2,62       | 8,2  | < ld   | -   | 25,3    | 79,0 |
| St19 | 4,29                | 13,6 | 2,3        | 7,3  | < ld   | -   | 24,9    | 79,1 |
| St20 | 4,76                | 7,7  | 2,23       | 3,6  | < ld   | -   | 55,2    | 88,8 |

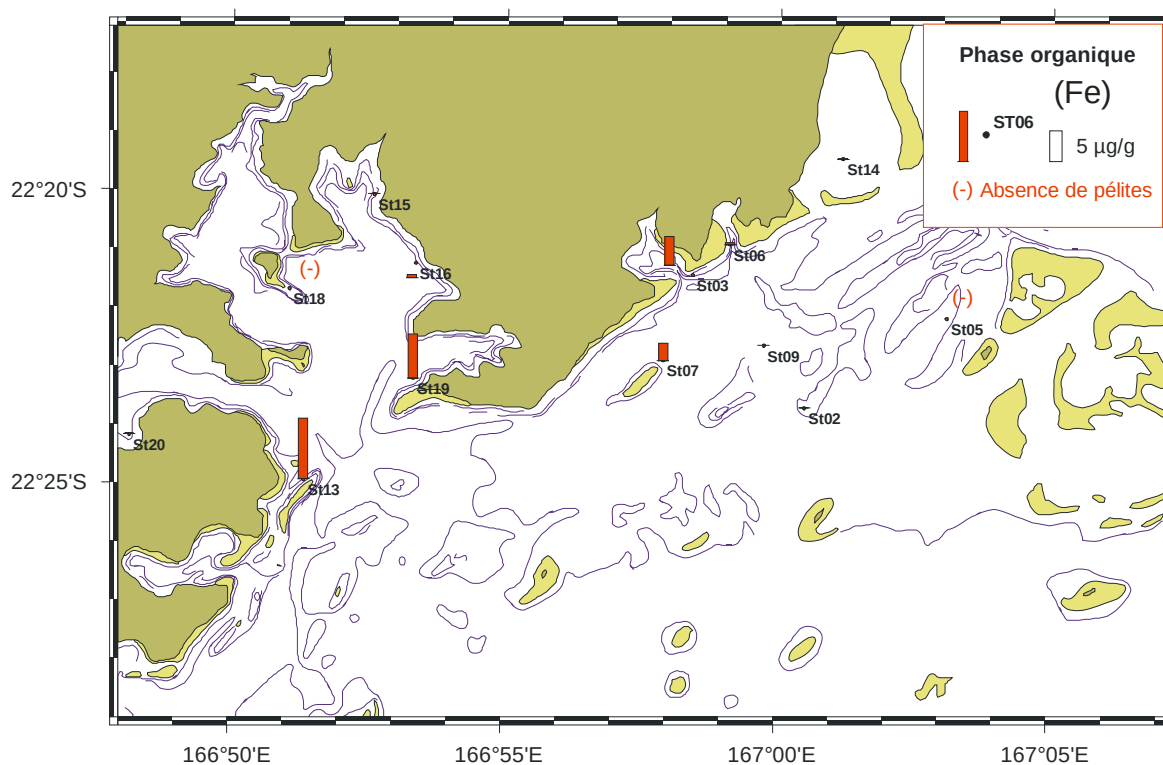
## Cartes de distribution des métaux solubilisés dans la phase organique des sédiments de surface.



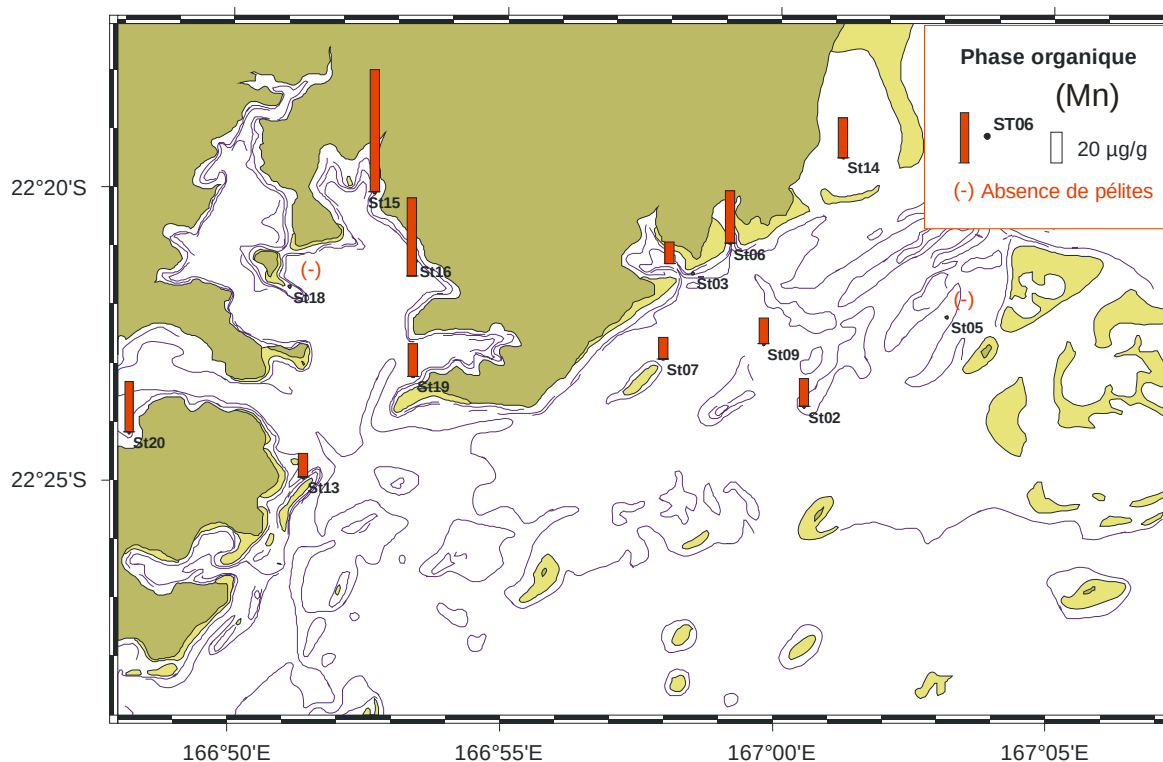
Concentration du cobalt extrait de la **phase organique** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



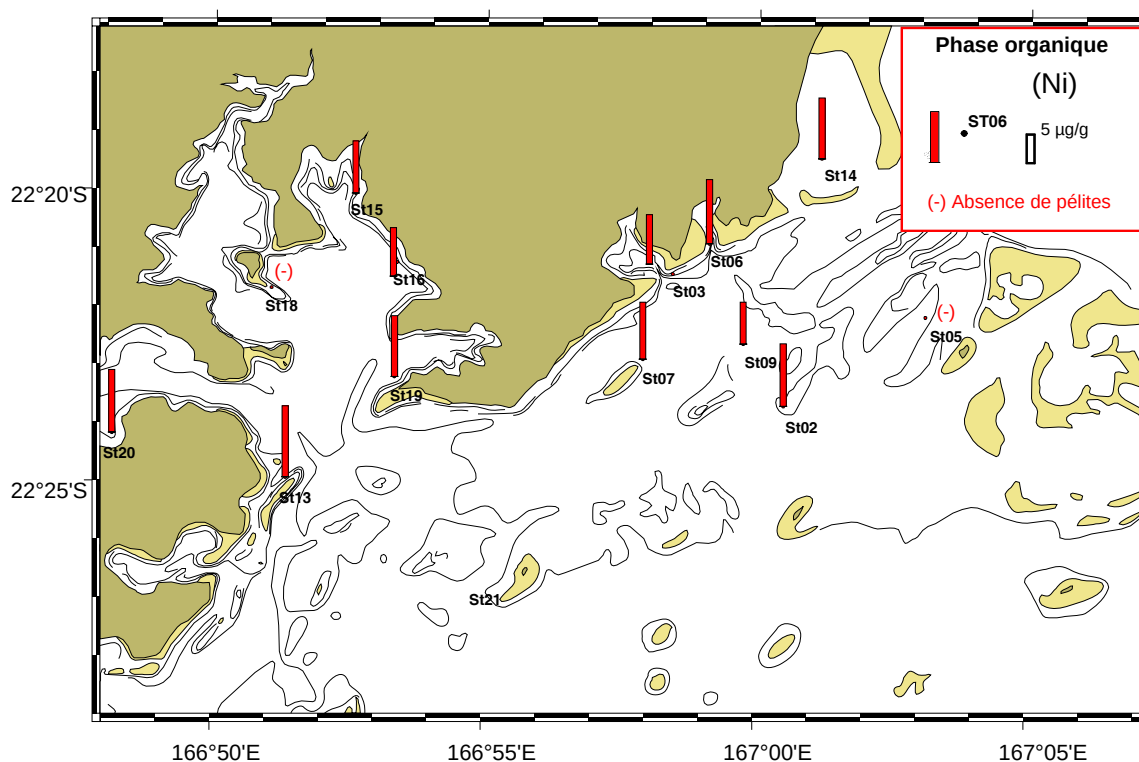
Concentration du chrome extrait de la **phase organique** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



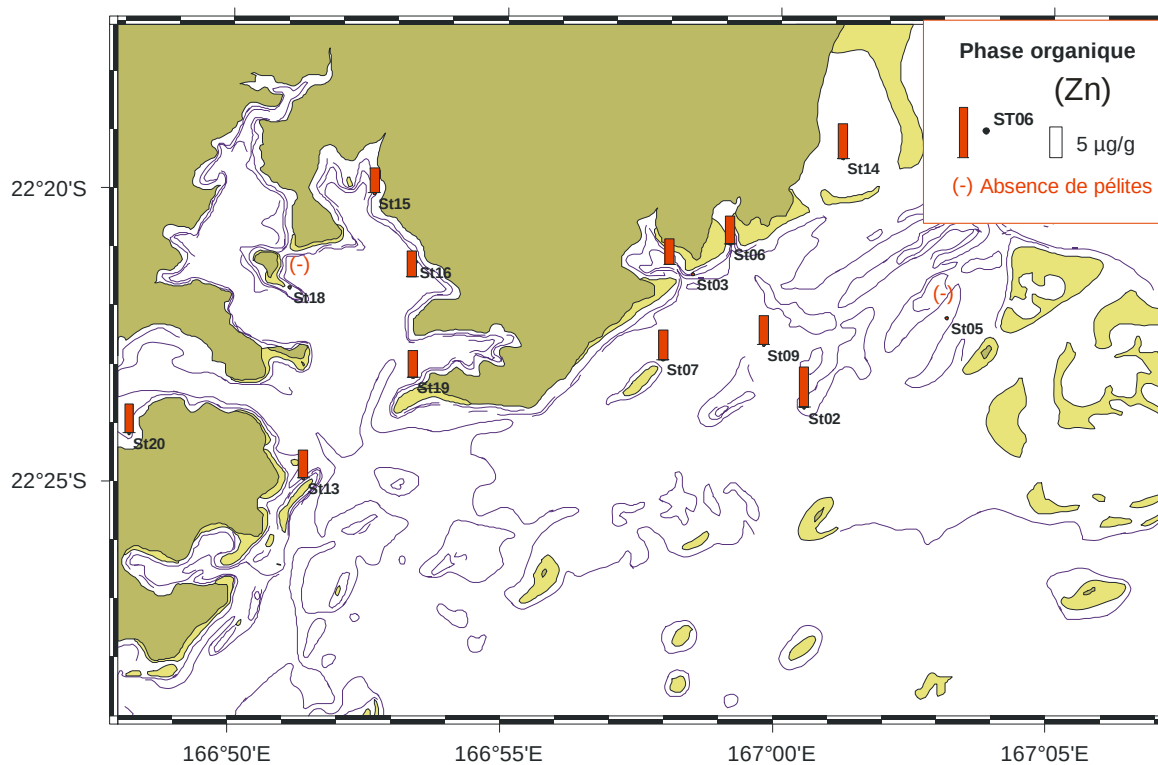
Concentration du fer extrait de la **phase organique** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



Concentration du manganèse extrait de la **phase organique** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

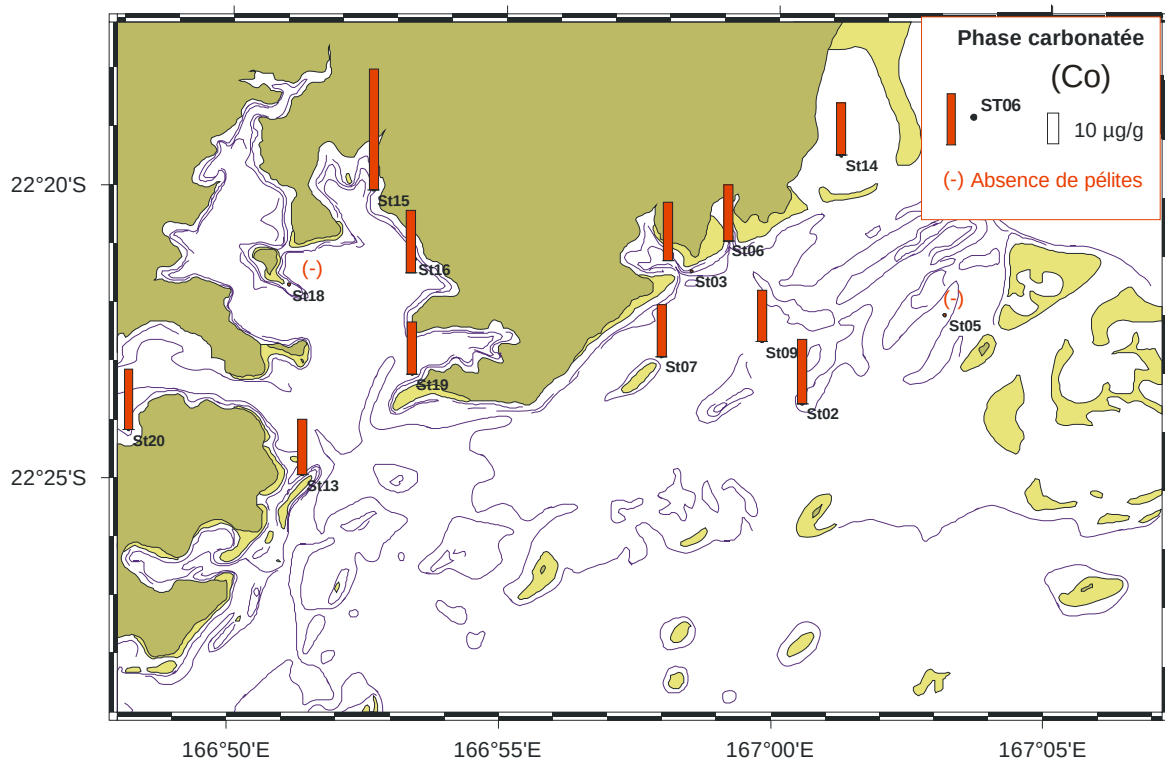


Concentration du nickel extrait de la **phase organique** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

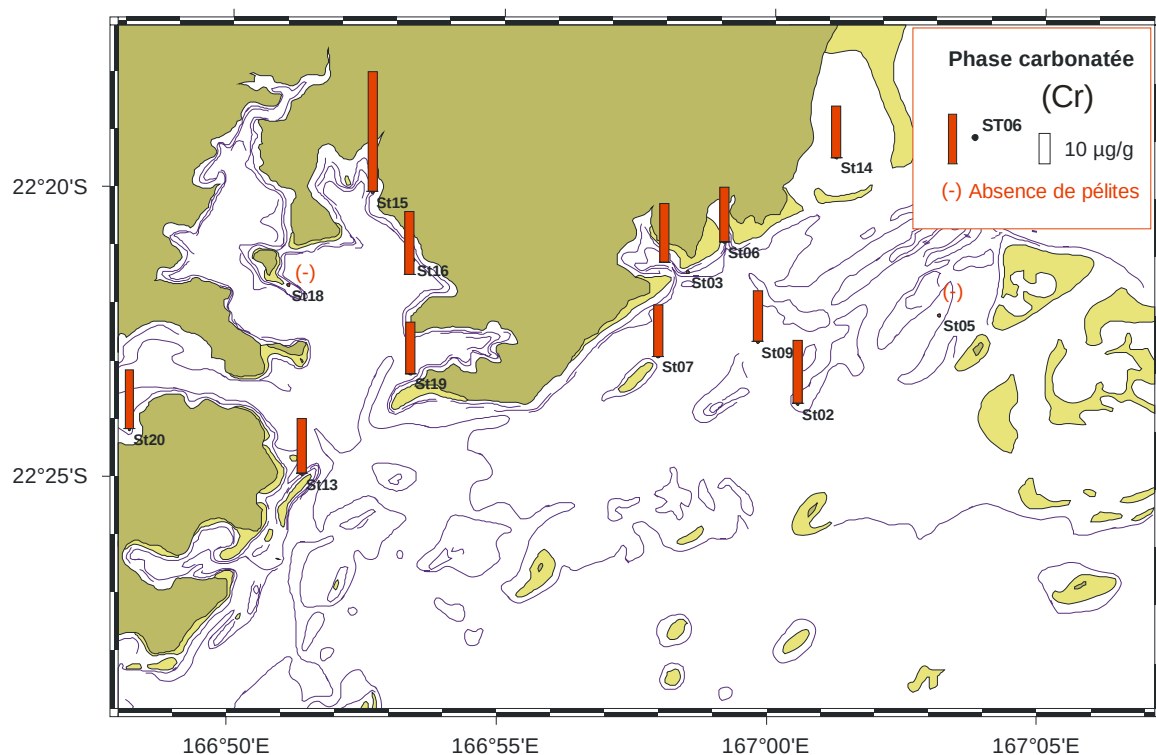


Concentration du zinc extrait de la **phase organique** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

## Cartes de distribution des métaux solubilisés dans la phase carbonatée des sédiments de surface.

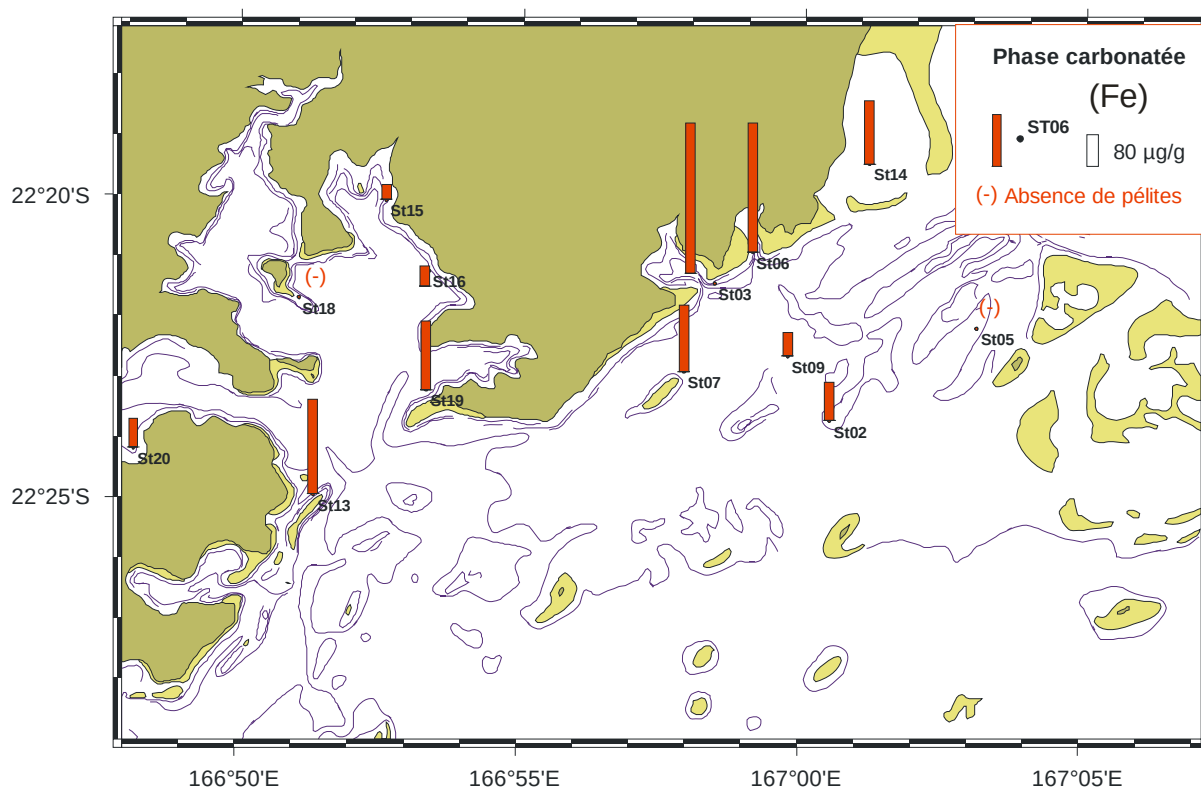


Concentration du cobalt extrait de la **phase carbonatée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

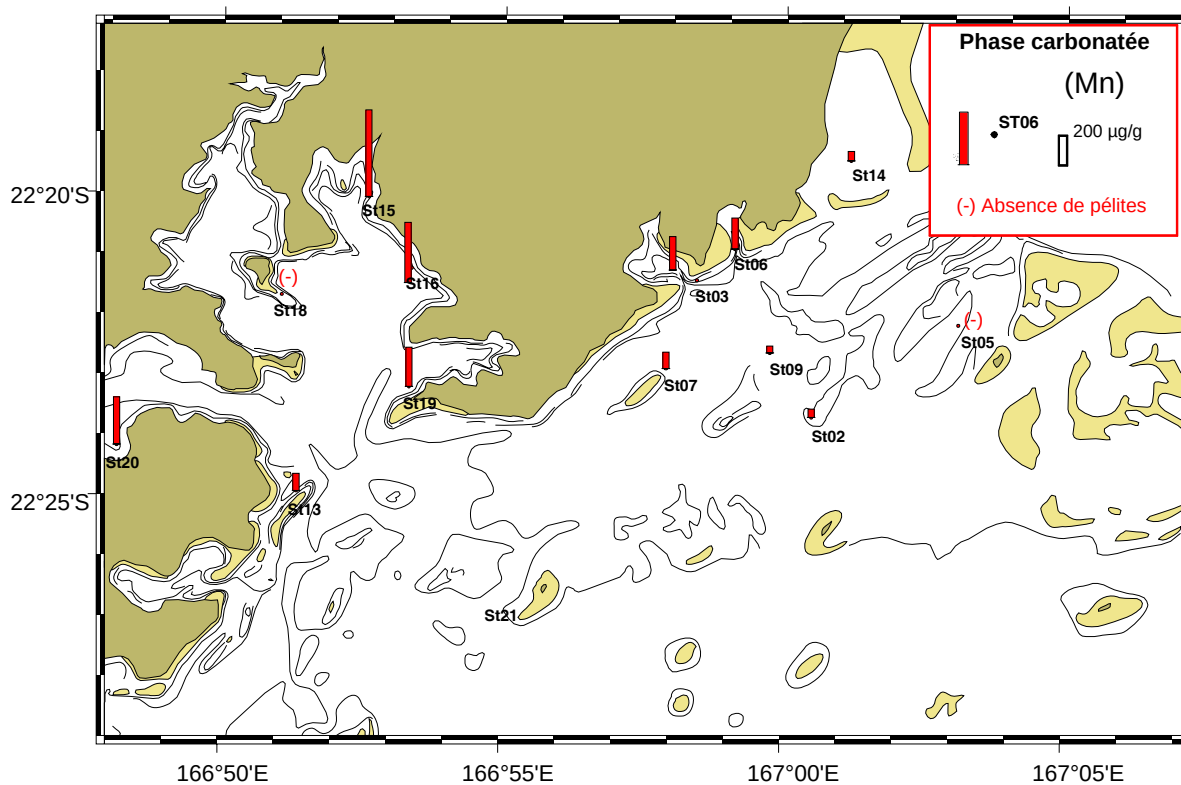


Concentration du chrome extrait de la **phase carbonatée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

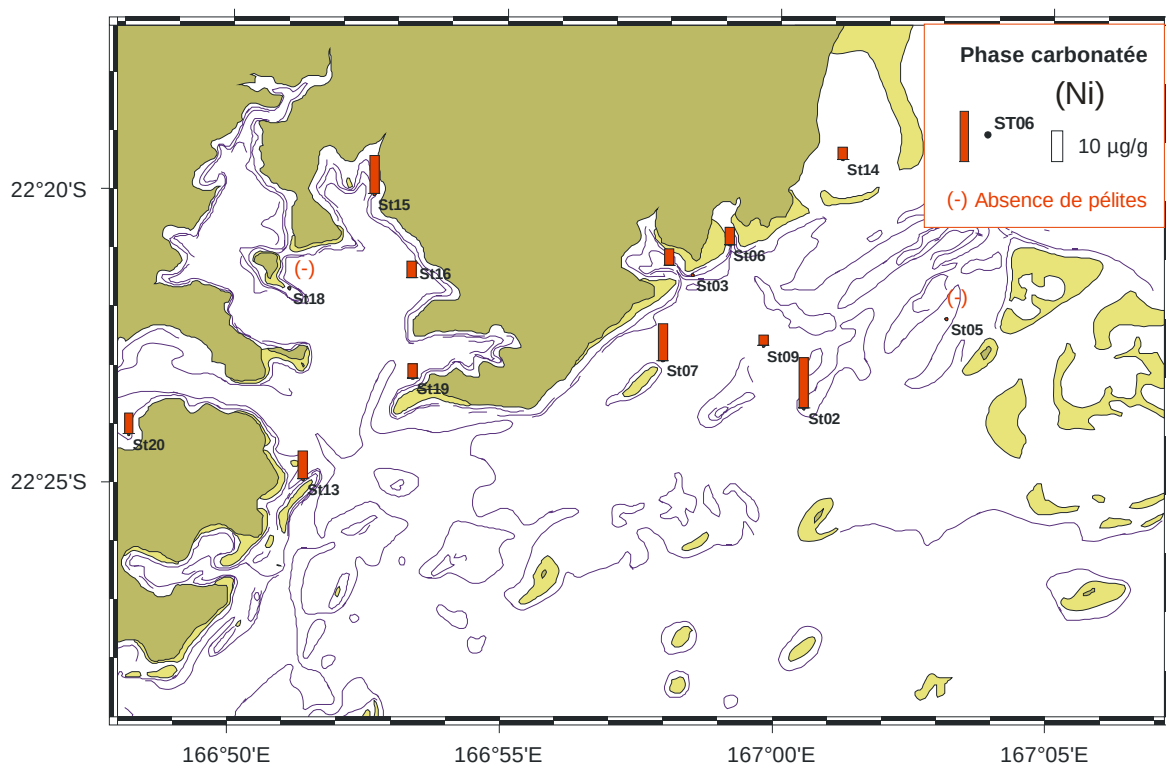




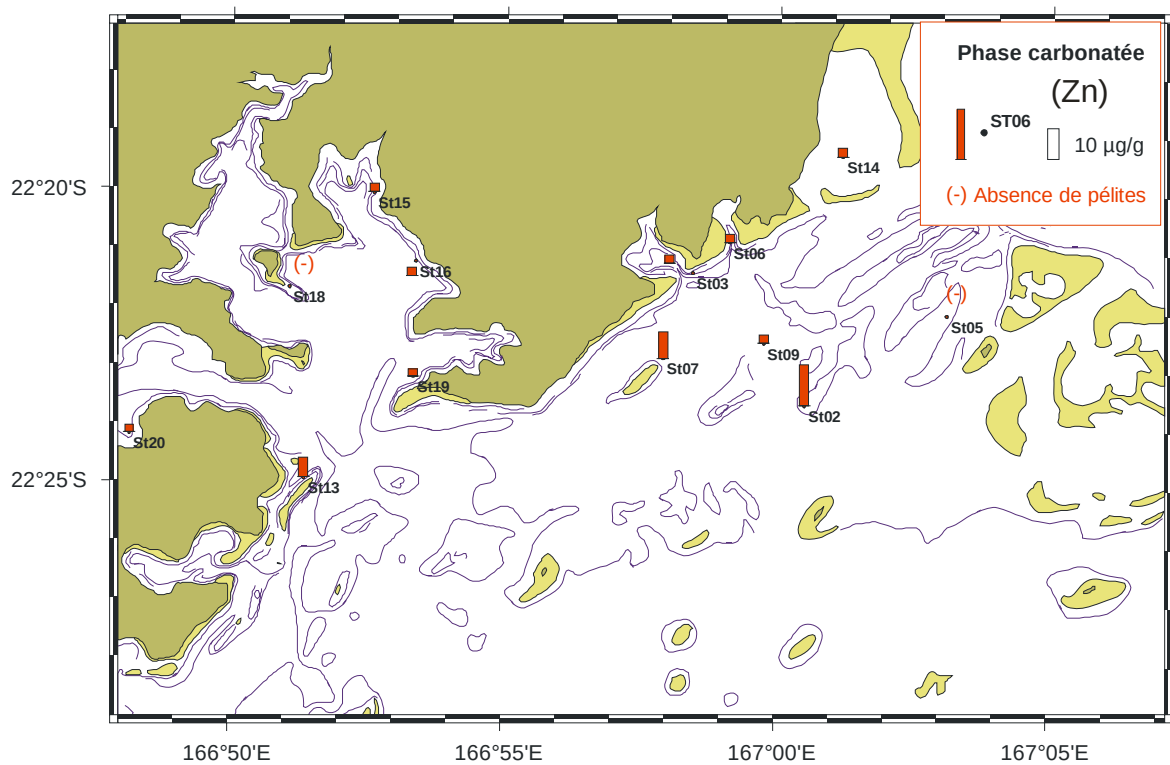
Concentration du fer extrait de la **phase carbonatée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



Concentration du manganèse extrait de la **phase carbonatée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

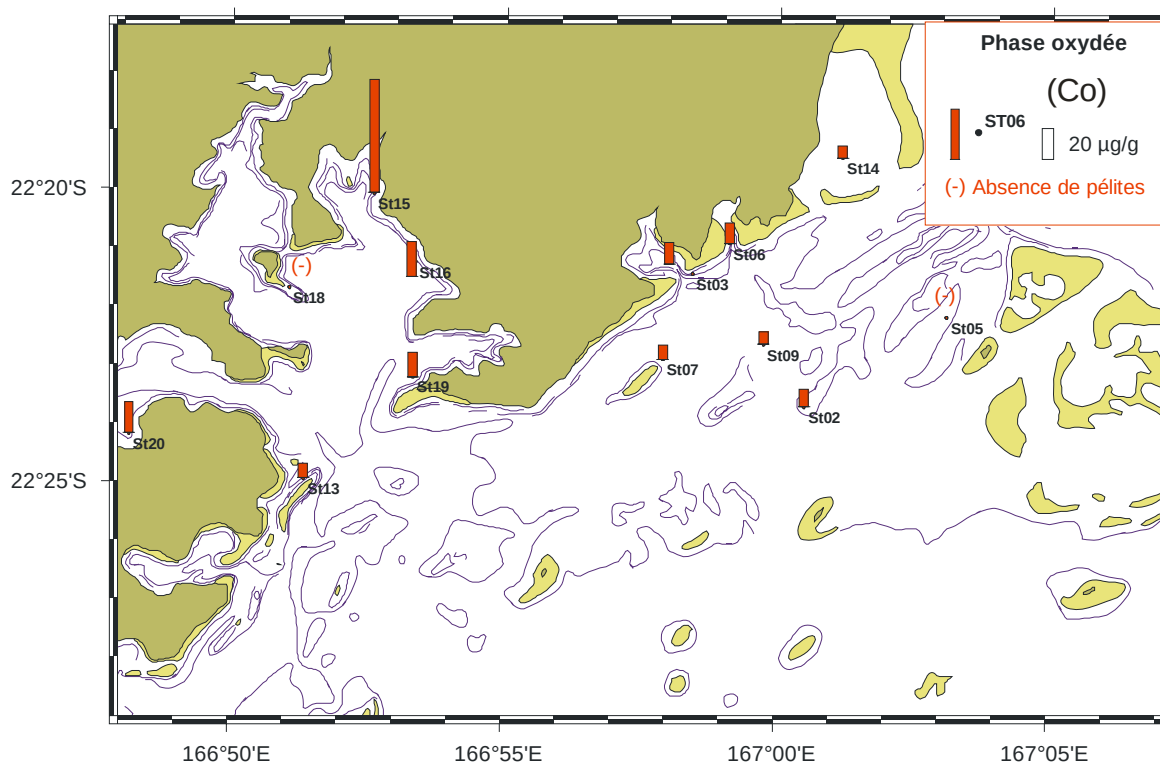


Concentration du nickel extrait de la **phase carbonatée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

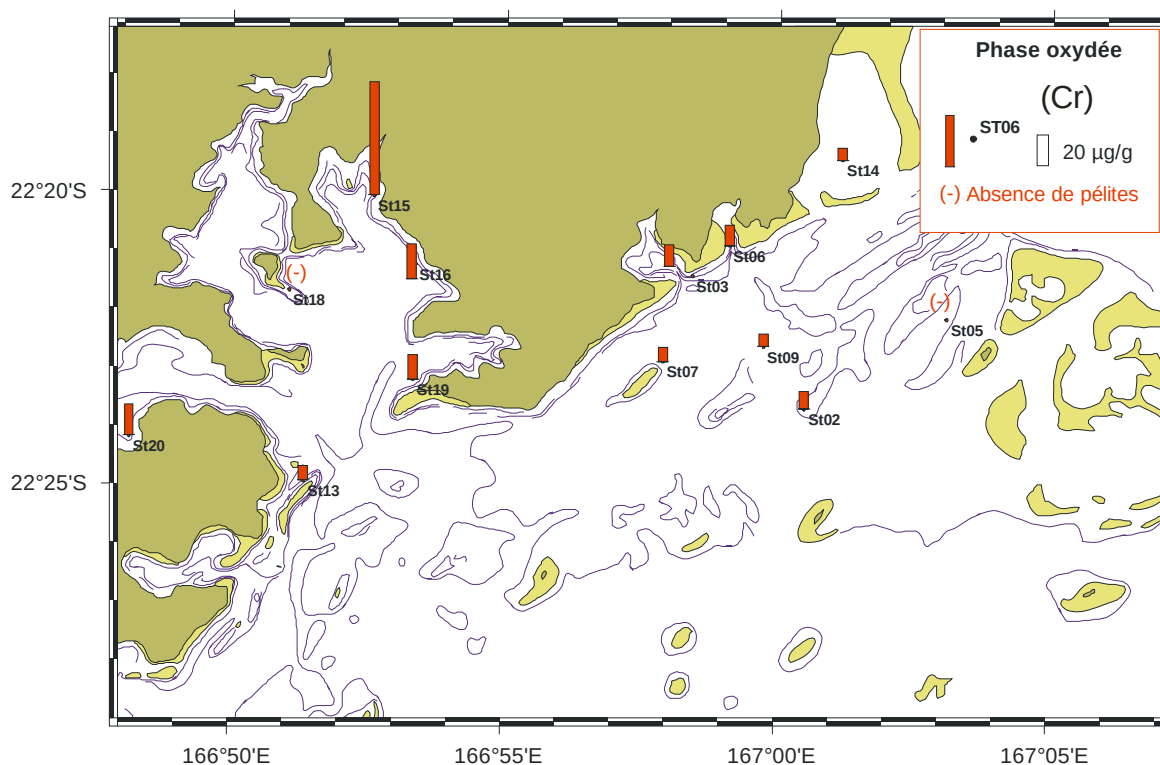


Concentration du zinc extrait de la **phase carbonatée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

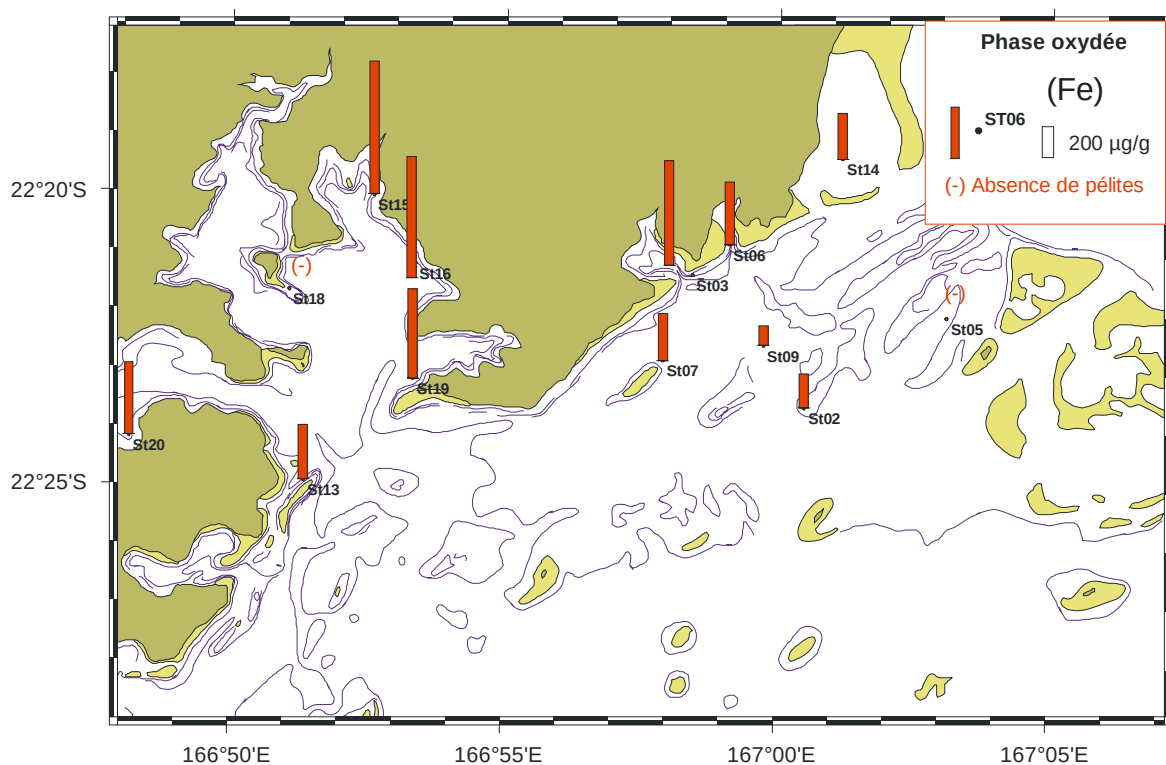
## Cartes de distribution des métaux solubilisés dans la phase oxydée des sédiments de surface.



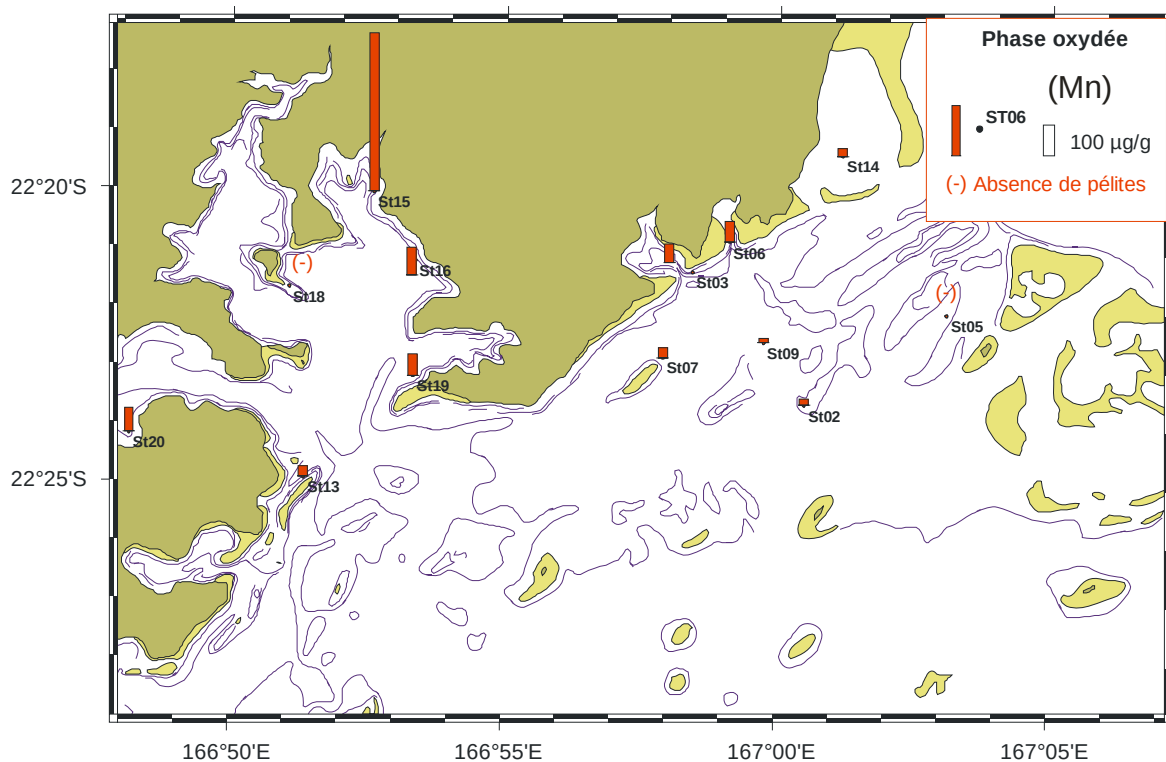
Concentration du cobalt extrait de la **phase oxydée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



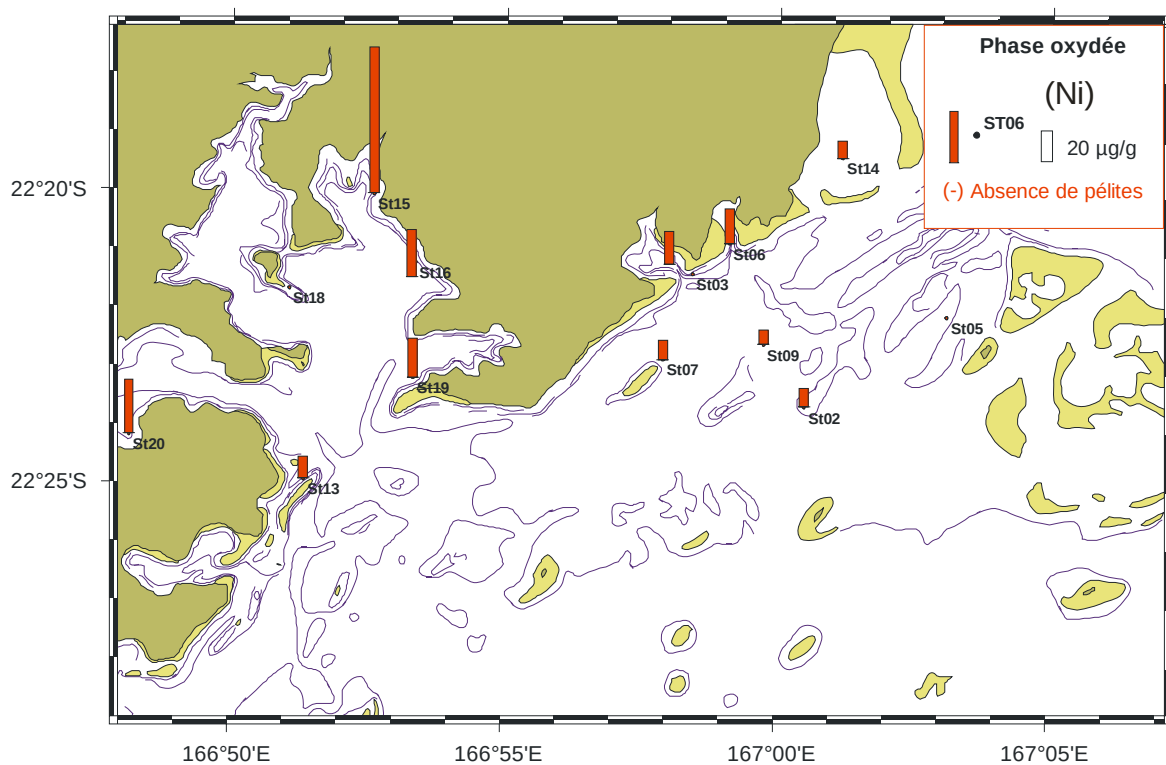
Concentration du chrome extrait de la **phase oxydée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



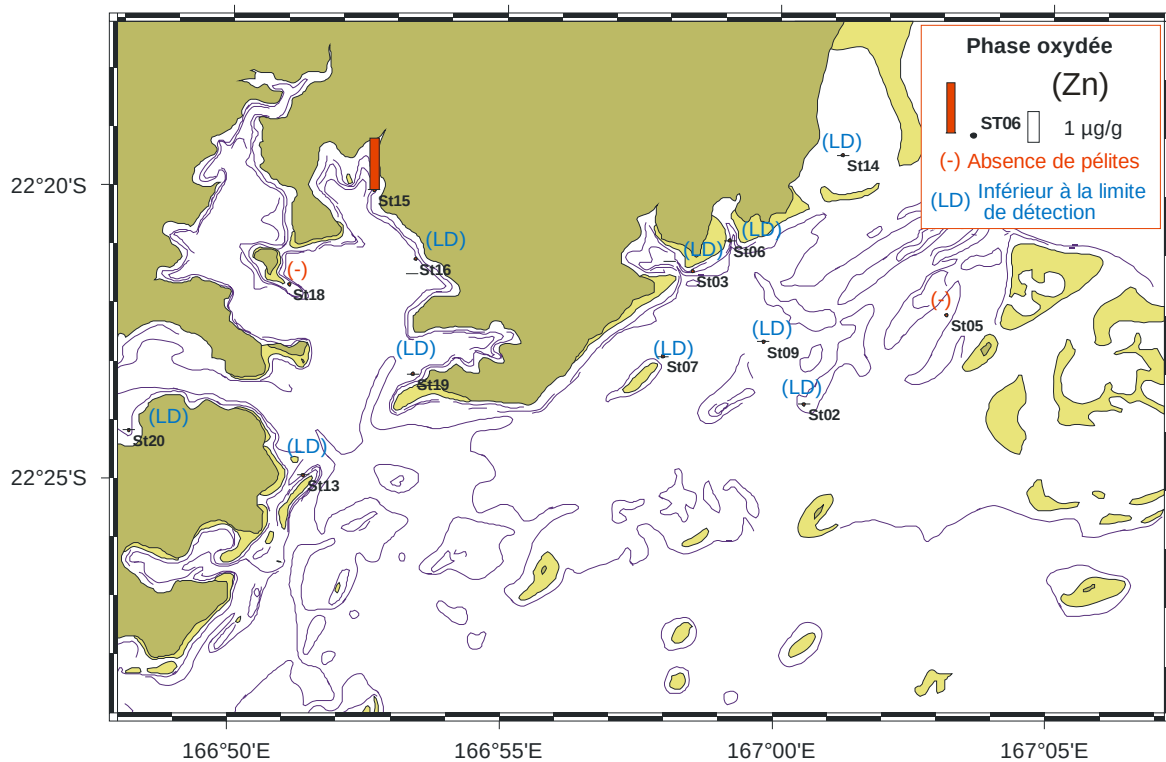
Concentration du fer extrait de la **phase oxydée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



Concentration du manganèse extrait de la **phase oxydée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

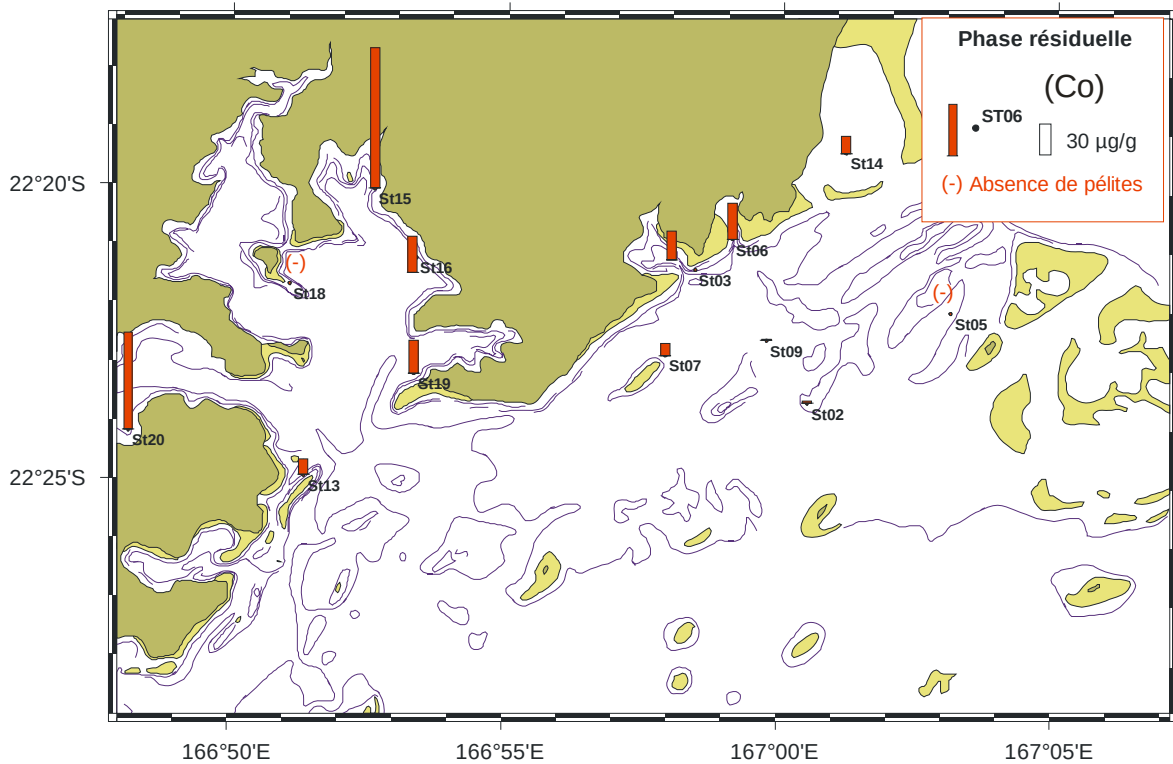


Concentration du nickel extrait de la **phase oxydée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

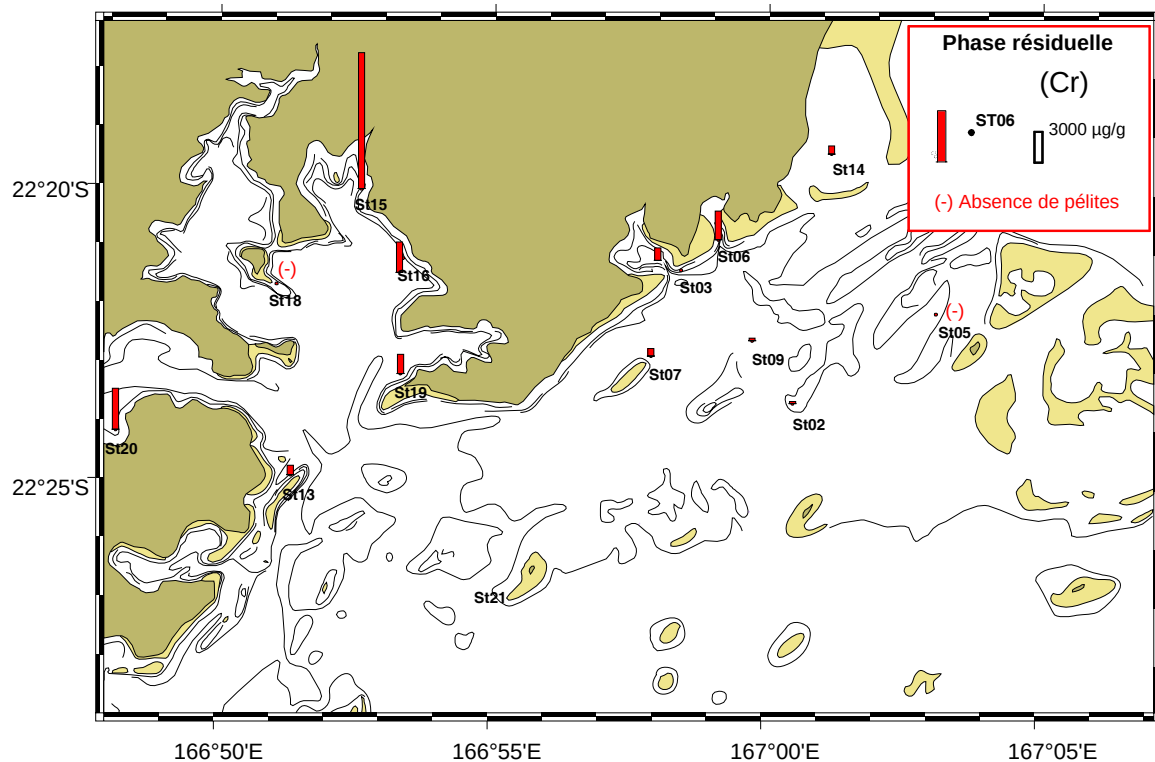


Concentration du zinc extrait de la **phase oxydée** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

## Cartes de distribution des métaux solubilisés dans la phase résiduelle des sédiments de surface.

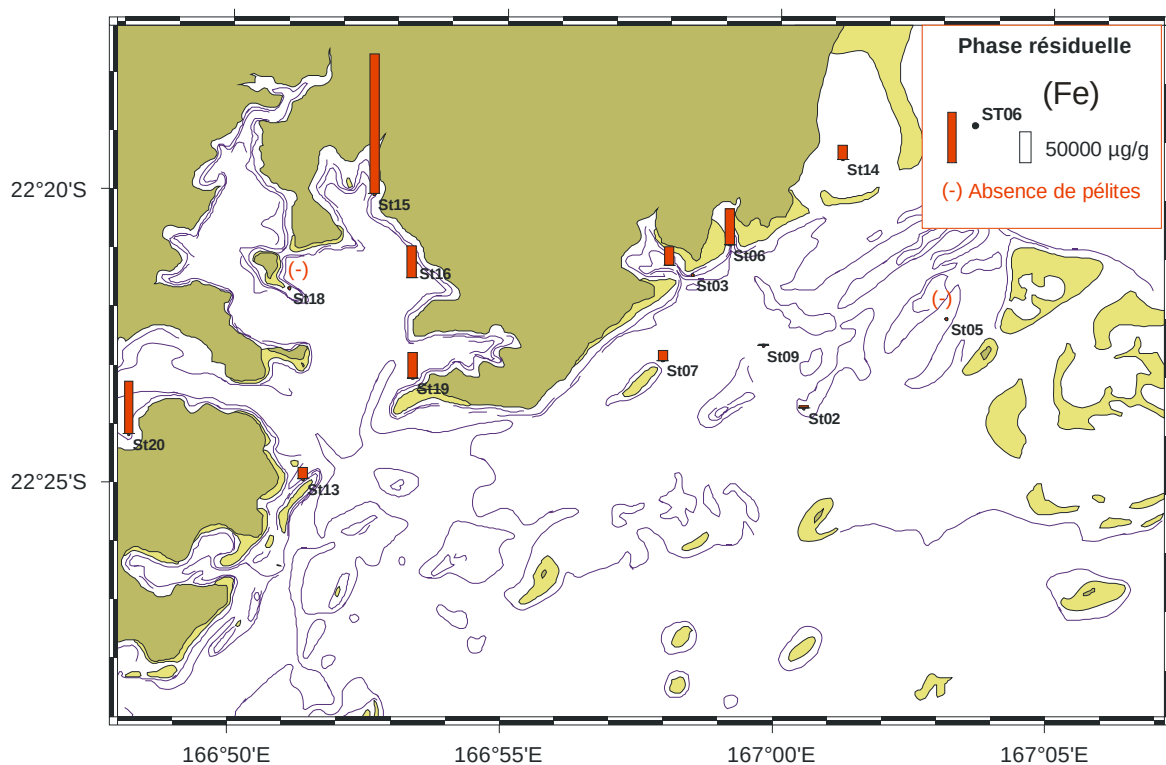


Concentration du cobalt extrait de la **phase résiduelle** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

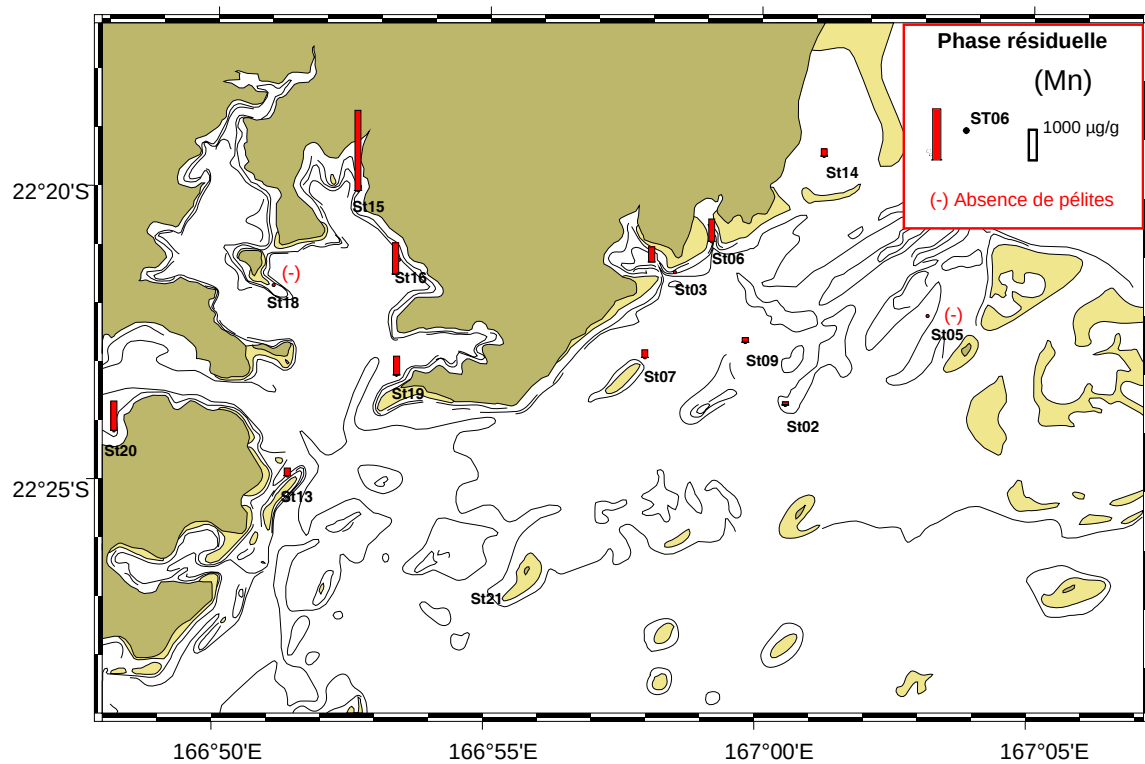


Concentration du chrome extrait de la **phase résiduelle** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.



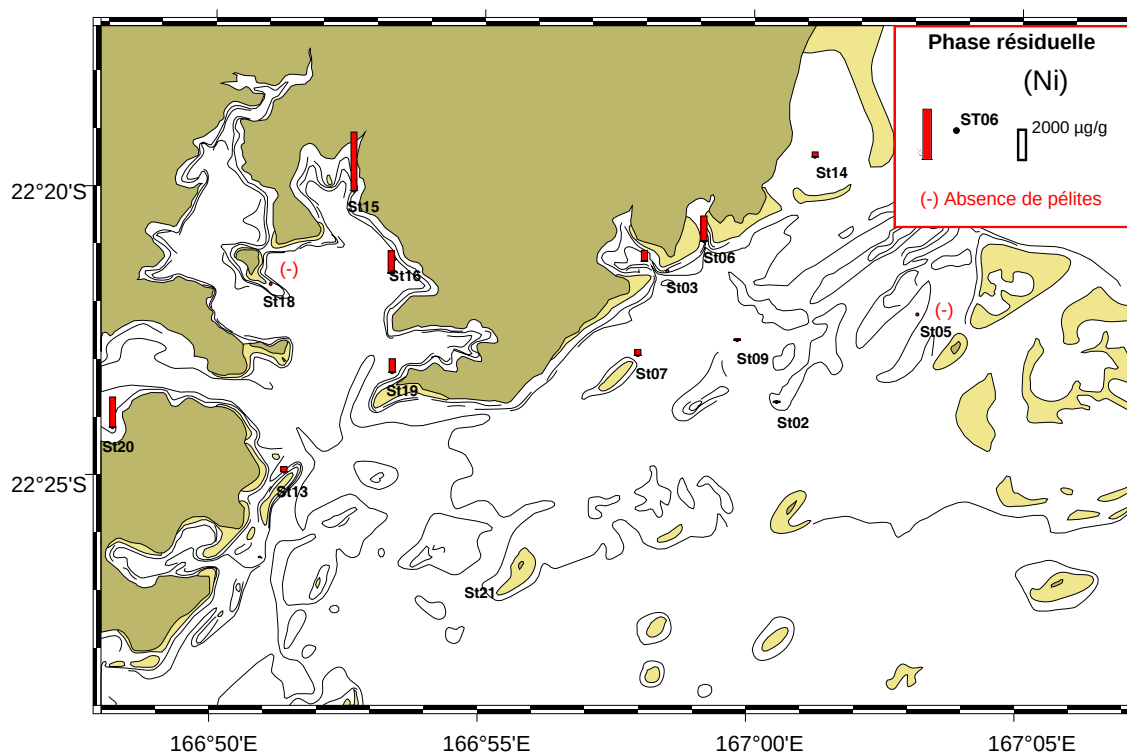


Concentration du fer extrait de la **phase résiduelle** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

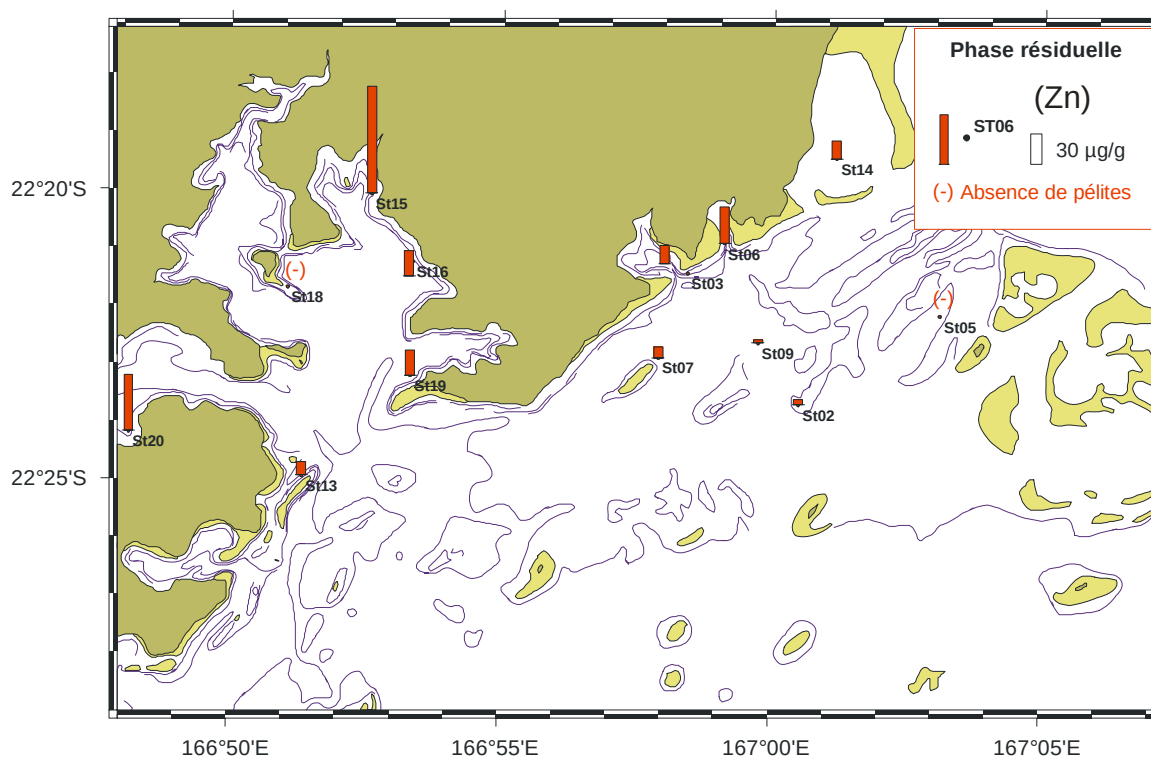


Concentration du manganèse extrait de la **phase résiduelle** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.





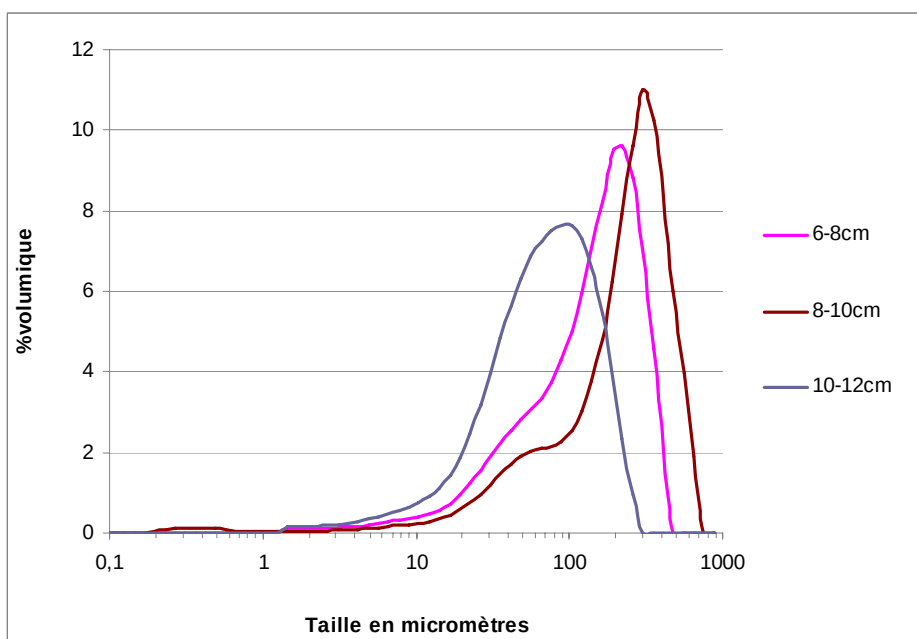
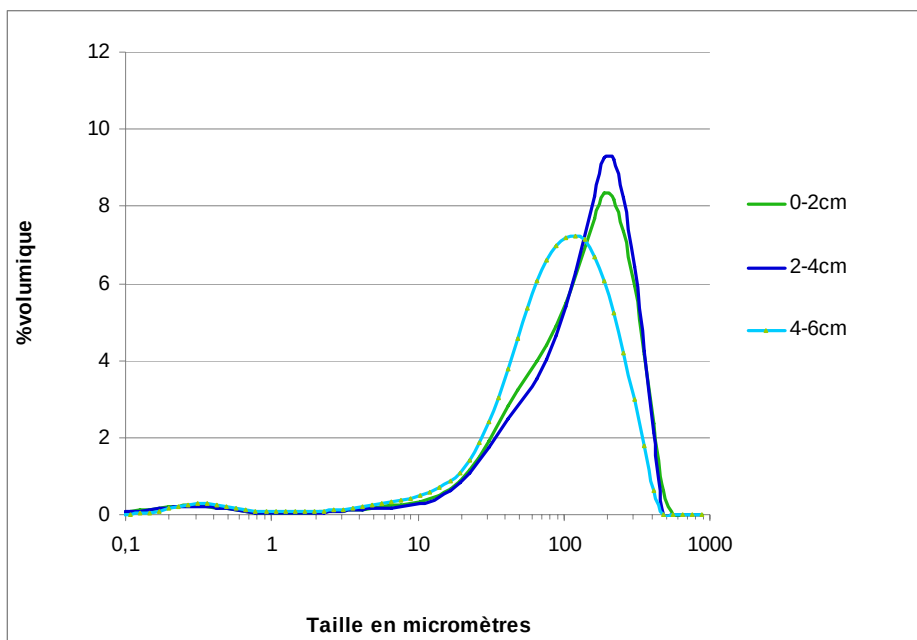
Concentration du nickel extrait de la **phase résiduelle** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

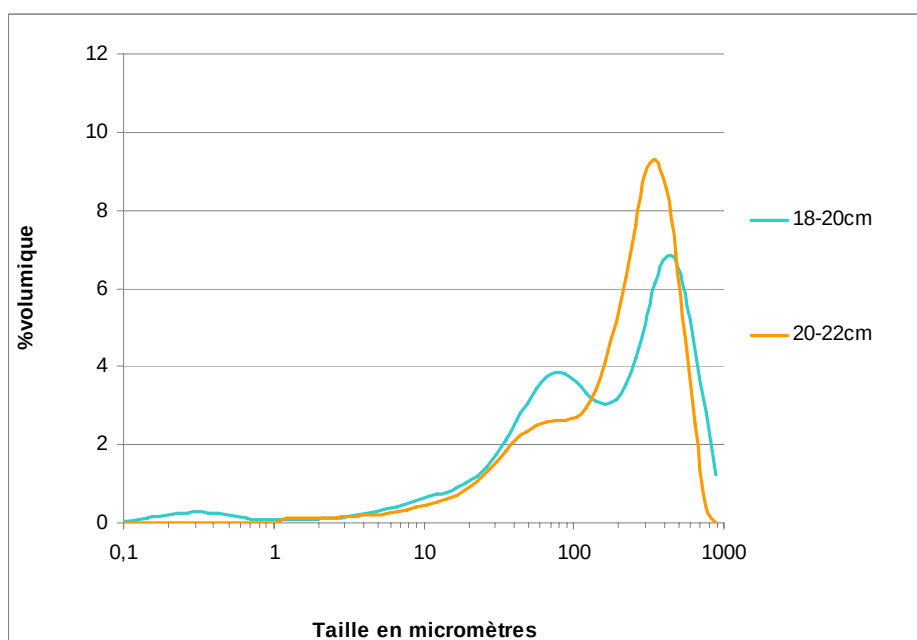
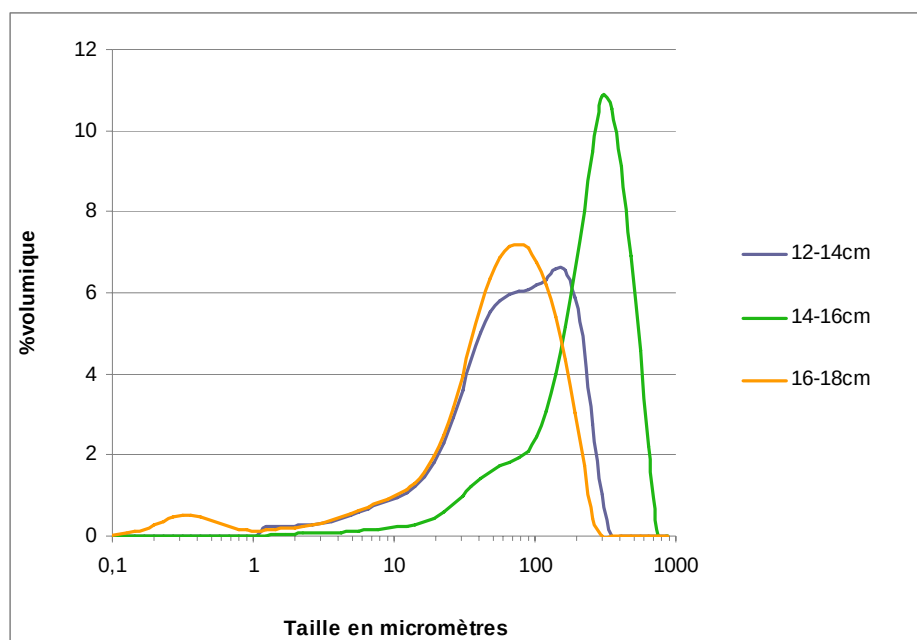


Concentration du zinc extrait de la **phase résiduelle** des pélites des sédiments de surface du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony.

## ANNEXE 4

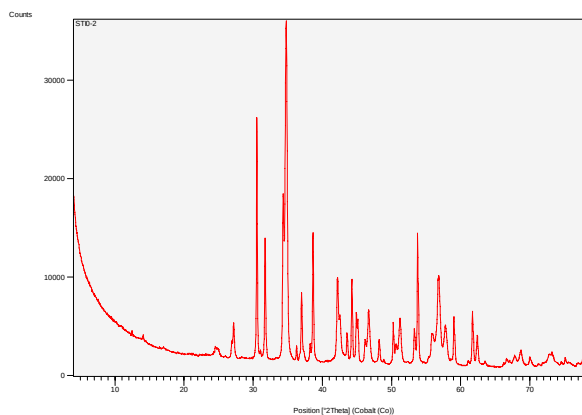
**Courbes granulométriques des 11 horizons sédimentaires de la carotte St133. Evolution du pourcentage volumique des particules en fonction du diamètre ( $\mu\text{m}$ ) des particules des horizons.**



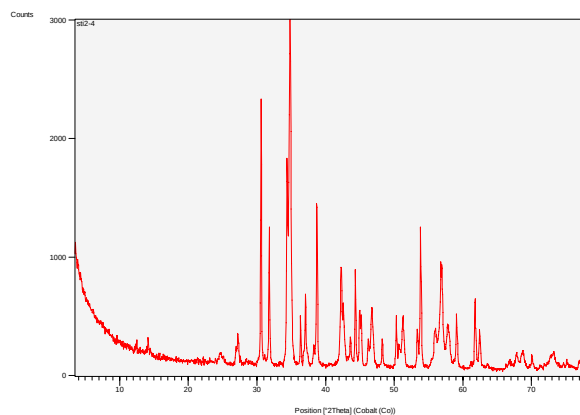


## ANNEXE 5

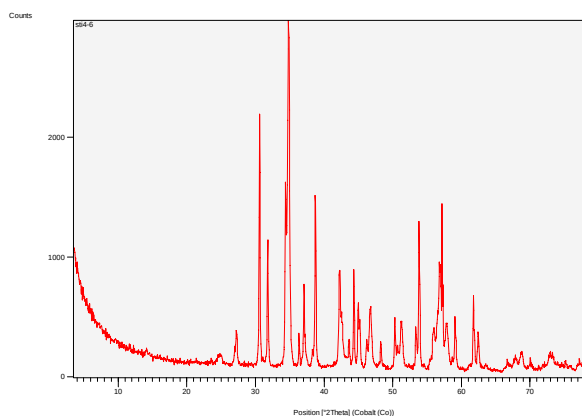
### Diffractogrammes des 11 horizons sédimentaires de la carotte St133.



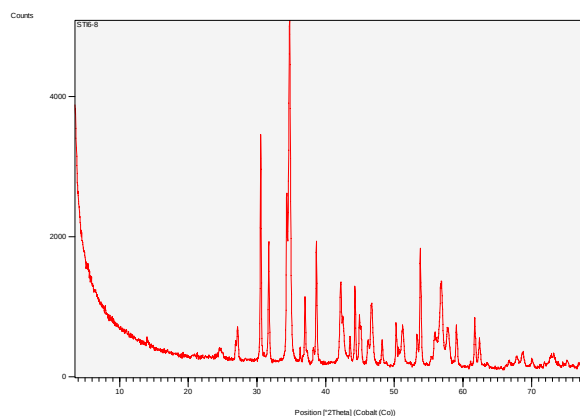
Carotte St133, niveau 0-2cm



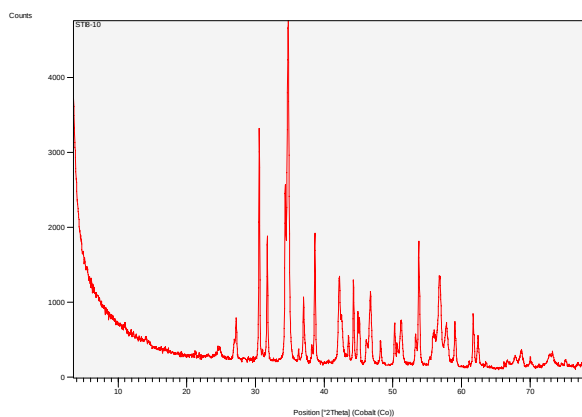
Carotte St133, niveau 2-4cm



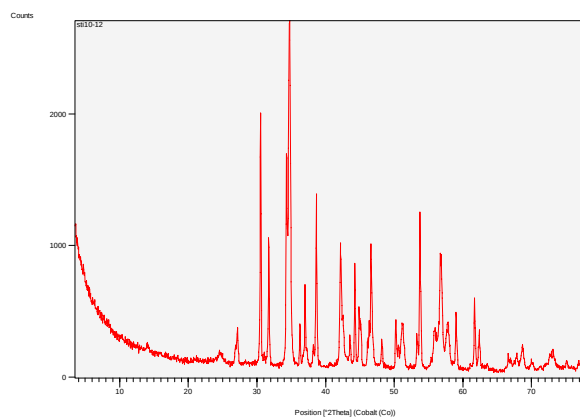
Carotte St133, niveau 4-6cm



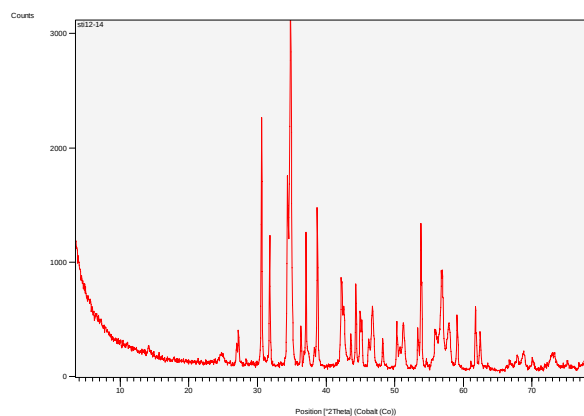
Carotte St133, niveau 6-8cm



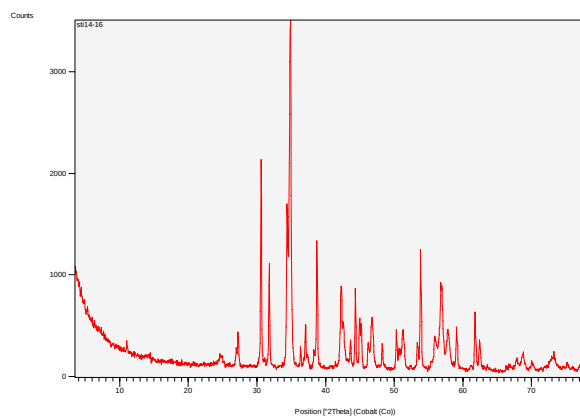
Carotte St133, niveau 8-10cm



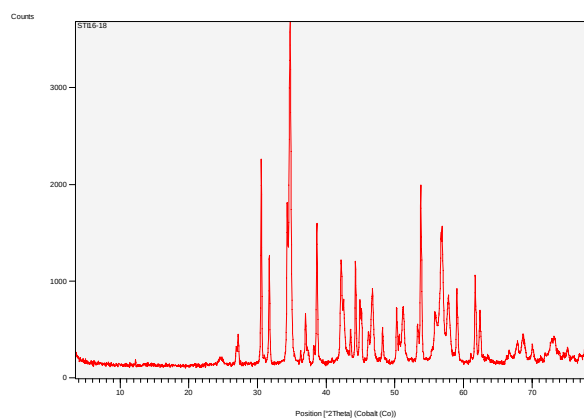
Carotte St133, niveau 10-12cm



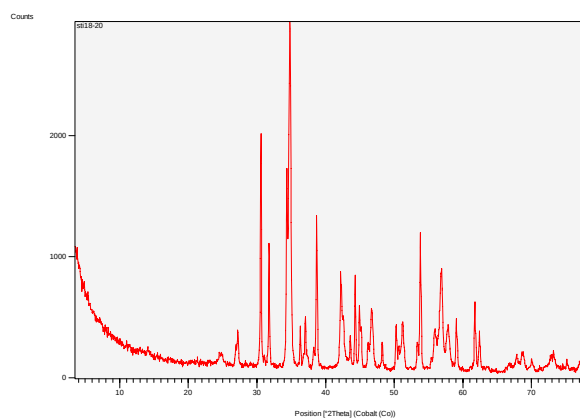
Carotte St133, niveau 12-14cm



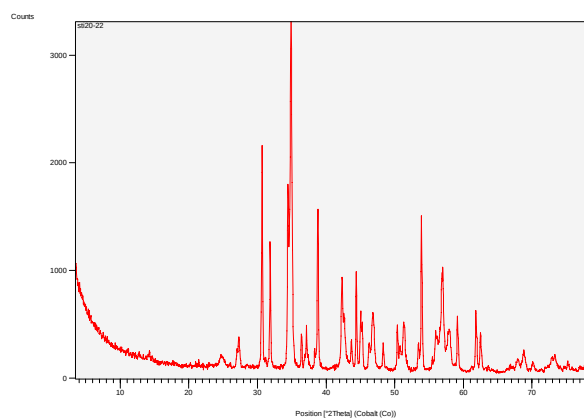
Carotte St133, niveau 14-16cm



Carotte St133, niveau 16-18cm



Carotte St133, niveau 18-20-2cm



Carotte St133, niveau 20-22cm