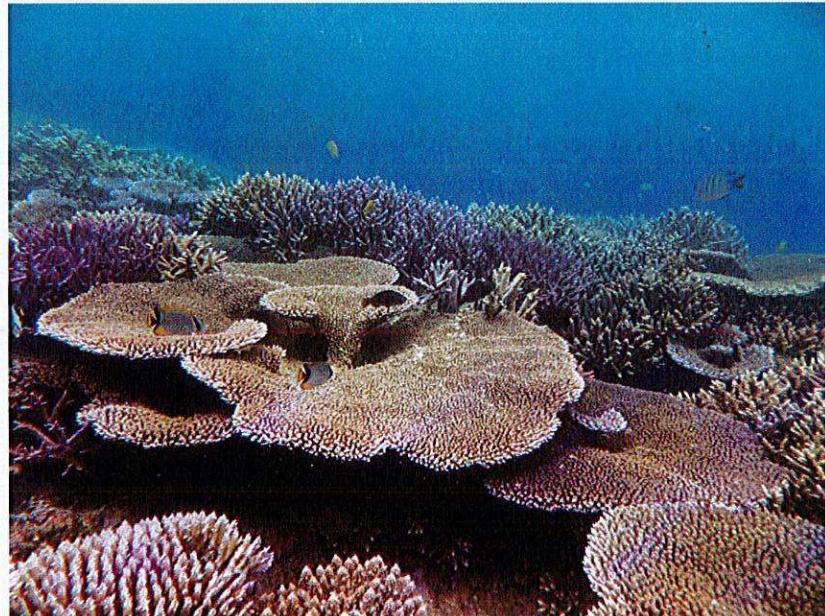




# Surveillance des milieux récepteurs

## Rapport annuel 2024

### Milieu marin



16 MAI 2025



Mars 2025

CE2025-DINENC-2A1SA



**PRONY**  
Resources  
New Caledonia



L'intégralité du présent rapport, en ce compris ses annexes, (ci-après désigné « RAPPORT ») reste la propriété exclusive de Prony Resources New Caledonia (ci-après désignée « PRNC »), au titre de son droit de propriété intellectuelle.

A l'exception des autorités administratives destinataires du RAPPORT et dans le cadre d'une convention, ce dernier et les données qu'il contient ne peuvent être utilisées qu'à des fins de consultation à titre privé.

Ainsi le RAPPORT et les données qu'il contient ne pourront pas être utilisés ou reproduits (totalement ou partiellement) sur quelque support que ce soit, sans l'accord préalable et écrit de PRNC.

En aucun cas le RAPPORT et les données qu'il contient ne pourront être utilisées à des fins commerciales et/ou en vue de porter atteinte aux intérêts de PRNC, notamment par l'utilisation partielle des données et sorties de leur contexte global, sous peine de voir votre responsabilité engagée.

Si vous désirez des informations plus détaillées au sujet de la présente déclaration et/ou du RAPPORT, veuillez-vous adresser à :

PRNC, Département Communication  
E-mail : [communication@pronyresources.com](mailto:communication@pronyresources.com)  
Tel : +687 23.50.00

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	<b>6</b>
<b>SIGLES ET ABREVIATIONS.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>1. PRESENTATION DES PLANS DE SUIVI DU MILIEU MARIN ET DES PROTOCOLES DE MESURE.....</b>	<b>2</b>
1.1 POSITIONNEMENT GLOBAL DES STATIONS DE SUIVI DU MILIEU MARIN DE PRNC.....	2
1.2 PRÉSENTATION DES PLANS DE SUIVI DU MILIEU MARIN PAR TYPE .....	3
1.2.1 <i>Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau.....</i>	3
1.2.2 <i>Suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.....</i>	5
1.2.3 <i>Suivi de la qualité des sédiments marins de surface .....</i>	7
1.2.4 <i>Suivi des densités de flux verticaux de particules .....</i>	9
1.2.5 <i>Suivi du taux d'accumulation sédimentaire.....</i>	10
1.2.6 <i>Surveillance de l'herbier de la baie Kwé.....</i>	11
1.2.7 <i>Suivi des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur .....</i>	11
1.2.1 <i>Relevé bathymétrique au Port de Prony.....</i>	12
1.3 PROTOCOLES DE MESURE .....	12
1.3.1 <i>Méthode de mesures de la qualité physico-chimique de l'eau de mer.....</i>	12
1.3.1.1 Structures des masses d'eau .....	12
1.3.1.2 Analyse des éléments majeurs, pH, Hydrocarbures et MES .....	12
1.3.1.3 Analyse des sels nutritifs.....	13
1.3.1.4 Analyse de matière organique.....	13
1.3.1.5 Analyse des pigments chlorophylliens .....	14
1.3.1.6 Analyse des métaux dissous dans la colonne d'eau .....	14
1.3.2 <i>Méthode de mesures des sédiments marins de surface.....</i>	15
1.3.2.1 Granulométrie .....	15
1.3.2.2 Minéralogie .....	15
1.3.2.3 Dosage de la concentration totale des métaux .....	15
1.3.2.4 Dosage des métaux dans les phases géochimiques .....	15
1.3.3 <i>Méthode de mesures des densités de flux verticaux de particules .....</i>	16
1.3.3.1 Immersion des pièges à sédiments séquentiels.....	16
1.3.3.2 Tamisage .....	16
1.3.4 <i>Méthode de mesures des taux d'accumulation des sédiments .....</i>	17
1.3.5 <i>Méthode de mesures des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur</i>	18
1.3.6 <i>Méthode de suivi des peuplements récifaux et organismes associés .....</i>	19
1.3.6.1 Organisation de l'échantillonnage sur les stations.....	19
1.3.6.2 Protocole pour l'étude du substrat.....	21
1.3.6.3 Protocole pour l'étude du benthos.....	22
1.3.6.4 Protocole pour l'étude des poissons.....	24
1.3.7 <i>Méthode de suivi des herbiers de la baie Kwé .....</i>	24
1.3.1 <i>Relevé bathymétrique et inspection au Port de Prony .....</i>	26

<b>2. BILAN DES DONNEES DISPONIBLES.....</b>	<b>27</b>
2.1 BILAN DES DONNEES HISTORIQUES.....	27
2.2 BILAN DES DONNEES DISPONIBLES .....	28
<b>3. PRESENTATION DES RESULTATS DE SUIVI DU MILIEU MARIN .....</b>	<b>28</b>
3.1 RESULTATS DU SUIVI DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU ET DE LA STRUCTURE DE LA COLONNE D'EAU DE MER.....	29
3.1.1 <i>Résultats du 1<sup>er</sup> semestre 2024.....</i>	29
3.1.2 <i>Résultats du 2<sup>ème</sup> semestre 2024 .....</i>	29
3.1.3 <i>Evolution historique .....</i>	29
3.2 RESULTATS DU SUIVI DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU, DE LA STRUCTURE DE LA COLONNE D'EAU DE MER ET DU SUIVI DES SEDIMENTS DE SURFACE POUR LA STATION DU PORT DE PRONY – St16 .....	30
3.2.1 <i>Colonne eau, structure et qualité physico-chimique – St16.....</i>	30
3.2.2 <i>Suivi des sédiments de surface – St16.....</i>	31
3.3 RESULTATS DU SUIVI DE L'ETAT DES PEUPLEMENTS RECIFIAUX ET DES ORGANISMES ASSOCIES.....	31
3.3.1 <i>Substrats .....</i>	32
3.3.1.1 Mars 2023 .....	32
3.3.1.2 Novembre 2023.....	33
3.3.1.3 Evolution temporelle des résultats du suivi des substrats.....	33
3.3.2 <i>Biocénoses Epi-benthique .....</i>	33
3.3.2.1 Mars 2023 .....	34
3.3.2.2 Novembre 2023.....	35
3.3.3 <i>Populations Ichtyologiques .....</i>	35
3.3.3.1 Structure des peuplements ichtyologiques .....	35
3.3.3.2 Qualité des peuplements ichtyologiques .....	37
3.3.3.3 Liste rouge IUCN .....	37
3.3.3.4 Espèces protégées au code de l'environnement de la Province Sud.....	38
3.3.4 <i>Conclusion sur l'état de santé des peuplements récifaux.....</i>	38
3.4 RESULTATS DU SUIVI DE LA QUALITE DES SEDIMENTS MARINS DE SURFACE.....	40
3.5 RESULTATS DU SUIVI DES DENSITES DE FLUX VERTICAUX DE PARTICULES .....	40
3.6 RESULTATS DU SUIVI DU TAUX D'ACCUMULATION SEDIMENTAIRE.....	41
3.7 RESULTATS DU SUIVI DES HERBIERS EN BAIE KWE.....	41
3.8 RESULTATS DU SUIVI DES CONCENTRATIONS EN MANGANESE ET NICKEL DANS LE CHAMP PROCHE DU DIFFUSEUR .....	41
<b>4. IMPACT DE L'ABSENCE DE SURVEILLANCE EN 2024 .....</b>	<b>41</b>
4.1 CANAL DE LA HAVANNAH .....	42
4.2 BAIE KWE .....	42
4.3 BAIE DE PRONY ET RADE DU CREEK DE LA BAIE NORD.....	44
4.4 ETAT DE SANTE DES RECIFS CORALIENS ET ORGANISMES ASSOCIES .....	45
<b>5. RELEVE BATHYMETRIQUE ET INSPECTION AU PORT DE PRONY .....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>46</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : CARTOGRAPHIE DU RESEAU DE SUIVI DU MILIEU MARIN DE PRNC, PATRIMOINE NATUREL ET PROTEGE.....	2
FIGURE 2 : CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS DE SURVEILLANCE DE LA COLONNE D'EAU DE MER.....	4
FIGURE 3 : CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS DE SURVEILLANCE DES ECOSYSTEMES MARINS .....	6

FIGURE 4 : CARTE DE LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DE LA QUALITE DES SEDIMENTS MARINS DE SURFACE .....	8
FIGURE 5 : CARTE DE LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DES DENSITES DE FLUX VERTICAUX DE PARTICULES .....	9
FIGURE 6 : CARTE DE LOCALISATION DU TAUX D'ACCUMULATION SEDIMENTAIRE .....	10
FIGURE 7 : CARTE DE LOCALISATION DES QUADRAS DE SUIVI DE L'HERBIER .....	11
FIGURE 8 : POSITIONNEMENT DES STATIONS POUR LA SURVEILLANCE DES CONCENTRATIONS EN Mn ET Ni DANS LE CANAL DE LA HAVANNAH .....	12
FIGURE 9 : COMPOSANTS D'UN DGT .....	19
FIGURE 10 : PHOTOGRAPHIE D'UN THOË .....	19
FIGURE 11 : SCHEMATISATION DES TRANSECTS DE SUIVI .....	21
FIGURE 12 : PRINCIPE DE TRANSITION DES SUBSTRATS ET REPRESENTATION DE L'EVALUATION DE LA LONGUEUR .....	22
FIGURE 13 : SCHEMATISATION DE LA METHODE TLV .....	24
FIGURE 14 : CARRE SERVANT DE QUADRAT POUR LE SUIVI DES HERBIERS .....	25
FIGURE 15 : SCHEMA DE POSITIONNEMENT DES PIQUETS AU DROIT DU QUAIS VRAQUIER .....	26
FIGURE 16 : POURCENTAGES DE RECOUVREMENT DES SUBSTRATS PAR STATION ET PAR TRANSECT, MARS 2023 .....	32
FIGURE 17 : INDICATEURS DE L'ETAT DE SANTE DES RECIFS CORALIENS, MARS 2023 .....	39
FIGURE 18 : INDICES ANNUEL PAR STATIONS, PEUPLEMENTS ICHTYOLOGIQUES, MARS 2023 .....	40
FIGURE 19 : PRECIPITATIONS ANNUELLES AUX STATIONS METEOROLOGIQUES ANCIENNE PEPINIERE ET USINE .....	43
FIGURE 20 : PRECIPITATIONS TRIMESTRIELLES AUX STATIONS METEOROLOGIQUES ANCIENNE PEPINIERE ET USINE .....	43

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS DE SURVEILLANCE DE LA COLONNE D'EAU DE MER .....	3
TABLEAU 2: LOCALISATION DES STATIONS DE SURVEILLANCE DES PEUPLEMENTS RECIFAIRES ET DES ORGANISMES ASSOCIES .....	5
TABLEAU 3 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES POINTS DE PRELEVEMENT DES SEDIMENTS DE SURFACE .....	7
TABLEAU 4 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES POINTS DE SUIVI DES DENSITES DE FLUX VERTICAUX DE PARTICULES.....	9
TABLEAU 5 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS DE SUIVI DU TAUX D'ACCUMULATION SEDIMENTAIRE .....	10
TABLEAU 6 : POSITION DES QUADRAS DE SUIVI DE L'HERBIER (REFERENTIEL RGNC 91-93 LAMBERT) .....	11
TABLEAU 7 : POSITIONNEMENT DES STATIONS DE SUIVI DES CONCENTRATIONS EN Mn ET Ni .....	11
TABLEAU 8 : LIMITES DE QUANTIFICATION DES METAUX DISSOUS DANS LA COLONNE D'EAU DE MER .....	15
TABLEAU 9 : LIMITE DE QUANTIFICATION DES METAUX DISSOUS LORS DES 4 PHASES DE PREPARATION.....	16
TABLEAU 10 : ECHELLE D'ABONDANCE DE QUALIFICATION DU RECOUVREMENT .....	23
TABLEAU 11 : ECHELLE D'ABONDANCE SPECIFIQUE AUX CORAUX SCLERACTINIAIRES .....	23
TABLEAU 12 : ECHELLE DU DEGRE DE BLANCHISSEMENT DES ESPECES .....	23
TABLEAU 13 : RAPPEL DES CAMPAGNES HISTORIQUES DE SUIVI DU MILIEU MARIN.....	27
TABLEAU 14 : BILAN DES DONNEES DISPONIBLE DE L'AUTOSURVEILLANCE DU MILIEU MARIN EN 2024.....	28
TABLEAU 15 : VALEUR DES ECARTS (QUADRATIQUES MOYENS) DES STRUCTURES DE PEUPLEMENT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE MOYENNE (DEPUIS 2007) .....	35
TABLEAU 16 : QUALITE DU PEUPLEMENT ICHTYOLOGIQUE, PAR STATION, DEPUIS 2017 .....	37

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : RAPPORT DE MISSION DE DECEMBRE 2024. SUIVI DE L'ETAT DES PEUPLEMENTS RECIFAIRES ET ORGANISMES ASSOCIES.

ANNEXE 2 : LEVE BATHYMETRIQUE DU QUAI VRAQUIER ET INSPECTION VISUELLE DES QUAIS VRAQUIER ET CARGO DU PORT DE PRONY,  
ANNEE 2024.

## SIGLES ET ABBREVIATIONS

PEHD	Polyéthylène Haute Densité
St	Station
ST	Station
NO3	Nitrate
NO2	Dioxyde d'azote
PO4	Phosphate
L	Litre
As	Arsenic
Cd	Cadmium
Co	Cobalt
CrVI	Chrome 6
Cr	Chrome
Cu	Cuivre
Fe	Fer
Pb	Plomb
Zn	Zinc
LD	Limite de Détection
LQ	Limite de Quantification
Ca	Calcium
Mg	Magnésium
S	Soufre
K	Potassium
Na	Sodium
Cl	Chlorure
SO4	Sulfate
Ni	Nickel
Mn	Manganèse

## INTRODUCTION

Depuis 2009, ce rapport annuel vise à présenter un bilan des résultats des suivis du milieu marin réalisés au cours de l'année écoulée. Il s'inscrit dans une démarche de surveillance environnementale permettant d'évaluer l'état du milieu et d'identifier d'éventuelles évolutions ou impacts nécessitant une attention particulière.

Toutefois, l'année 2024 a été marquée par des circonstances exceptionnelles ayant empêché la mise en œuvre des campagnes de suivi habituelles. En début d'année, l'absence de budget alloué à la surveillance du milieu marin a conduit à l'impossibilité de lancer les suivis dans les délais prévus. Lorsque les autorisations nécessaires ont pu être obtenues, le contexte social s'est fortement dégradé, entraînant des perturbations majeures sur le terrain. Le site industriel a été totalement bloqué et inaccessible jusqu'à la fin de l'année, empêchant toute reprise des activités de surveillance jusque début décembre 2024.

Dans ce contexte inédit, ce rapport se limite donc à un rappel des objectifs du programme de surveillance, ainsi qu'à une analyse des conséquences de l'absence de suivi en 2024 sur l'évaluation du milieu marin.

La surveillance du milieu marin dans la zone d'influence globale du complexe Prony Resources New Caledonia (PRNC) et les zones témoins associées repose sur quatre groupes d'indicateurs physico-chimiques et biologiques, donnant des indications ponctuelles ou intégrées de l'état du milieu :

- Indicateurs physico-chimiques de la qualité de l'eau de mer de la surface jusqu'au fond ;
- Bio-indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des organismes associées ;
- Suivi d'un herbier de phanérogames ;
- Indicateurs physico-chimiques des matières en suspension et des sédiments marins (flux de matières en suspension, géochimie des sédiments, taux de sédimentation).

Cette surveillance est normalement réalisée au niveau des stations sous-marines et points de prélèvement conformément aux prescriptions réglementaires définies par les arrêtés suivants :

- N° 891-2007/PS du 13 juillet 2007 (Port) ;
- N°1467-2008/PS du 9 octobre 2008 (usine, unité de préparation du minerai, centre de maintenance de la mine) ;
- N°2698-2016/ARR/DIMENC du 30 septembre 2016 (autorisation d'exploitation minière) ;
- N°2767-2016/ARR/DIMENC du 21 novembre 2016.

Toutefois, comme mentionné précédemment, plusieurs campagnes de surveillance n'ont pas été menées, la surveillance a été relancée en décembre 2024.

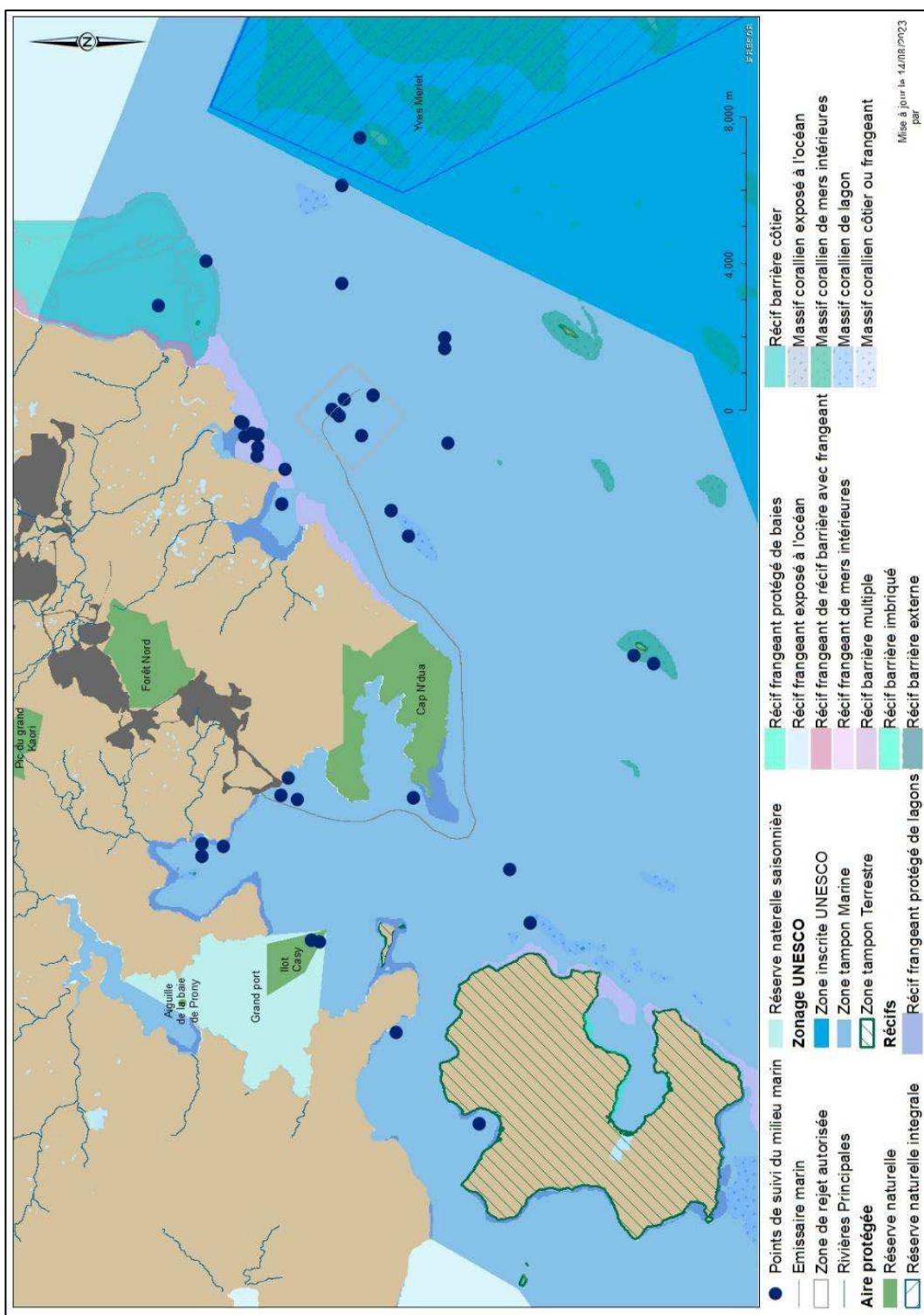
Dans ces conditions, ce rapport ne peut présenter de résultats de suivi pour l'année 2024 mais propose une analyse des implications de cette interruption sur l'évaluation du milieu marin.

## 1. PRESENTATION DES PLANS DE SUIVI DU MILIEU MARIN ET DES PROTOCOLES DE MESURE

### 1.1 Positionnement global des stations de suivi du milieu marin de PRNC

La Figure 1 synthétise l'ensemble des points de suivi du milieu marin de PRNC.

Figure 1 : Cartographie du réseau de suivi du milieu marin de PRNC, patrimoine naturel et protégé.



## 1.2 Présentation des plans de suivi du milieu marin par type

### 1.2.1 Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau

Le Tableau 1 indique les positions réglementaires des 14 points de prélèvement de l'eau de mer et la profondeur du lagon à ce point. La Figure 2 illustre le positionnement de ces points.

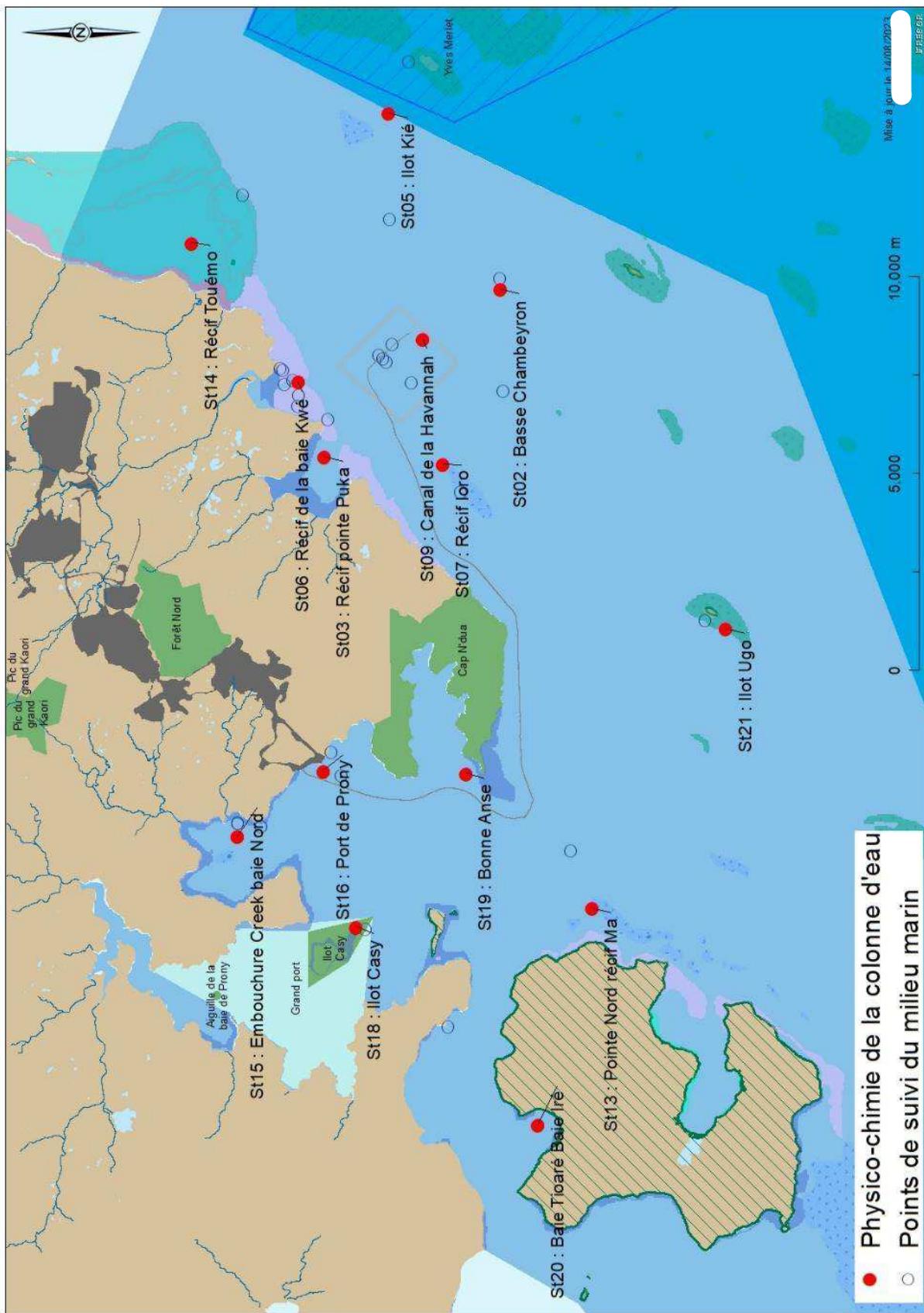
Tableau 1 : Localisation géographique des stations de surveillance de la colonne d'eau de mer

Secteur maritime	Localisation de la station	Référence Station	Fréquence	RGNC91 X	RGNC91 Y	WGS-84 Long E	WGS-84 Lat S	Profondeur (m)
Canal de la Havannah	Basse Chambeyron	St02	Semestrielle	503844	200755	167° 00.506	22° 23.599	33
Canal de la Havannah	Récif pointe Puka Baie de Port Boisé	St03	Semestrielle	499588	205228	166° 58.010	22° 21.190	29
Canal de la Havannah	Ilot Kié	St05	Semestrielle	508315	203584	167° 03.100	22° 22.050	34
Canal de la Havannah	Récif de la Baie Kwé	St06	Semestrielle	501484	205881	166° 59.112	22° 20.830	20
Canal de la Havannah	Récif Ioro	St07	Semestrielle	499398	202221	166° 57.910	22° 22.820	41
Canal de la Havannah	Canal de la Havannah	St09	Semestrielle	502566	202718	166° 59.754	22° 22.540	47
Canal de la Havannah	Pointe Nord récif Ma	St13	Semestrielle	488124	198422	166° 51.354	22° 24.914	35
Baie de Prony	Récif Touémo Port/baie de Goro	St14	Semestrielle	505018	208589	167° 01.160	22° 19.350	37
Baie de Prony	Embouchure Creek baie Nord	St15	Semestrielle	489952	207413	166° 52.590	22° 20.037	25
Baie de Prony	Port de Prony	St16 (avant 2022)	-	491614	205238	166° 53.365	22° 21.210	44
Baie de Prony	Port de Prony	St16 (à partir de 2022)	Trimestrielle	491500	204787	166° 53.300	22° 21.455	42
Baie de Prony	Ilot Casy	St18	Semestrielle	487654	204415	166° 51.061	22° 21.668	26
Baie de Prony	Bonne Anse Rade de l'Est	St19	Semestrielle	491550	201621	166° 53.340	22° 23.170	38
Baie de Prony	Ilot Ugo	St21	Semestrielle	495220	195033	166° 55.501	22° 26.728	36
Canal Woodin	Baie Iré	St20	Semestrielle	482633	199805	166° 48.150	22° 24.180	25

La station St21 « Ilot Ugo » n'est pas réglementaire mais a été rajoutée au suivi en août 2009 à la suite d'une demande sociétale.

La station St16, située à proximité du port de PRNC dans la Baie de Prony, a été déplacée pour tenir compte des recommandations émises par le prestataire en charge de la surveillance de cette zone. En effet, la station étant située dans une zone pouvant être influencée par la remobilisation des sédiments par les hélices de bateaux au mouillage, elle a été repositionnée et ainsi permet d'échantillonner la colonne d'eau en limitant les interférences. Il est opportun de préciser que les sédiments de surface du port de Prony font l'objet d'une surveillance spécifique.

Figure 2 : Carte de localisation des stations de surveillance de la colonne d'eau de mer



### 1.2.2 Suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés

Le Tableau 2 présente la position des 12 stations fixes de surveillance de la santé des écosystèmes par un suivi des peuplements récifaux et des organismes associés (invertébrés et poissons) dans la zone d'influence potentielle des activités de PRNC. La Figure 3 illustre la localisation de ces stations.

Tableau 2: Localisation des stations de surveillance des peuplements récifaux et des organismes associés

Zone d'influence	Localisation de la station	Référence Station	Fréquence	Longitude (RGNC 91)	Latitude (RGNC 91)	Profondeur Transect A	Profondeur Transect B	Profondeur Transect C
Baie de Prony	Ilot Casy	ST01	Semestrielle	166°51.033	22°21.799	7.5	10.5	-
Baie de Prony	Creek Baie Nord	ST02	Semestrielle	166°52.546	22°20.356	10.0	11.0	-
Baie de Prony	Port de Prony	ST03	Semestrielle	166°53.639	22°21.312	4.5	10.0	13.5
Canal Wooding	Canal Woodin	ST04	Semestrielle	166°49.593	22°22.933	4.0	11.0	20.5
Canal de la Havannah	Récif Iloro	ST05	Semestrielle	166°57.507	22°23.072	5.5	10.0	20.0
Canal de la Havannah	Banc Itonontea	ST06	Semestrielle	166°58.995	22°23.650	8.5	15.5	21.5
Canal de la Havannah	Basse Chambeyron	ST07	Semestrielle	167°00.671	22°23.591	8.0	18.0	22.0
Baie Kwé	Récif Pointe Puka	ST08	Semestrielle	166°58.566	22°21.243	9.0	12.0	-
Canal de la Havannah	Banc de Kié	ST09	Semestrielle	167°01.529	22°22.070	8.0	17.0	20.5
Réserve	Ilot Kié Réserve Merlet	ST10	Semestrielle	167°03.862	22°22.324	9.5	16.5	20.5
Canal de la Havannah	Récif Touémo	ST11	Semestrielle	167°01.875	22°20.046	6.0	10.5	20.0
Canal de la Havannah	Ugo	ST12	Semestrielle	166°55.625	22°26.438	6.0	13.5	-

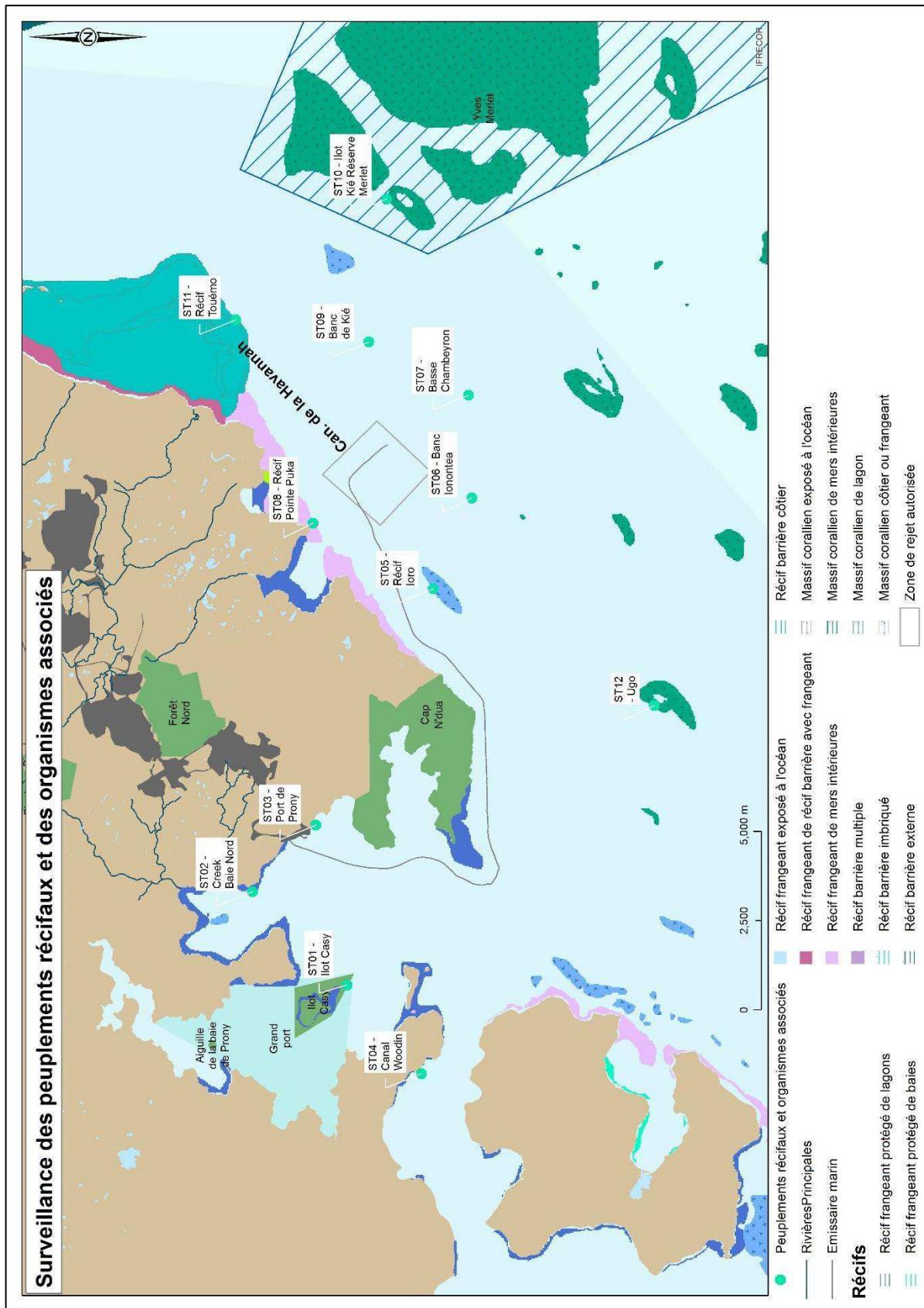
Les stations ST05 à ST11 sont situées dans le canal de la Havannah, dont 1 en réserve Merlet (ST10). Cette dernière station est non réglementaire et nécessite une demande d'autorisation spécifique auprès de la province Sud pour y accéder.

La station ST12 est située à l'Est de l'île Ouen et a été rajoutée au suivi depuis juin 2009 à la demande de la population de l'île Ouen.

Les stations ST01 à ST03 sont situées dans la baie de Prony.

La station ST04 se situe dans le canal Woodin.

Figure 3 : Carte de localisation des stations de surveillance des écosystèmes marins



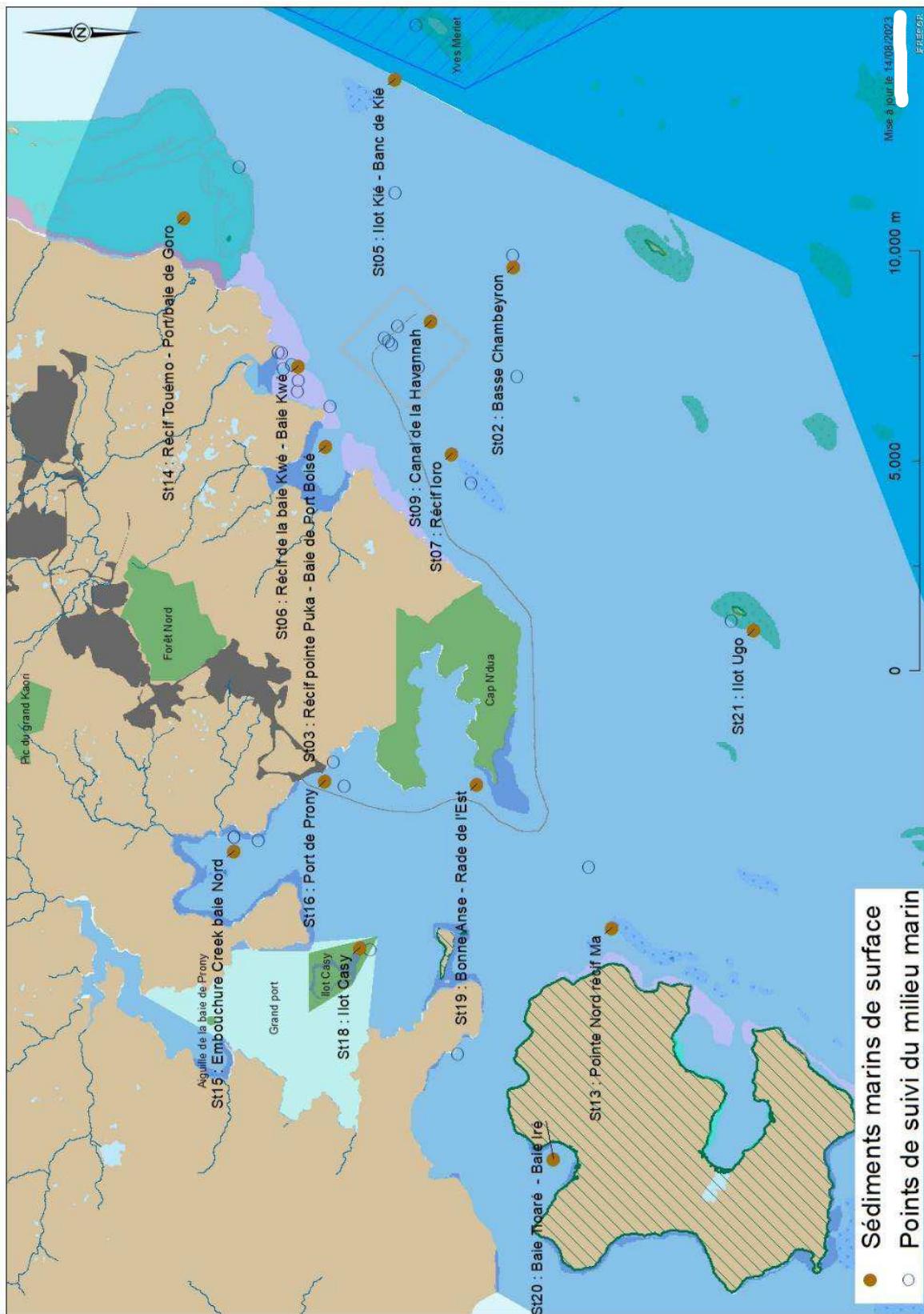
### 1.2.3 Suivi de la qualité des sédiments marins de surface

Le suivi de la qualité des sédiments marins de surface est effectué sur 14 stations (cf. Tableau 3 et Figure 4).

**Tableau 3 : Localisation géographique des points de prélèvement des sédiments de surface**

Secteur maritime	Localisation de la station	Référence Station	Fréquence	RGNC91 X	RGNC91 Y	WGS-84 Longitude E	WGS-84 Latitude S	Profondeur (m)
Canal de la Havannah	Basse Chambeyron	St02	Triennale	503844	200755	167° 00.506	22° 23.599	33
Canal de la Havannah	Récif pointe Puka Baie de Port Boisé	St03	Triennale	499588	205228	166° 58.010	22° 21.190	29
Canal de la Havannah	Ilot Kié	St05	Triennale	508315	203584	167° 03.100	22° 22.050	34
Canal de la Havannah	Récif de la Baie Kwé	St06	Triennale	501484	205881	166° 59.112	22° 20.830	20
Canal de la Havannah	Récif Ioro	St07	Triennale	499398	202221	166° 57.910	22° 22.820	41
Canal de la Havannah	Canal de la Havannah	St09	Triennale	502566	202718	166° 59.754	22° 22.540	47
Canal de la Havannah	Pointe Nord récif Ma	St13	Triennale	488124	198422	166° 51.354	22° 24.914	35
Baie de Prony	Récif Touémo Port/baie de Goro	St14	Triennale	505018	208589	167° 01.160	22° 19.350	37
Baie de Prony	Embouchure Creek baie Nord	St15	Triennale	489952	207413	166° 52.590	22° 20.037	25
Baie de Prony	Port de Prony	St16 (avant 2022)	-	491614	205238	166° 53.365	22° 21.210	44
Baie de Prony	Port de Prony	St16 (à partir de 2022)	Annuelle			166° 53.300	22° 21.455	42
Baie de Prony	Ilot Casy	St18	Triennale	487654	204415	166° 51.061	22° 21.668	26
Baie de Prony	Bonne Anse Rade de l'Est	St19	Triennale	491550	201621	166° 53.340	22° 23.170	38
Baie de Prony	Ilot Ugo	St21	Triennale	495220	195033	166° 55.501	22° 26.728	36
Canal Woodin	Baie Iré	St20	Triennale	482633	199805	166° 48.150	22° 24.180	25

Figure 4 : Carte de localisation des points de suivi de la qualité des sédiments marins de surface



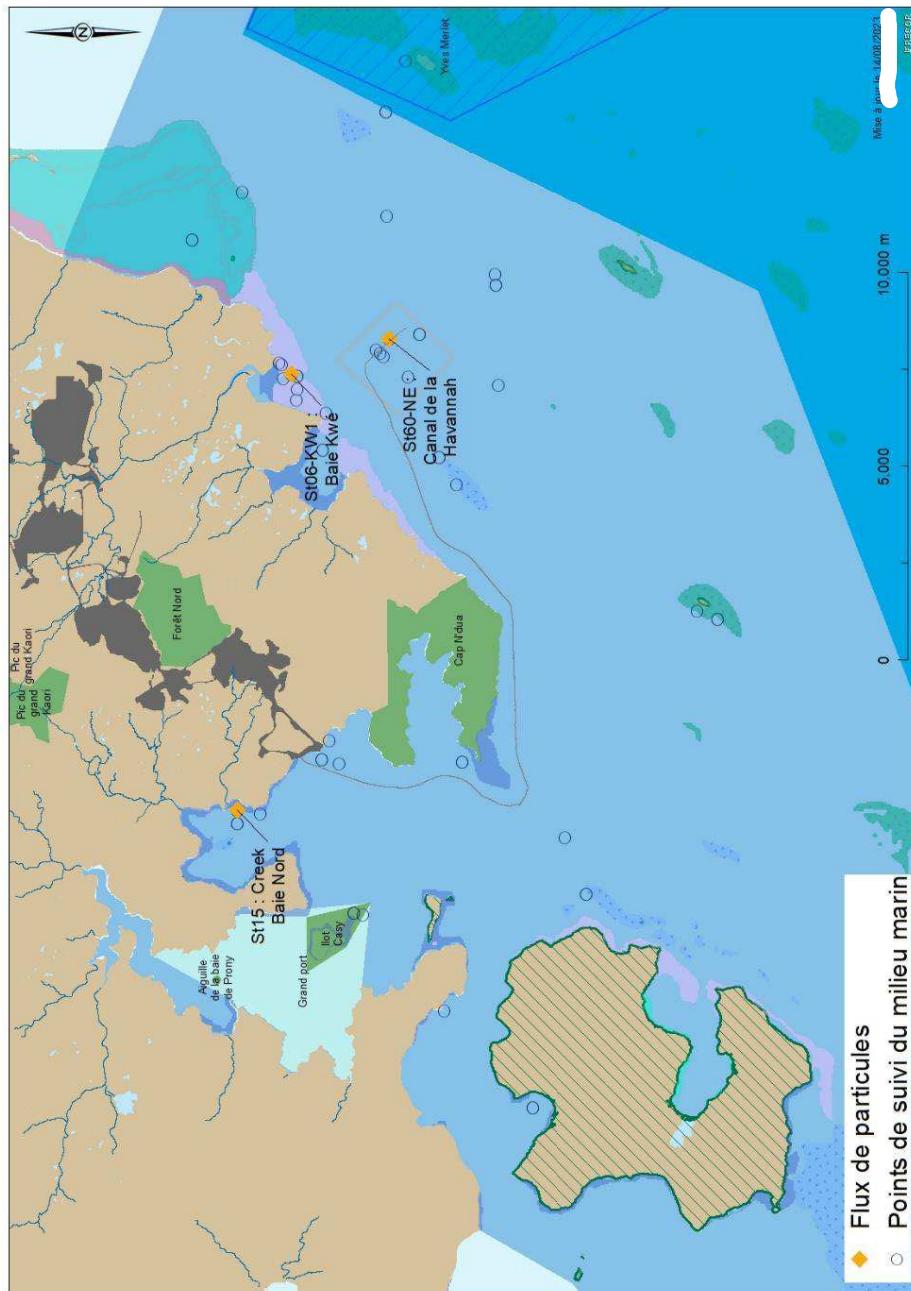
#### 1.2.4 Suivi des densités de flux verticaux de particules

Le suivi des densités de flux verticaux de particules est effectué sur un total de 3 stations dont la répartition a été révisée en 2014. Les stations et leur positionnement sont présentés au Tableau 4 et à la Figure 5.

**Tableau 4 : Localisation géographique des points de suivi des densités de flux verticaux de particules**

Localisation de la station	Référence Station	Coordonnées WGS-84 Longitude	Coordonnées WGS-84 Latitude	Profondeur (en m)	Fréquence d'autosurveillance
Creek Baie Nord	St15	166°52.590	22°20.037	25	Semestrielle
Baie Kwé	St06-KW1	166°59.140	22°20.747	28	Semestrielle
Canal de la Havannah	St60-NE	166°59.677	22°22.113	39	Semestrielle

**Figure 5 : Carte de localisation des points de suivi des densités de flux verticaux de particules**



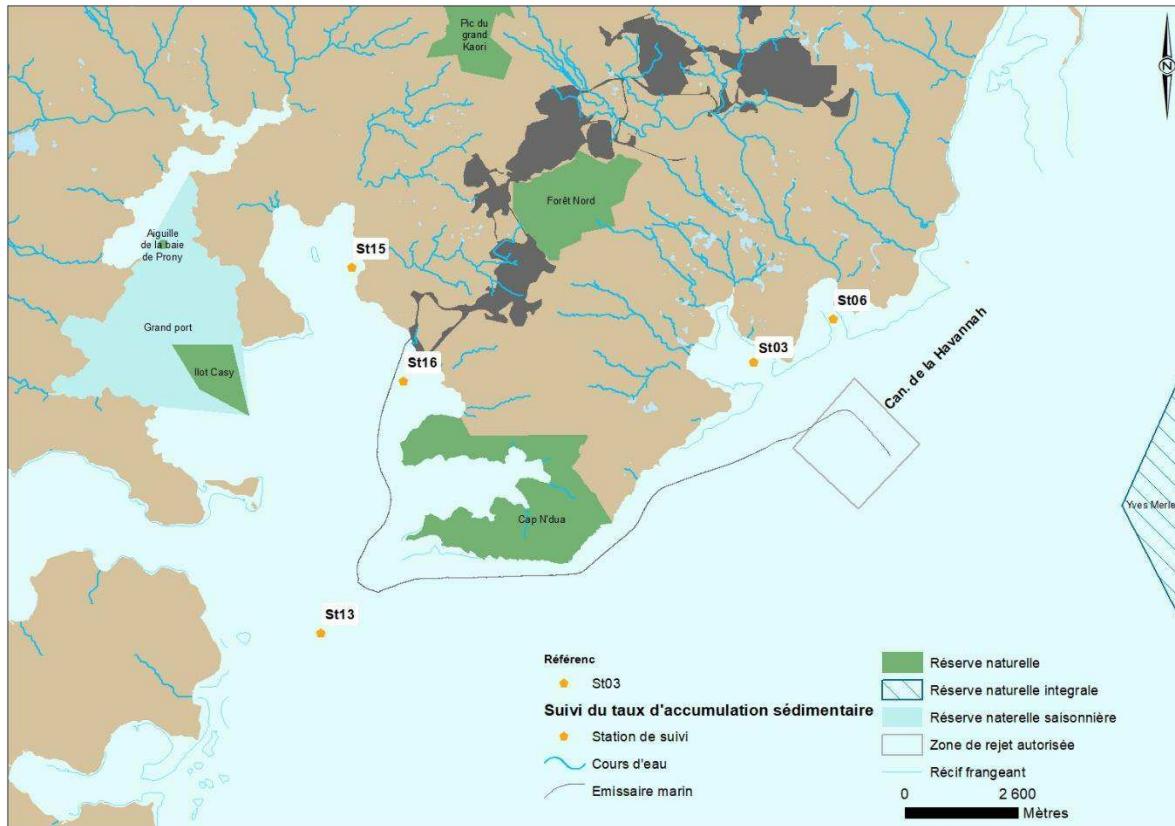
### 1.2.5 Suivi du taux d'accumulation sédimentaire

Le suivi du taux d'accumulation sédimentaire est effectué sur 4 stations présentées au Tableau 5 et à la Figure 6.

**Tableau 5 : Localisation géographique des stations de suivi du taux d'accumulation sédimentaire**

Localisation de la station	Référence Station	Coordonnées WGS-84 Longitude	Coordonnées WGS-84 Latitude	Fréquence d'autosurveillance
Baie Kwé	St06	166°59.077	22°20.643	Triennale
Ile Ouen	St13	166°52.204	22°24.611	Triennale
Baie de Port Boisé	St03	166° 58.010	22° 21.190	Triennale
Baie de Prony	St15	166°52.590	22°20.037	Triennale
	St16	166°53.300	22°21.455	Annuelle

**Figure 6 : Carte de localisation du taux d'accumulation sédimentaire**



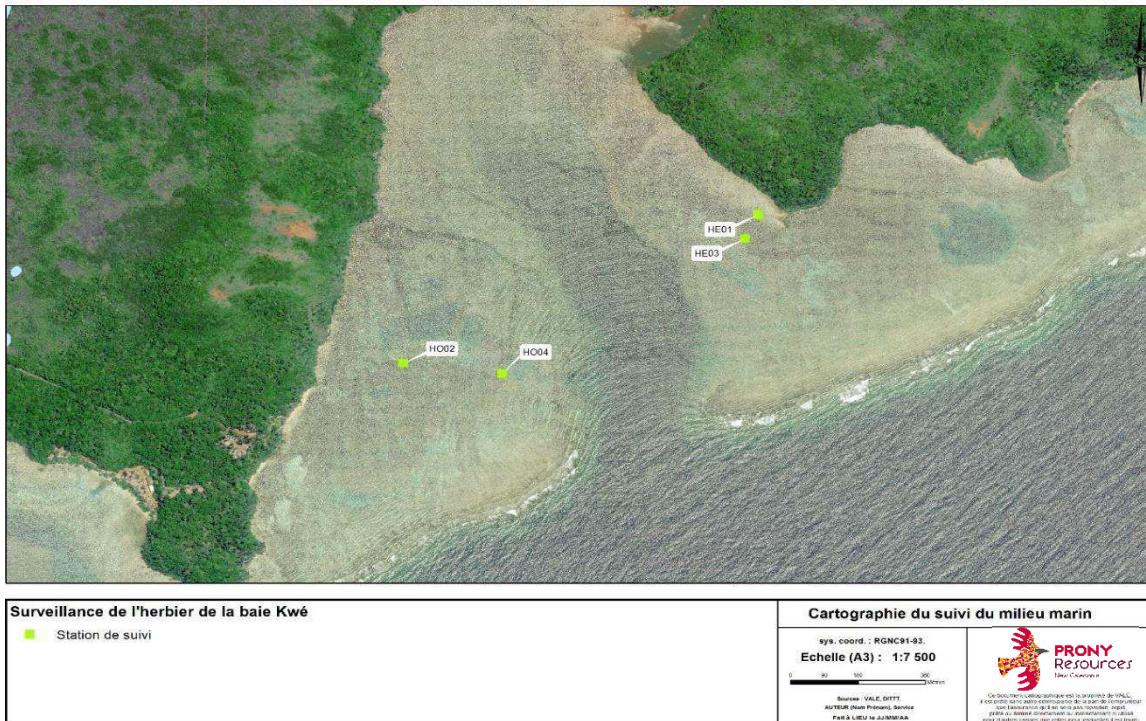
### 1.2.6 Surveillance de l'herbier de la baie Kwé

Le suivi de l'herbier présent en baie Kwé est effectué sur des quadras positionnés à l'Est et à l'Ouest du chenal central de cette baie (cf. Figure 7 et Tableau 6).

Tableau 6 : Position des quadras de suivi de l'herbier (référentiel RGNC 91-93 Lambert)

Station	Latitude	Longitude	Distance à la côte	Type d'autosurveillance
Station 01 = HE01 (Est)	501 835	206 345	62 m	Volontaire
Station 02 = HO02 (Ouest)	500 885	205 902	220 m	Volontaire
Station 03 = HE03 (Est)	501 800	206 274	145 m	Volontaire
Station 04 = HO04 (Ouest)	501 150	205 871	480 m	Volontaire

Figure 7 : Carte de localisation des quadras de suivi de l'herbier



### 1.2.7 Suivi des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur

Le suivi en champ proche du diffuseur des éléments Manganèse et Nickel est réalisé au niveau de 3 stations. La station St NE60B est positionnée au nord-est du diffuseur à une distance de 60m, les échantillonnages sont réalisés à 2 profondeurs (à 3 et 6 mètres de fond). La station ST SW60B est positionnée au nord-est du diffuseur à une distance de 60m, les échantillonnages sont réalisés à 2 profondeurs (à 3 et 6 mètres de fond). La station St SW1000 est positionnée à 1000m du diffuseur, les échantillonnages y sont réalisés à 3m de fond, c'est une station de référence. La localisation des stations est présentée au Tableau 7 et en Figure 8.

Tableau 7 : Positionnement des stations de suivi des concentrations en Mn et Ni

Station	Coordonnées WGS-84 Longitude	Coordonnées WGS-84 Latitude	Fréquence d'autosurveillance
St NE60B	166°59'31.2"	22°21'56.2"	Semestrielle
St SW60B	166°59'28.4"	22°21'59.3"	Semestrielle
St SW1000B	166°59'06.7"	22°22'22.7"	Semestrielle

**Figure 8 : Positionnement des stations pour la surveillance des concentrations en Mn et Ni dans le canal de la Havannah**



Les stations de surveillance du Mn et Ni sont positionnées en amont du bouchon observé dans l'émissaire. Ainsi les flux de rejet de l'émissaire font l'objet d'une surveillance.

### 1.2.1 Relevé bathymétrique au Port de Prony

D'après l'arrêté n°891-2007/PS du 13 juillet 2007, une surveillance régulière de la bathymétrie doit être réalisée au droit du quais afin de contrôler le taux d'envasement.

Une évaluation de la bathymétrie est réalisée une fois par an au droit du quai vraquier.

Une inspection est réalisée une fois par an au droit du quai cargo.

## 1.3 Protocoles de mesure

### 1.3.1 Méthode de mesures de la qualité physico-chimique de l'eau de mer

#### 1.3.1.1 Structures des masses d'eau

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

Les paramètres de la sonde sont les suivants :

- Pression, qui permet de calculer la profondeur ;
- Salinité, déduite de la mesure de conductivité ;
- Température ;
- Turbidité par mesure de la néphéломétrie ;
- Fluorescence qui permet d'estimer la concentration en pigments chlorophylliens (capteurs Wet labs).

#### 1.3.1.2 Analyse des éléments majeurs, pH, Hydrocarbures et MES

Un sous-échantillonnage à partir de prélèvements en bouteilles Niskin est effectué pour :

- Le dosage des ions calcium, sodium, potassium, magnésium, qui sont déterminés par analyse directe à l'ICP-OES (Spectrométrie d'Emission Optique couplée à une torche plasma, marque Varian, modèle 730 ES) ;
- Le dosage des ions chlorures réalisé par spectrophotométrie en présence de réactifs de chlorure de baryum et d'acide citrique (Modèle HACH DR1900) ;
- La mesure de pH (pHmètre WTW) ;
- La détermination de la concentration en MES obtenue après filtration d'un volume connu d'échantillon puis pesée du filtre (Nucleopore de 0,45µm de porosité).

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

L'analyse des hydrocarbures est réalisée uniquement sur la station St16. Celle-ci est effectué au laboratoire d'analyse Micropolluant en France. L'analyse est effectuée d'après la norme NF T90-203 ou DINEN ISO 9377-2. La définition de l'indice en hydrocarbures dissous revient au dosage des hydrocarbures des chaînes carbonées comprises entre C10 et C40 par chromatographie gazeuse. Cette méthode permet de doser 0,1mg/l d'hydrocarbures.

#### 1.3.1.3 Analyse des sels nutritifs

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

- Verre borosilicaté avec addition de réactif pour le dosage quotidien (dans les 6h qui suivent le prélèvement) de l'ammonium ;
- PEHD et stockés en vue de leur traitement ultérieur au laboratoire du prestataire. Les échantillons destinés aux dosages de nitrates + nitrites et de phosphates sont traités au chlorure de mercure dès retour à la terre et conservés à la température ambiante jusqu'à l'analyse. Les échantillons destinés aux dosages de l'azote organique dissous et du phosphore organique dissous sont congelés à -20°C ;
- PEHD ambrés et filtrés sur des filtres Whatman GF/F le jour même du prélèvement. La conservation de ces filtres a été assurée par congélation à -20°C jusqu'à dosage ultérieur au laboratoire du prestataire. Ces dosages concernent l'azote organique particulaire et le phosphore organique particulaire.

La méthodologie de mesure pour les nitrates + nitrites, ammonium, phosphates, silicates est précisée dans les rapports de suivi du prestataire.

#### 1.3.1.4 Analyse de matière organique

##### Azote et phosphore organiques dissous

Le dosage de la matière organique dissous ne peut s'effectuer directement. Celle-ci est d'abord dégradée (minéralisée) par oxydation et les composés inorganiques produits sont alors dosés selon les méthodes précédemment décrites pour les  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  et les  $\text{PO}_4$ . Ceci par la méthode d'oxydation par voie humide utilisée, simple et rapide à mettre en œuvre. Les mesures sont effectuées avec un auto-analyseur en flux continu Bran & Luegbbe, modèle Autoanalyseur III.

Les valeurs brutes obtenues correspondent à la concentration de matière organique totale. Les valeurs de la matière organique dissoute sont alors calculées par la différence entre les valeurs de matière organique totale et celles de forme minérale et particulaire.

Pour l'azote organique dissous, le domaine de concentrations mesurées est <40%mol/L et la limite de quantification est de 0,130%mol/L. Pour le phosphore organique dissous, le domaine de concentrations mesurées est <7µmol/L et la limite de quantification est de 0,050µmol/L.

##### Azote et phosphore organiques particulaires

Le dosage de la matière organique particulaire ne peut s'effectuer directement. Celle-ci est d'abord dégradée (minéralisée) par oxydation et les composés inorganiques qui sont produits peuvent alors être dosés selon les méthodes précédemment décrites pour les  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  et les  $\text{PO}_4$ . La méthode d'oxydation par voie humide

utilisée est simple et rapide à mettre en œuvre. Les mesures sont effectuées avec un auto-analyseur en flux continu Bran & Luegbbe, modèle Autoanalyseur III.

Les valeurs de la matière organique particulaire sont alors calculées de la façon suivante :

Concentrations en azote organique particulaire =  $(\text{NO}_3 + \text{NO}_2) \times V_1/V_2$

Concentrations en phosphate organique particulaire = Phosphate  $\times V_1/V_2$

$V_1$  étant le volume d'eau milli-Q utilisé lors de l'oxydation au persulfate (mL) ;  $V_2$  le volume d'eau de mer filtré (mL).

Cette méthode permet de couvrir une gamme d'analyse comprise entre 1 et 40 $\mu\text{mol/L}$  avec des limites de quantification de 0,130 $\mu\text{mol/L}$  pour l'azote organique particulaire et entre 0,75 et 7 $\mu\text{mol/L}$  avec des limites de quantification de 0,050 $\mu\text{mol/L}$  pour le phosphate organique particulaire.

#### Carbone organique particulaire

L'analyse des filtres a été conduite sur un analyseur CHN (Carbone, Hydrogène, Azote) 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. L'analyse de carbone organique particulaire est effectuée par le laboratoire des moyens analytiques de Dakar.

#### 1.3.1.5 Analyse des pigments chlorophylliens

La concentration de pigments chlorophylliens est déterminée sur des échantillons d'eau collectés à bord du bateau puis filtrés au laboratoire sur des filtres Whatman GF/F. Leur conservation est effectuée par congélation à -20°C jusqu'à l'analyse.

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. Sur chaque extrait, la mesure de fluorescence est effectuée deux fois, avant et après acidification.

L'écart de fluorescence observé entre ces deux lectures est en relation avec le pourcentage relatif de chlorophylle a par rapport à la somme chlorophylle a + Phéophytine a. Etant données les interférences dues aux chlorophylles b et c, la précision des mesures dépend de la nature même des communautés de producteurs primaires. La limite de quantification pour le matériel utilisé (Turner design 700) est de 0,01 $\mu\text{g/L}$ .

#### 1.3.1.6 Analyse des métaux dissous dans la colonne d'eau

##### Conditionnement des échantillons :

Pour chacune des stations d'une campagne de suivi, les 3 profondeurs (surface, mi-profondeur et fond) sont prélevées en 3 lots destinés à différents types d'analyse :

- Les échantillons du premier lot sont filtrés en ligne à 0,45 $\mu\text{m}$  (pré-lavés) le jour même des prélèvements. Ces échantillons sont destinés aux analyses des éléments dissous CrVI/Cr-total effectuées par électrochimie (Voltampérométrie) au laboratoire AEL.
- Les échantillons du deuxième lot sont filtrés en ligne à 0,45 $\mu\text{m}$  (filtres Millipore, qualité HA, pré-lavés) le jour même des prélèvements. Ces échantillons sont envoyés, après acidification, au laboratoire de Rouen pour l'analyse de l'As dissous par spectrométrie de masse par torche plasma (ICP-MS) (NF EN ISO 17294-2).
- Les échantillons du troisième lot sont directement filtrés à 0,45 $\mu\text{m}$  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 pré-concentrations terminées, chaque colonne de résine est bouchée à chaque extrémité avec des bouchons (Luer) puis stockée dans un portoir fermé hermétiquement. De retour au laboratoire, les métaux sont élusés de la résine par lavage des colonnes à l'acide nitrique (2mol/L).

L'analyse des éléments dissous Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, et Zn est ensuite effectuée par spectrométrie d'émission optique par torche à plasma (ICP-OES ; Marque Varian, modèle Vista).

Les limites de quantification des métaux dissous pour cette méthode sont présentées au Tableau 8.

**Tableau 8 : Limites de quantification des métaux dissous dans la colonne d'eau de mer**

Métaux	Abréviation	Limite de quantification (en µg/L)
Arsenic	As	<1
Cadmium	Cd	<0.025
Cobalt	Co	<0.027
Chrome VI	CrVI	<0.05
Chrome total	Crtot	<0.05
Cuivre	Cu	<0.027
Fer	Fe	<0.06
Manganèse	Mn	<0.028
Nickel	Ni	<0.022
Plomb	Pb	<0.15
Zinc	Zn	<1

Traitements statistiques :

L'usage des LQ permet de s'assurer du niveau de sensibilité des analyses mais a pour conséquence d'éliminer des données lors des traitements statistiques lorsque les métaux sont en très faibles concentrations. Avec des jeux de données peu denses, les concentrations moyennes sont alors artificiellement majorées. Afin de se rapprocher de la réalité, les limites instrumentales de détection (LD), plus basses que les LQ, sont incluses dans le traitement statistique. Dans cette étude, la relation qui peut être admise entre ces deux grandeurs correspondant à un facteur de 3, les valeurs prises en compte ont été diminuées d'autant. Les valeurs inférieures à cette LD sont considérées comme nulles.

### 1.3.2 Méthode de mesures des sédiments marins de surface

#### 1.3.2.1 Granulométrie

L'étude de la distribution des populations de particules fines (silts et argiles) est réalisée sur 4 échantillons de fraction fine (<41µm) par granulométrie laser (Malvern master Sizer 2000). La granulométrie laser est réalisée à l'Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC).

#### 1.3.2.2 Minéralogie

Les déterminations minéralogiques sont effectuées par diffraction de rayons X (DRX) sur 4 échantillons de fraction fine (<41µm). Cette analyse a été confiée à l'ALS Metallurgy basé en Australie.

#### 1.3.2.3 Dosage de la concentration totale des métaux

La concentration totale des éléments, contenue dans les différents horizons de la carotte sédimentaire, est déterminée par l'addition des concentrations analysées lors des extractions séquentielles sélectives menées sur la fraction pélitique des sédiments.

#### 1.3.2.4 Dosage des métaux dans les phases géochimiques

Les étapes d'extractions séquentielles sont conduites avec un protocole modifié de type Tessier et al., 1979<sup>1</sup> comprenant 4 phases géochimiques. Cette méthode d'extraction est adaptée aux milieux carbonatés.

Pour chaque échantillon, 2g de pélites ont été nécessaires pour extraire les métaux des 4 phases géochimiques qui sont :

- La phase oxydable (Phase 1) : cette fraction représente les éléments liés à la matière organique et aux sulfures des sédiments. Leur extraction est conduite par un oxydant fort (H2O2) en milieu acide ;
- La phase acido-soluble (Phase 2) : c'est une fraction facilement solubilisable par l'utilisation d'un acide faible tamponné qui attaque en particulier la matrice carbonatée du sédiment. Elle contient également des éléments très faiblement liés aux autres phases géochimiques ;

<sup>1</sup> Tessier A, Campbell PGC, Bisson M, 1979. Sequential procedure for the speciation of particulate trace metals. Analytical Chemistry, 51, pp. 844-851.

- Formes réductibles (Phase 3) : elles sont associées aux oxy-hydroxydes de fer et de manganèse principalement. Leur extraction s'opère avec un agent réducteur puissant en milieu faiblement acide ;
- La phase résiduelle (phase 4) : elle représente les éléments fortement liés aux constituants de 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.

Tous les réactifs utilisés sont de marque Merck, qualité ProAnalysis. Les bêchers et ustensiles sont soit en verre, PEHD ou en téflon.

Après une mise en solution, les 8 éléments suivants sont analysés par ICP-OES : Ca, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni et Zn. Après conversion des données en concentrations relatives, les limites de quantification (LQ en mg/kg MS) des métaux sont présentées au Tableau 9.

**Tableau 9 : Limite de quantification des métaux dissous lors des 4 phases de préparation**

Elément	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
Phases 1, 2 et 3 ( mg/kg ps)	13	0.125	0.25	0.125	0.5	0.125	0.25	1.25
Phase 4 ( mg/kg ps)		5		4			41	103

#### Traitements statistiques

L'usage des LQ permet de s'assurer du niveau de sensibilité des analyses mais a pour conséquence d'éliminer des données lors des traitements statistiques lorsque les métaux sont en très faibles concentrations. Avec des jeux de données peu denses, les concentrations moyennes sont alors artificiellement majorées. Dans cette étude, afin de se rapprocher de la réalité, les valeurs en dessous de la LQ sont majorées au seuil de limites respectives pour chaque élément.

### **1.3.3 Méthode de mesures des densités de flux verticaux de particules**

#### **1.3.3.1 Immersion des pièges à sédiments séquentiels**

Les flux verticaux de particules apportés par le réseau hydrologique sont estimés par collecte de séries temporelles d'échantillons de MES. Cette opération est assurée par le déploiement de pièges à particules de type séquentiel de 0,05 m<sup>2</sup> de section efficace (Technicap, type PPS4/3) qui sont gréés sur une ligne de mouillage. La collecte séquentielle est réalisée avec un pas de temps programmé de 96 heures (4 jours), soit un total de 12 échantillons pour 48 h. Une fois réceptionnés au laboratoire, les prélèvements de MES sont séchés, conditionnés puis conservés dans des sachets à usage unique.

#### **1.3.3.2 Tamisage**

Les MES piégées sont tamisées afin de séparer la fraction fine (<41µm) de la fraction grossière (>41µm).

#### Teneur en carbonates

Celle-ci est calculée par relation stoechiométrique à partir des concentrations de Ca et Mg établies en mg/kg après attaque totale (fusion alcaline) des fractions fines (<41µm) de MES.

#### Granulométrie

L'étude de la distribution des populations de particules fines (silts et argiles) est réalisée sur 4 échantillons de fraction fine (<41µm) par granulométrie laser (Malvern master Sizer 2000). La granulométrie laser est effectuée à l'UNC.

#### Minéralogie

Les déterminations minéralogiques sont effectuées par diffraction de rayons X (DRX) sur 4 échantillons de fraction fine (<41µm). Cette analyse a été confiée à l'ALS Metallurgy en Australie.

#### Dosage élémentaire

Celui-ci est réalisé par la méthode dite « minéralisation eau régale ». Les échantillons de fraction fine sont attaqués avec de l'acide à haute température en conditions hyperbariques. Le Ca, Mg, S et 5 métaux (Co, Cr, Fe,

Mn, Ni) sont analysés par ICP-OES. Des échantillons de référence (MESS-3 et PACS-2) ont été attaqués selon le même protocole pour la validation des résultats de mesures.

#### Dosage des HCT

L'analyse des hydrocarbures totaux est effectuée sur le sédiment brut par la norme NF EN ISO 9377-2. Ce dosage n'a pas pu être conduit en raison du manque de masse récoltée dans les godets des pièges séquentiels à particules.

#### Evaluation des flux de MES

Une fois les MES caractérisés, les influences terrigènes et marines (ratio de Ca/Fe) ainsi que les flux sont estimés ( $\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ) et confrontés aux différents régimes météorologiques.

#### **1.3.4 Méthode de mesures des taux d'accumulation des sédiments**

##### Extraction des carottes

Les prélèvements des carottes sont effectués avec un carottier conçu pour les faibles profondeurs afin que la mise en œuvre puisse s'effectuer à partir d'une embarcation à faible tirant d'eau. Le carottier est composé de tubes amovibles de 0,60m ou 1,20m de longueur pour un diamètre externe de 8cm. Des tubes en plexiglass sont utilisés afin de conserver l'intégrité géochimique des sédiments. Par ailleurs, ce type de carottier présente l'avantage d'assurer une très bonne conservation de l'interface eau-sédiments.

Après extraction, chaque carotte est maintenue verticalement jusqu'à son découpage intégral en différents horizons d'une épaisseur égale à 1 cm. Une prise d'essai d'un volume de 10mL de sédiment a été effectuée à l'aide d'une seringue dans chaque horizon pour les déterminations des densités et de la porosité des sédiments nécessaires au calcul des taux d'accumulation.

Les horizons de carotte échantillonnes ont été conditionnés dans des sachets en vinyle à usage unique (Whirl-pack), congelés puis lyophilisés.

Les opérations réalisées sur les différents horizons dans les colonnes sédimentaires St16, St15, St13 et St06 sont les suivantes :

- Détermination de la concentration totale des métaux après attaque des sédiments par fusion alcaline et analyse par spectrométrie d'émission (ICP-OES) ;
- Détermination des taux d'accumulation par la méthode dite du « 210Pb en excès ». Dans cet objectif, la radioactivité des radionucléides naturels 210Pb et 226Ra a été déterminée par spectrométrie gamma basse énergie dans chaque horizon de sédiment brut.

Sur seulement 4 horizons sélectionnés après un examen visuel de la carotte, une analyse des populations de grains par granulométrie laser et une détermination de la composition minéralogique par diffraction de rayons X (DRX) sont conduites.

Tous les échantillons de sédiments destinés au dosage des métaux ont été tamisés par voie humide afin de récupérer les fractions pélitiques (particules de diamètre  $<40\mu\text{m}$ ) ; la fraction pélitique étant considérée de longue date comme la fraction la plus réactive en matière d'échanges géochimiques avec les métaux.

##### Dosage des carbonates

Les teneurs en carbonate sont déterminées par la méthode dite du « calcimètre de Bernard ». Cette méthode consiste en une attaque du sédiment par une solution d'acide chlorhydrique qui génère la formation de CO<sub>2</sub>. Le volume de gaz est titré et la concentration en carbonate de calcium est déterminée par relation stoechiométrique.

##### Granulométrie

L'étude de la distribution des populations de particules fines (silts et argiles) est conduite sur la fraction  $<2000\mu\text{m}$ . La distribution de ces populations est réalisée par granulométrie laser, après remise en suspension des sédiments, ajout d'agent dispersant (Pyrophosphates de Na/K) et agitation aux ultrasons.

### Minéralogie (DRX)

La minéralogie sera déterminée par diffraction de rayons X (DRX) avec un appareillage INEL équipé d'une anticathode Cu. Une fois les différents minéraux identifiés (carbonates, sulfures, oxydes...), leurs proportions relatives sont évaluées en utilisant une procédure de type affinement Rietveld.

Les diffractions semi-quantitatives sont effectuées par AEL à l'UNC.

### Dosage de la concentration totale en métaux

L'analyse de la concentration totale des métaux, contenus dans les horizons des différentes carottes, a été conduite par attaque totale des sédiments par fusion alcaline. Après mise en solution, les métaux Co, Cr, Fe, Mn, Ni et Ca ont été dosés par ICP-OES.

### 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-scope, le  $^{210}\text{Pb}$ , 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, le  $^{210}\text{Pb}$  est d'abord entraîné par les pluies, puis transporté par les rivières jusqu'à la mer, où il va sédimer avec les particules.
- Le  $^{210}\text{Pb}$  « supporté » qui apparaît au sein même de la roche (ou du sédiment) et qui ne subit donc pas le cycle atmosphérique. Son apport en 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.

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. 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 du sédiment est obtenu selon les équations issues des modèles CIC et CRS.

La radioactivité du  $^{210}\text{Pb}$  est 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 beryllium de 80% de rendement.

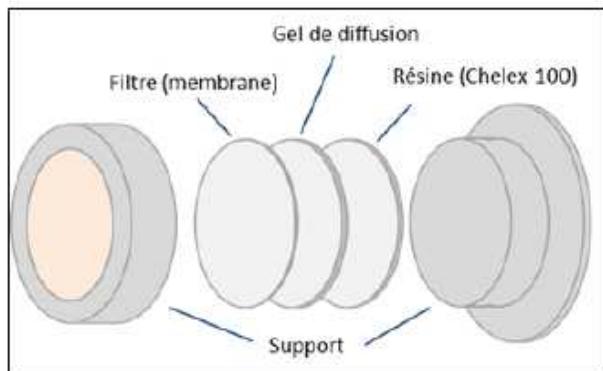
### **1.3.5 Méthode de mesures des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur**

#### Les échantilleurs passifs ou DGT (Figure 9) :

Un échantilleur passif correspond à un dispositif de type DGT (Diffusive Gel in Thin layer) de 4 cm de diamètre environ. Le DGT est composé, d'une part, d'un support en plastique inerte en 2 parties (couronne de maintien et piston) et, d'autre part, de l'empilement d'une membrane filtrante, d'un gel de diffusion et d'une résine absorbante spécifique de type Chelex-100 permettant de piéger les métaux pour lesquels il existe un agent de liaison sélectif (éléments divalents).

Le DGT permet ainsi de mesurer les espèces dissoutes labiles des métaux (assimilables à celles disponibles pour le biote), que celles-ci soient de nature inorganique ou issues de complexes organiques, dans un large éventail de concentrations. Lorsque cette technique est associée à l'analyse par ICPE-MS en particulier, les limites de quantification figurent alors parmi les plus basses atteignables.

**Figure 9 : Composants d'un DGT**



Le passeur d'échantillonneurs passifs, le THOË (Figure 10) :

L'exposition des DGT au milieu à surveiller est assurée par un passeur automatisé appelé THOË. Cet appareil novateur, développé par AEL, permet d'effectuer *in situ* une série d'échantillonnages étagés dans le temps en fonction d'une programmation prédéfinie. Cet échantillonnage séquentiel du milieu naturel est réalisé par l'intermédiaire d'un plateau rotatif, pouvant accueillir 12 DGT, équipé d'une fenêtre d'exposition.

**Figure 10 : Photographie d'un THOË**



Les THOËs sont grésés sur une ligne instrumentée permettant leur mouillage à 3m et/ou 6m au-dessus du fond selon la station.

A la fin de chaque campagne, les THOËs sont démontés et l'ensemble des DGT de chaque appareil est récupéré. Cette opération est réalisée en conditions ultra-propres au laboratoire. Les DGT sont identifiés et observés visuellement afin de constater la présence ou l'absence de biofilm à leur surface. Les résines sont ensuite extraites de leurs supports en plastique respectifs et élues dans une solution d'acide nitrique. Enfin, les élusas sont analysés par ICP-MS pour le dosage des concentrations en Mn et Ni.

### 1.3.6 Méthode de suivi des peuplements récifaux et organismes associés

Les paramètres biologiques indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés sont suivis selon les prescriptions établies par la Direction de l'Environnement de la province Sud à la suite de l'atelier dédié aux suivis marins de mars 2006, et validés dans la Convention pour la Conservation de la Biodiversité établie en 2008.

#### 1.3.6.1 Organisation de l'échantillonnage sur les stations

##### Vérification des stations

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

- Localisation des stations sur le terrain (coordonnées GPS) et vérification sous l'eau ;

- Echantillonnage. La récolte des données porte sur l'habitat (le substrat), le benthos et les poissons ainsi qu'en la réalisation de vidéos et de photos.

#### Positionnement

Les coordonnées des stations sont préalablement rentrées dans le GPS (appareil Garmin GPSmap 60CSx), dont la précision est métrique.

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

Une reconnaissance en PMT (palmes / masque / tuba, de la surface) est alors effectuée afin de repérer les piquets marquants des transects de la station.

Les plongeurs emmènent à cette occasion une bouée qu'ils attachent 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 est répétée pour chacun.

#### Matérialisation

La méthode de suivi temporel statistique retenue 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.

Elles sont, depuis, entretenues à chaque mission (remplacement des piquets quand nécessaire).

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

- ✓ Longueur : 2 m,
- ✓ 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.

#### Les transects de suivi (Figure 11) :

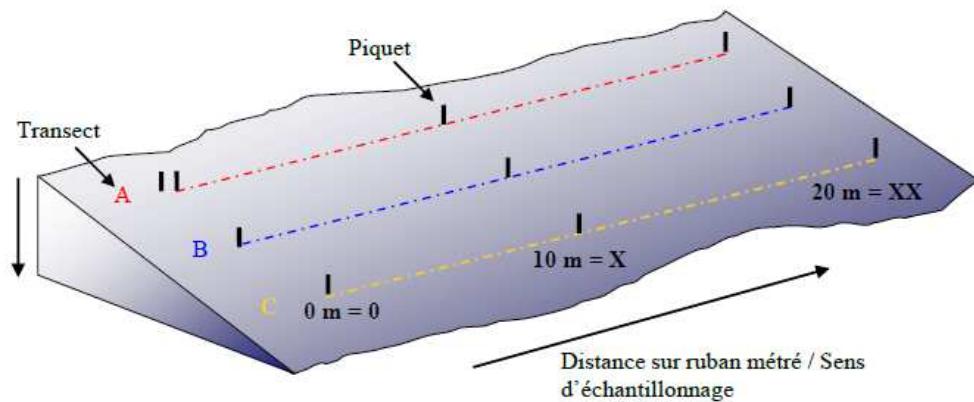
Pour permettre le suivi des peuplements récifaux et des organismes associés, le suivi est effectué selon des transects (lignes) de 20m de long.

A chaque station, 3 transects de 20m 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 20m de profondeur, et à l'exclusion des zones de vase et dans ce cas, le transfert est effectué avant la zone de vase) (noté C).

Pour matérialiser les transects, 3 piquets permanents sont positionnés sur chacun : au départ (soit 0m), à 10m, et à la fin (soit 20m). Par ailleurs, un 2<sup>ème</sup> piquet est posé au point 0m du 1<sup>er</sup> transect (le plus haut).

Figure 11 : Schématisation des transects de suivi



#### Organisation temporelle

L'échantillonage du substrat étant basé sur la méthode en continu sur une ligne fixe, il est primordial pour la fiabilité du suivi de retrouver les transects placés précédemment et de les entretenir. Cependant, cette maintenance peut influer sur la biocénose : les mouvements des plongeurs et le bruit occasionné par les coups sur les piquets peuvent perturber la faune pélagique (attraction ou au contraire fuite). Par ailleurs, selon le substrat, cet effort peut rendre la visibilité très mauvaise du fait de la mise en suspension de sédiments fins du fond.

#### 1.3.6.2 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 S. and al., 1997. Survey manual for tropical marine resources (2nd Edition). Australian Institute of Marine Science., est largement utilisée par les experts locaux pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.

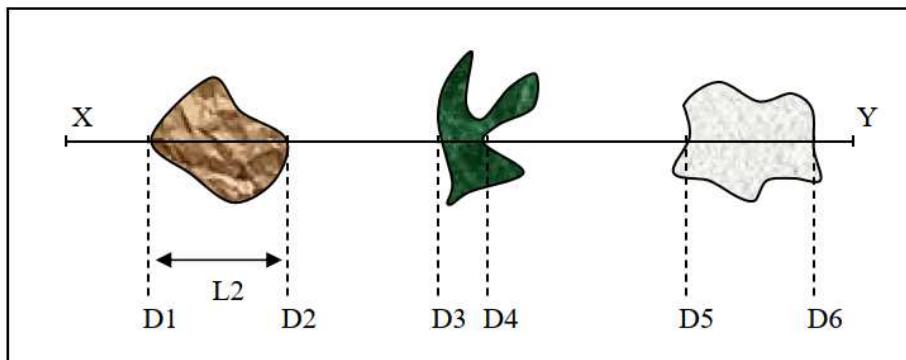
Cette méthode est dite à points fixes car seules les espèces et le substrat sous le transect sont notés.

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

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

Le principe est de noter à chaque changement de catégorie de substrat (= classe) la distance donnée par le ruban. La Figure 12 présente 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 12 : Principe de transition des substrats et représentation de l'évaluation de la longueur**



### 1.3.6.3 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.

Pour cela, c'est la méthode d'observation sur couloirs qui a été appliquée.

Le couloir fait une largeur de 5 m (2.5 m de part et d'autre de chaque transect de 20 m de longueur).

Cette méthode donne une bonne représentation des communautés benthiques (inventaires faune et flore) 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).

#### Inventaire détaillé et détermination au niveau taxonomique

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 (abondance), à déterminer au niveau de l'espèce,
- Les crinoïdes (présence / absence),
- Les cliones (abondance),
- Les bénitiers et les trocas (abondance).

Par ailleurs, la densité en organismes dans une zone d'étude étendue est difficile à évaluer précisément et peut conduire à de nombreuses erreurs. Aussi, afin de simplifier les opérations sous-marines et d'éviter les erreurs d'abondance, une échelle de recouvrement de 1 à 5 a été mise en place au sein des groupes faunistiques suivant (détermination au niveau taxonomique le plus bas possible : générique et si possible spécifique) :

- Scléractiniaires, Millépores, Antipathaires, Gorgones, Stolonifères (coraux durs),
- Alcyonaires (coraux mous),
- Algues (macrophytes),
- Spongiaires,
- Ascidies,
- Mollusques (bivalves, gastéropodes, nudibranches),
- Echinodermes (étoiles de mer, oursins, holothuries, crinoïdes).

Cette échelle d'abondance a été modifiée par rapport à l'échelle d'abondance de English S. and al., 1997. Survey manual for tropical marine resources (2nd Edition). Australian Institute of Marine Science. 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 10).

**Tableau 10 : Echelle d'abondance de qualification du recouvrement**

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (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, soit le pourcentage de recouvrement (Tableau 11).

**Tableau 11 : Echelle d'abondance spécifique aux coraux scléractiniaires**

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (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> )

#### Evaluation du blanchissement

Si les espèces recensées sont influencées par le blanchissement, elles sont alors mises en valeur dans les tableaux d'inventaire taxonomique par un surlignage de couleur rouge et une échelle de degré de blanchissement, numérotée de B1 à B5, est annotée à côté de l'abondance (Tableau 12).

**Tableau 12 : Echelle du degré de blanchissement des espèces**

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

Par ailleurs, une estimation du pourcentage de blanchissement par estimation visuelle est aussi donnée (% de recouvrement sur le couloir de 100 m<sup>2</sup>).

#### Les autres indicateurs à suivre

Les plongeurs relèvent aussi tous les autres indices (négatifs ou positifs) pouvant permettre d'affiner le diagnostic de l'état de santé du milieu, notamment :

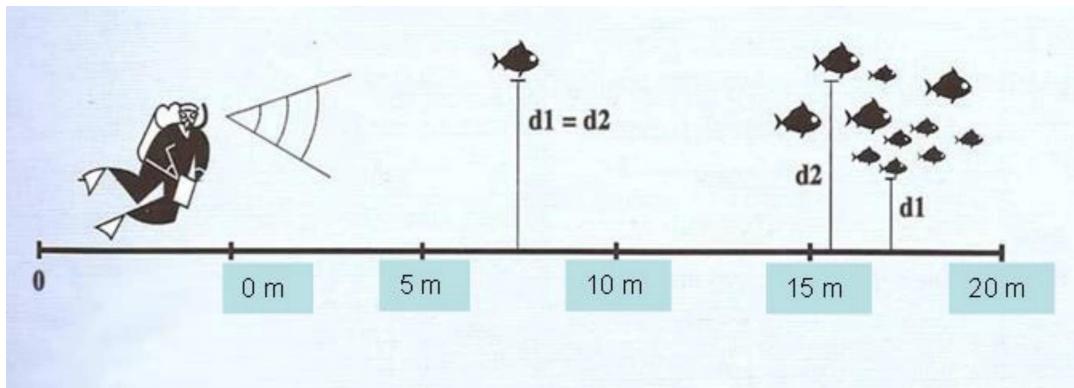
- Les cyanobactéries qui font l'objet d'un suivi de leur abondance, de leur localisation et des substrats recouverts ;
- Les espèces corallivores (prédatrice de coraux), qui sont particulièrement surveillées ;
- Les espèces exogènes et/ou envahissantes qui sont recherchées ;
- Le blanchissement des espèces coralliennes est noté et quantifié, au niveau de tous les taxons observés (B1 à B5) ;
- Le recouvrement de coraux blanchis est également estimé (pourcentage visuel de blanchissement de la surface récifale étudiée) ;
- Les maladies coralliennes (particulièrement la maladie de la bande blanche et les anomalies de croissance) sont notées au niveau de tous les taxons observés.

Les perturbations récifales : dégradations mécaniques et hyper sédimentation sont relevées.

#### 1.3.6.4 Protocole pour l'étude des poissons

Le protocole d'étude 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. Pour cela, c'est la méthode dite des Transects à Largeur Variable « TLV » qui est appliquée. Les poissons sont échantillonnés par comptage visuel sous-marin. 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 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), voir Figure 13.

Figure 13 : Schématisation de la méthode TLV



Les paramètres de chaque plongée sont notés par la personne de surface, au fur et à mesure. Ils comprennent 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.

#### 1.3.7 Méthode de suivi des herbiers de la baie Kwé

Une première mission a été effectuée en avril 2014 et a permis de réaliser :

- Le parcours de toute la baie afin de déterminer les grandes formations présentes ;
- La première description générale, avec prise de points (ou de tracés) GPS des zones remarquables, des limites... ;
- Le repérage pour situer la radiale traversant chaque herbier et positionner les stations ;
- La matérialisation des quadrats (1 à chaque station) ;
- La description des communautés benthiques et des peuplements de poissons des zones remarquables (composées d'herbiers) ;
- L'échantillonnage des quadrats.

Les stations sont positionnées le long d'une radiale traversant chaque herbier et perpendiculaire à la terre. L'intérêt des études biologiques est de pouvoir comparer les évolutions du milieu dans le temps. Cette méthode de suivi temporel statistique exige que les échantillonnages soient toujours réalisés sur les mêmes zones. Cette précision a impliqué la matérialisation physique des quadrats (généralement 1 par station) sous l'eau. Pour cela des piquets ont été plantés dans le sol en formant un carré délimitant les 4 angles des quadrats. Les quadrats retenus ont comme dimension 50 X 50 cm et possèdent des séparations, verticalement et horizontalement tous les 10 cm, qui forment en tout 25 carrés de 10 X 10 cm soit  $100 \text{ cm}^2$  ( $0.01 \text{ m}^2$ ) chacun. Afin d'obtenir des répliques, 9 carrés sont échantillonnes à chaque fois (soit une surface de  $0.09 \text{ m}^2$ ). L'échantillonnage consiste à compter tous les pieds de phanérogames présents et de les déterminer, ainsi que de noter les autres organismes inclus dans ce périmètre.

**Figure 14 : Carré servant de quadrat pour le suivi des herbiers**



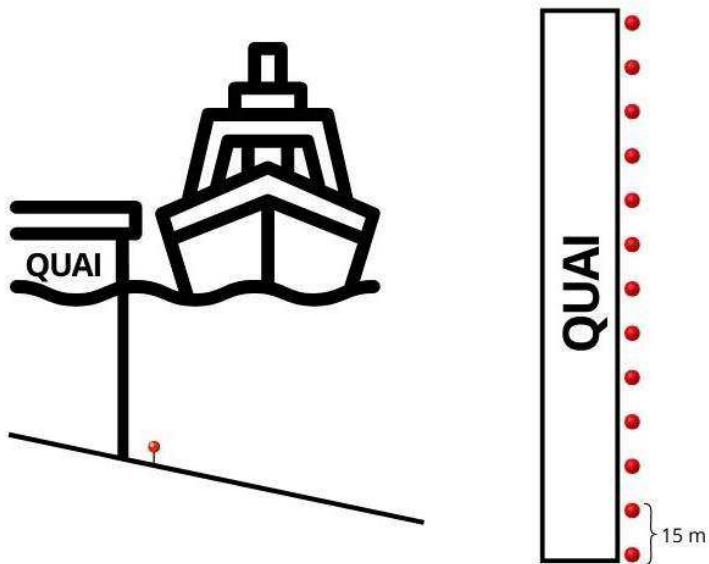
### 1.3.1 Relevé bathymétrique et inspection au Port de Prony

Le relevé bathymétrique au droit du quai vraquier est réalisé par un hydrographe pour un rendu du merlon en 3D.

A ce relevé bathymétrique, des mesures du merlon formé au droit du quai vraquier sont prises par des plongeurs. Une mesure de la profondeur tous les 3 mètres sur 15 mètres de distance entre des pieux fixes est réalisée, voir Figure 15. Ces pieux ont été installés en 2015, après un draguage de cette zone. En 2020, deux pieux ont été réhaussés pour suivre l'accroissement du merlon.

Les quais vraquier et cargo font l'objet d'une inspection visuelle. Cette surveillance est réalisée par plongée jusqu'à une distance de 15 mètres des quais. Plusieurs prises de photo sont réalisées.

Figure 15 : Schéma de positionnement des piquets au droit du quai vraquier



## 2. BILAN DES DONNEES DISPONIBLES

### 2.1 Bilan des données historiques

Le Tableau 13 dresse la liste des campagnes historiques réglementaires de suivi du milieu marin.

**Tableau 13 : Rappel des campagnes historiques de suivi du milieu marin**

<b>Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer et de la structure de la colonne d'eau</b>	Rescan, Supplemental Baseline Technical Report : Physical Oceanography (octobre 2000) Supplmental Baseline Technical Report : Marine Environment (novembre 2000)
	Caractérisation physico-chimique des eaux sur 18 stations - IRD (2005) (Convention Goro Ni/IRD n°1142)
	Etat de référence de la qualité physico-chimique des eaux du canal de la Havannah et de la baie de Prony sur 18 stations - IRD (2007) (Convention Goro Ni/IRD n°1312)
	Campagnes de suivi réalisées par Vale NC (AEL) : mars 2009, août 2009, mars 2010, août 2010, mars 2011, août 2011, mars 2012, août 2012, mars 2013, août 2013, mars 2014, août 2014, mars 2015, août 2015, mars 2016, août 2016, avril 2017, août 2017, mars 2018, août 2018, mars 2019, août 2019, février 2020, août 2020
	Campagnes de suivi réalisées par PRNC (AEL) : avril 2021, août 2021, janvier 2022, août 2022, janvier 2023, août 2023
<b>Caractérisation des sédiments</b>	Rescan (2000)
	Apports sédimentaires à l'embouchure du creek de la rade Nord en baie de Prony - IRD (2006)
	Etat de référence de la qualité physico-chimique des eaux et niveaux de concentration des métaux dans les sédiments sur 18 stations - IRD (2006) (Convention IRD/Goro Ni n°9135 AO)
	Etat de référence de la distribution superficielle des sédiments, flux sédimentaires et taux d'accumulation dans la baie de Prony et dans la baie Kwé - IRD (2007)
	Campagnes de suivi effectuées par Vale NC (AEL) : 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020
<b>Caractérisation des écosystèmes marins</b>	Campagnes de suivi effectuées par Prony Resources (AEL) : 2021, 2022, 2023
	Caractérisation des milieux marins dans la région de Prony - Pierre Thollot/Laurent Wantiez (1994)
	Evaluation environnementale du projet Goro Nickel Milieu marin - Rescan/ACREM/A2EP (août 2000)
	Caractérisation des communautés biologiques coralliniennes dans le cadre du projet Goro Nickel - ACREM/Sébastien Sarramegna (juillet 2000)
	Caractérisation du milieu marin sur 15 stations - Rescan/ACREM (avril 2004)
	Caractérisation des communautés marines biologiques autour du futur émissaire du projet Goro Nickel - Sabrina Virly/Pierre Laboute (mai 2005)
	Caractérisation des communautés marines biologiques sur 6 stations du canal de la Havannah - Pierre Laboute (juillet 2005)
	Etat de référence des peuplements récifaux et poissons associés en baie de Prony et dans le canal de la Havannah - A2EP/ACREM (août 2005)
	Expertise en baie de Prony - Pierre Laboute (août 2005)
	Etat de référence des habitats coralliens le long du tracé de l'émissaire en baie Kwé et canal de la Havannah - Melanopus (mars 2007)
<b>Caractérisation des herbiers en baie Kwé</b>	Caractérisation du milieu marin le long du tracé de l'émissaire - Soproner (mai 2007)
	Etat biologique de 5 stations sur le tracé de l'émissaire - Aqua Terra/ACREM (novembre 2007)
<b>Suivi des concentrations en manganèse et autres métaux dans le champ proche du diffuseur</b>	Suivi de l'état des communautés coralliniennes en baie de Prony et canal de la Havannah - A2EP (décembre 2007)
	Campagnes de suivis réalisées par Vale NC sur l'état des communautés coralliniennes et des populations associées en baie de Prony et dans le canal de la Havannah - Aqua Terra : octobre 2008, juin 2009, mars 2010, août 2010, mars 2011, août 2011, mars 2012, octobre 2012, mars 2013, septembre 2013, mars 2014, octobre 2014, mars 2015, octobre 2015, avril 2016, novembre 2016, avril 2017, septembre 2017, mai 2018, novembre 2018, avril 2019, octobre 2019, mai 2020, octobre 2020
	Campagnes de suivis réalisées par PRNC : mai 2021, novembre 2021, mars 2022, novembre 2022, mars 2023, novembre 2023
	Herbier de la baie Kwé : Etude des phanérogames dans quadrats - Aqua Terra (avril 2017, juin 2020)
	Suivi semestriel des rejets d'effluents via le diffuseur depuis 2017

## 2.2 Bilan des données disponibles

Pour l'année 2024, le bilan des données disponibles est présenté au Tableau 14.

**Tableau 14 : Bilan des données disponible de l'autosurveillance du milieu marin en 2024**

Autosurveillance	Périodicité	Respect de la périodicité	Données non disponibles	Remarques
<b>Qualité géochimique de la colonne d'eau</b>	Semestrielle	Non	Aucun suivi réalisé en 2024	La prochaine campagne de surveillance est programmée sur la période de février/mars 2025, les dates exactes étant conditionnées aux conditions hydro-climatiques.
<b>Suivi des densités de flux verticaux de particules</b>	Semestrielle	Non	La surveillance a débuté en décembre 2024. Les échantillonnages ont été lancés en décembre 2024 et seront achevés en février 2025.	Cette campagne de surveillance correspondra au 1 <sup>er</sup> semestre 2025.
<b>Suivi de l'effluent industriel</b>	Semestrielle	Non	La surveillance a débuté en décembre 2024. Les échantillonnages ont été lancés en décembre 2024 et seront achevés en février 2025.	La date de la campagne de 2024 permet de réaliser une surveillance au moment de la reprise de l'activité de production. Cette campagne de surveillance correspondra au 1 <sup>er</sup> semestre 2025.
<b>Suivi de la qualité des sédiments marins de surface</b>	Triennale	Non	Aucun suivi réalisé en 2024	Le cahier des charges relatif à cette autosurveillance a été révisé en intégrant les recommandations de l'expertise INERIS, notamment concernant la périodicité de surveillance. Considérant le caractère intégrateur de ce type de suivi sur matériaux sédimentaires accumulés, ainsi que sa périodicité, ce report n'aura pas de conséquence sur l'évaluation d'éventuels impacts.
<b>Taux d'accumulation sédimentaire</b>	Triennale	Oui	-	-
<b>Suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés</b>	Semestrielle	Non	Une campagne de surveillance a été réalisée en décembre 2024. Les résultats ne sont pas disponibles au moment de l'édition de ce rapport.	-
<b>Suivi des Herbiers</b>	Triennale	Non	Le suivi quantitatif et qualitatif est prévu en 2025.	La surveillance des herbiers a été révisée pour intégrer les évolutions des méthodes d'échantillonnage et d'améliorations des connaissances.

## 3. PRESENTATION DES RESULTATS DE SUIVI DU MILIEU MARIN

Concernant le suivi du milieu marin, il n'y a pas de seuils réglementaires. En effet, il ne s'agit pas d'émissions sujettes à des seuils mais d'une surveillance de la santé des écosystèmes et de la qualité du milieu récepteur (eau et sédiments) par rapport à leur état de référence et par comparaison avec des zones témoins.

La méthode de suivi BACI (Before/After & Control/Impact) est appliquée pour l'évaluation de l'état de santé de ce milieu.

### **3.1 Résultats du suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer**

#### **3.1.1 Résultats du 1<sup>er</sup> semestre 2024**

Aucun suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer n'a été réalisé au premier semestre 2024.

#### **3.1.2 Résultats du 2<sup>ème</sup> semestre 2024**

Aucun suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer n'a été réalisé au deuxième semestre 2024.

#### **3.1.3 Evolution historique**

##### **Les stations du Canal de la Havannah sont marquées par une influence océanique.**

L'évolution temporelle des concentrations en ammonium ( $\text{NH}_4$ ) pour les stations d'influence océanique (St05 et St09) présente un décalage en 2013-2014. Les concentrations suivent une augmentation progressive de 2008 à 2013 ; celles-ci étant particulièrement homogènes au sein de la colonne d'eau. De 2014 à 2022, les concentrations sont globalement plus élevées et présentent une forte variabilité au sein de la colonne d'eau. Les maximales ont été relevées lors de la campagne 2021. La succession de fluctuations ne permet pas de distinguer de stratification au sein de la colonne d'eau quelle que soit la station, ni une réelle tendance.

Les concentrations des métaux dissous Co, Cr(VI), Mn et Ni mesurées aux stations d'influence océanique (St05 et St09) varient peu entre les campagnes, elles sont représentatives du bruit de fond géochimique naturel. Aucune tendance n'a été dégagée depuis le début des campagnes en 2007.

##### **Les stations des baies sont marquées par des influences anthropiques et continentales.**

Comme dans le canal de la Havannah, les stations des baies ne présentent aucune stratification claire de la colonne d'eau. En effet, les trois valeurs les plus élevées depuis 2008 ont été mesurées aux trois niveaux de profondeur et de manière asynchrone. Parmi les trois stations, on observe en St15 une constante augmentation des concentrations en ammonium à partir de 2015 jusqu'en 2021, observation notable pour les eaux de fond. En station St06, les concentrations sont pratiquement restées dans le même ordre de grandeur depuis le début du suivi, jusqu'en 2019 où une subite augmentation des concentrations dans les eaux de mi-profondeur a été observée, puis en 2021 de manière plus prononcée (9,996  $\mu\text{mol/L}$ ). Pour les deux autres couches, l'augmentation est plus discrète et concerne uniquement les dernières années du suivi. Enfin, pour la station St03, les concentrations en mi-profondeur sont plutôt stables de 2008 à 2023, ce qui n'est pas le cas des concentrations mesurées en surface et en profondeur dont les fluctuations conduisent, respectivement à des concentrations atteignant 0,997  $\mu\text{mol/L}$  (2016) et 0,688  $\mu\text{mol/L}$  (2020).

Le cobalt est majoritairement présent en surface des stations St03 et St06, mais avec de fortes variations. En effet, les concentrations de mi-profondeur et du fond sont souvent proches, voire en-dessous de la limite de quantification tandis que les concentrations de surface sont comprises entre 0,027 (<LQ) et 0,222  $\mu\text{mol/L}$ . La valeur maximale est atteinte en 2023 dans les eaux de surface de St06. Le suivi des concentrations en cobalt à la station St15 est sensiblement différent. Les concentrations de surface restent au-dessus des deux autres niveaux de profondeurs, cependant, les valeurs de mi-profondeur et de fond sont plus élevées qu'aux stations St06 et St03. Le cobalt est un indicateur des apports terrigènes de par sa quasi-omniprésence dans les eaux de surface dans les trois stations sentinelles ; il met en évidence l'influence directe de la Grande Terre via la stratification de la colonne d'eau.

L'évolution temporelle et spatiale des concentrations en chrome VI est différente de celle des stations du canal. En effet, la très grande majorité des concentrations de surface sont largement supérieures à celles mesurées à mi-profondeur et fond ; un contre-exemple concerne la station St06 (2018) où les concentrations de mi-profondeur et de surface sont respectivement de 0,690  $\mu\text{g/L}$  et 0,257  $\mu\text{g/L}$ . Cependant, les concentrations de

mi-profondeur et profondeur restent majoritairement sous 0,200 µg/L. Les concentrations fluctuent légèrement en fonction des années ne laissant, toutefois, aucune tendance particulière se dessiner. Les profils des suivis sont globalement les mêmes d'une station à une autre.

Selon la station de référence, le comportement du manganèse n'est pas le même. En effet, à la station St03, le manganèse est prédominant en surface de 2009 à 2016 avec des concentrations comprises entre 0,2 et 0,7 µg/L. A partir de 2017 jusqu'à 2023, les concentrations aux trois niveaux sont proches et une augmentation régulière, mais modérée, des concentrations est observée. Pour la station St06, les concentrations en surface et en fond de la colonne d'eau sont très variables, tandis que celles de mi-profondeur sont légèrement plus faibles et plus constantes. Hormis pour les eaux de mi-profondeur pour lesquelles on n'observe pas d'évolution temporelle, il n'est pas évident de déterminer de tendance au cours des années pour les deux autres couches, l'amplitude des fluctuations étant trop importante : ces variations reflètent l'intensité des apports d'eaux douces par la Kwé. En termes de fluctuations et pour des raisons de proximité aussi du creek de la Baie Nord, le suivi des concentrations en manganèse en station St15 est similaire à celui de la station St06. En effet, les concentrations de surface et de fond sont globalement proches, alors que les concentrations de mi profondeur sont sensiblement plus faibles et beaucoup moins variables. La valeur la plus élevée (1,09 µmol/L) de ce suivi est mesurée en 2023 dans les eaux de surface de St06.

De manière étonnante, le nickel est largement prédominant dans les eaux de surface de la station St03 avec des valeurs comprises entre 0,15 et 2,25 µmol/L ; les concentrations à mi-profondeur et fond ne dépassent pas 0,35 µmol/L. En station St06, la distribution des concentrations en nickel est légèrement différente puisqu'en surface celles-ci restent supérieures, mais l'écart avec les autres profondeurs est plus faible. De plus, comme pour le manganèse, voire le chrome hexavalent, les concentrations au niveau du fond sont majoritairement plus élevées que celles du niveau de mi-profondeur. L'impact des apports terrigènes via cet élément est bien décrit au sein de la colonne d'eau pour cette station. Logiquement, la concentration la plus élevée est mesurée à la station St06, dans les eaux de surface, en 2022 (1,86 µmol/L). Comme pour les autres métaux dissous en station St15, les concentrations en nickel sont proches quelle que soit la profondeur, bien que la concentration la plus élevée se situe dans les eaux de surface (1,25 µmol/L) en 2022.

### **3.2 Résultats du suivi de la qualité physico-chimique de l'eau, de la structure de la colonne d'eau de mer et du suivi des sédiments de surface pour la station du Port de Prony – St16**

Aucun suivi trimestriel de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer, ni de la qualité des sédiments de surface n'ont été réalisés en 2024 au niveau de la station St16.

#### **3.2.1 Colonne eau, structure et qualité physico-chimique – St16**

Les paramètres physico-chimiques des masses d'eau sont, pour certains, directement influencés par la saison. En effet, la température est représentative des saisons chaudes et fraîches présentes en Nouvelle-Calédonie. La salinité est représentative des apports d'eau douce provenant de la Grande Terre, plus ou moins importants selon les précipitations.

Les précipitations restent un facteur déterminant sur les concentrations des métaux, notamment dans les eaux de surface de la station St16. En effet, le mois de janvier a cumulé le plus de précipitations avant et pendant la campagne de prélèvement. Par conséquent, les concentrations dans la couche de surface pour le mois de janvier sont plus élevées que les autres campagnes de 2023. Par exemple, la concentration en manganèse en surface est 5 fois plus haute que celle d'avril.

En revanche, depuis 2007, les pics les plus importants ne correspondent pas systématiquement aux données de pluviométrie les plus élevées. En effet, c'est en mars 2018 que le cumul de précipitations le plus important de l'ensemble du suivi a été enregistré, ce maximum ne correspondant pas aux concentrations de métaux dissous les plus élevées sur le suivi. Même si il existe une relation de causalité évidente, les taux de précipitations sur les concentrations en métaux ne sont pas aisément extrapolables. Cette corrélation n'étant pas directe, un traitement statistique affiné serait nécessaire.

### 3.2.2 Suivi des sédiments de surface – St16

Le suivi géochimique de la carotte sédimentaire a mis une nouvelle fois en évidence que la fraction pélitique (particule Ø < 41 µm) compose quasi-exclusivement les quatre premiers horizons sédimentaires. La distribution granulométrique permet de constater que les sédiments sont de nature silto-argileuse selon la nomenclature de Shepard de 1954 et sont majoritairement constitués de minéraux d'origine marine (Calcites) et en moindres proportions de Goethite (issue des apports terrigènes d'origine latéritique).

Pour cette campagne 2023, les concentrations totales en Co, Cr, Fe, Mn et Ni restent supérieures à celles mesurées lors de la campagne de l'Etat de Référence 2010. Bien que cela ne soit pas systématique, une augmentation générale est constatée depuis 2011 ; pour le Ca et Mn, les concentrations fluctuent autour de leurs valeurs de référence respectives. Pour le Cu et le Zn, les concentrations demeurent très faibles, voire sous les limites de quantification.

La distribution des éléments, dans les différentes phases géochimiques porteuses (exactions sélectives séquentielles) a permis de reconfirmer que les métaux latéritiques (Co, Cr, Fe et Ni) sont principalement contenus dans la phase résiduelle tandis que le Mn et le Co se distribuent entre les phases réductible et résiduelle. Une concentration significative de Mn a également été mesurée dans la phase carbonatée. Par conséquent, le Mn serait plus facilement disponible pour les organismes vivants que d'autres métaux.

En ce qui concerne les évolutions temporelles des concentrations par rapport à l'Etat de Référence de 2010, les fractions réductibles et résiduelles de ces 5 éléments latéritiques sont à la hausse, confirmant ainsi l'accroissement des apports terrigènes à St16. Toutefois, ces progressions n'influencent pas sur les concentrations en « métaux disponibles » ; elles demeurent, soit comparables (Cr et Ni), soit bien inférieures (Co, et Fe) à celles obtenues lors de l'Etat de Référence en 2010. Pour les soufres, seules les teneurs en Soufre échangeable obtenues lors de cette campagne sont supérieures à celles mesurées lors de l'Etat de Référence en 2011 ; celles de Soufre lixiviable demeurant comparables.

## 3.3 Résultats du suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés

Les campagnes de suivi sont effectuées par 3 experts en biologie marine : AQUA TERRA pour la partie substrat ou habitat, ACREM pour la partie ichtyologique et BIOCENOSE MARINE pour la partie épibenthique.

Pour le substrat, l'analyse temporelle permet de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, etc... d'une campagne à l'autre. Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique sont également présentés.

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

Enfin, l'échantillonnage des poissons permet 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.

Seul une campagne de suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés a été réalisée en décembre 2024. Les résultats ne sont pas disponibles au moment de la rédaction de ce rapport. Seuls les derniers résultats disponibles datant de mars 2023 sont présentés.

Entre novembre 2021 et mars 2023, des événements climatiques ont perturbés les peuplements (dépressions, fortes précipitations liées à la Niña, fortes houles). Au cours des missions précédentes (2021/2022), les stations avaient été perturbées par des phénomènes climatiques qui ont eu des impacts mécaniques très importants sur les récifs du canal de la Havannah et des impacts sédimentaires en Baie de Prony. Les peuplements des récifs du réseau de suivi sont exposés différemment aux forçages actuels et passés, ainsi des variations entre et au sein des stations sont observées.

### 3.3.1 Substrats

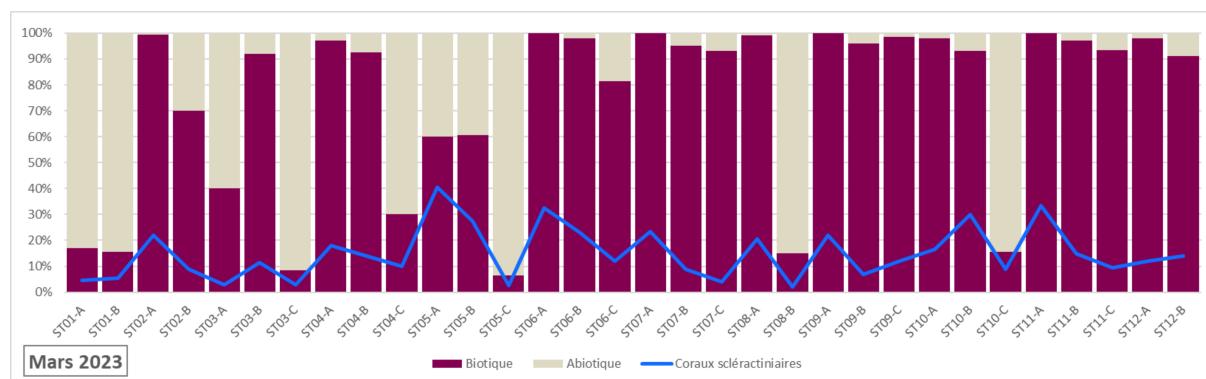
Les 12 stations ont pu être échantillonnées lors de la campagne de mars 2023, soit les 11 stations du réseau de suivi réglementaire et la station de référence ST10 située dans la réserve intégrale Yves Merlet dont le suivi a fait l'objet d'une demande d'autorisation spécifique délivrée par la province Sud. Cette dernière station est considérée comme une véritable station de référence puisqu'elle n'est soumise à aucun facteur anthropique direct.

La zone d'étude est composée de divers biotopes bien diversifiés (récifs coralliens variés et pentes sédimentaires à massifs coralliens) tant au niveau faune que flore. Le réseau de stations est sous influence potentielle de facteurs anthropiques, et de facteurs perturbateurs naturels (houle, ressac, courant, dessalure, ...) ainsi que des événements climatiques et dépressionnaire exceptionnels.

#### 3.3.1.1 Mars 2023

Les résultats du suivi des substrats sont présentés selon 3 catégories ; la partie biotique regroupant les **coraux scléractiniaires et les autres organismes** (macrophytes, invertébrés, autres coraux...) et la **partie abiotique**. Leur pourcentage de recouvrement par transects pour la campagne de suivi de mars 2023 sont présentés en Figure 16.

Figure 16 : Pourcentages de recouvrement des substrats par station et par transect, mars 2023



Les stations ayant un **substrat abiotique** sont ST01-A, ST01-B, ST03-A, ST03-C, ST04-C, ST05-C, ST08-B et ST10-C. Elles se répartissent au niveau de l'îlot Casy, du Port de Pony, du canal Wooding, du récif Ioro, à la pointe Puka et à l'îlot Kié. L'évolution du taux de recouvrement de ces stations est **stable**.

Les stations ayant un **substrat biotique** avec un taux de recouvrement de **macrophytes et invertébrés** supérieurs à 80% sont ST03-B, ST10-A, ST11-B, ST11-C, ST07-B, ST12-A, ST09-C, ST09-B et ST07-C. Tous les transects les plus profonds ont un taux de recouvrement biotique significativement plus bas que sur les transects supérieurs.

Les stations présentant un taux de recouvrement élevé en **coraux scléractiniaires** sont, par ordre d'importance ST05-A (40.5%), ST11-A (33.5%), ST06-A (32.5%), ST10-B (30%).

Globalement, les pourcentages de chacune des composantes sont stables par rapport aux missions de 2022, et aucune variation importante n'a été relevée. Ainsi, les écarts varient de -16% (macrophytes et invertébrés en ST08-B) à +15% (macrophytes et invertébrés en ST12-B), avec une variation moyenne de 0.8%.

A l'échelle de la zone de suivi, le taux de recouvrement des **coraux scléractiniaires** est en légère baisse de 0.3%. Les stations les plus touchées sont :

- ST06-A (Banc Ionontea) : -8.5% ;
- ST09-B (Banc de Kié) : -7% ;
- ST06-B (Banc Inontea) : -4.5% ;

- ST07-C (Basse Chambeyron) : -4.5% ;
- St12-A (Ilot Ugo) : -2.5% ;
- ST12-B (Ilot Ugo) : -2.5%.

Les stations présentant des hausses significatives sont :

- la ST03-B (Port) : +6.5% ;
- la ST04-A (Woodin) : +5.5% ;
- la ST11-A (Toémo) : +5.5% ;
- la ST01-B (Ilot Casy) : +2.5%.

Par ailleurs, le recouvrement en cyanobactéries est toujours en hausse : 10 transects sont concernés avec un taux de 0.5% à 11.5% (ST10-C, ST08-A, ST10-B, ST11-A, ST11-B, ST07-B, ST11-C, ST06-B, ST06-C, ST10A).

### 3.3.1.2 Novembre 2023

Les résultats ne sont pas disponibles au moment de la rédaction de ce rapport.

### 3.3.1.3 Evolution temporelle des résultats du suivi des substrats

La détérioration générale de l'état de santé des récifs enregistrée depuis début 2021 est la conséquence d'une série d'événements climatiques :

- phénomènes dépressionnaires de 2021 : entraînant des perturbations mécaniques puis des réactions qui en ont découlé (dont bloom algal et de cyanobactéries) ;
- phénomènes dépressionnaires de 2022 : entraînant de nouvelles perturbations mécaniques et des impacts sur les récifs déjà fragilisés en 2021 ;
- 2 années de Niña avec des températures et des précipitations records.

Cependant, des reprises coralliniennes sont toujours observées, tendant à prouver que la résilience est toujours active, d'autant que les dégradations semblent stabilisées.

Une amélioration est donc possible et dépendra des conditions environnementales des années suivantes. Toutefois, certaines stations continuent de présenter des signaux de dégradation (ST06, ST09 et ST12).

### 3.3.2 Biocénoses Epi-benthique

L'objectif du suivi des biocénoses épi-benthiques est d'évaluer la variabilité naturelle et la vulnérabilité des écosystèmes, réaliser une synthèse comparative de l'état de santé des stations de suivi et suivre dans le temps les effets des activités industrielles et minières.

Les indicateurs sont :

- Les espèces cibles, par les variations d'abondance de certaines espèces ;
- Organismes morts ;
- Prolifération d'espèces corallivores ;
- La présence/absence d'espèces exogènes et envahissantes ;
- La variabilité saisonnière des macrophytes.

A ces indicateurs est couplé un potentiel de réactivité afin d'émettre des conclusions sur l'état de santé d'un récif.

Les biocénoses marines sont adaptées aux conditions environnementales du milieu dans lequel elles évoluent (houle, marée, sédimentation, qualité physico-chimique, exposition aux aléas climatiques et aux activités anthropiques). Les transects supérieurs et médians des stations de suivi ont généralement une diversité élevée, avec pourtant une perturbation plus importante face aux agents hydrodynamiques, aux variations de salinité surfacique, à la turbidité et aux événements exceptionnels environnementaux et anthropiques. Les transects inférieurs présentent une biodiversité plus faible liée à l'augmentation de la sédimentation, l'effondrement et l'accumulation de débris et la baisse de la lumière en fonction de la profondeur diminuant l'activité photosynthétique.

Les groupes biotiques étudiés sont les invertébrés, hors coraux durs, et les macrophytes.

### 3.3.2.1 Mars 2023

L'assemblage des **espèces d'invertébrés** (hors coraux durs) reste diversifié pour cette mission. Toutefois, cette diversité d'organismes et l'abondance des espèces qui la composent sont plus variables dans le temps que pour les coraux (différence de fixation au substrat, senescence, grande mobilité et saisonnalité). En effet, de nombreux organismes benthiques sont mobiles, pour la plupart nocturnes et en constante recherche de nourriture (échinodermes, mollusques), et d'autres espèces ont une capacité de fixation au récif réduite (comme les ascidies, bryozoaires et certaines éponges).

Entre novembre 2022 et mars 2023, la diversité absolue des **invertébrés** a évolué de -12 à +8 espèces selon les transects. De manière générale, Les invertébrés sont diversifiés et les inventaires ne décèlent pas de lacune majeure. Cependant, la richesse spécifique moyenne a encore diminué pour atteindre son plus bas niveau (rang 1 général) depuis 2012. Cette diminution de diversité est marquée principalement pour les transects exposés à l'hydrodynamisme dans le canal de la Havannah et Woodin. Le matériel corallien arraché ou déstabilisé (au sommet des récifs), durant les phases dépressionnaires passées, est ensuite remobilisé en dévalant progressivement les pentes récifales au cours de l'année par les agents hydrodynamiques (houle, ressac et courants de marée). Cela touche aussi, dans une moindre mesure, les récifs les plus exposés aux apports terrigènes dans la baie de Prony (ST03 Port).

En mars 2023, les **espèces cibles invertébrés** ayant un développement pouvant nuire à l'état de santé des récifs, dans une moindre mesure pour cette mission mais surtout pour les missions précédentes, sont :

- ***Drupella cornuta***. Ces mollusques corallivores ont été recensés seulement dans le canal de la Havannah en ST07-B (niveau 2). Pour cette mission, les lésions sur les coraux n'ont pas été observées. Généralement cette espèce privilégie les colonies d'*Acropora* tabulaires et branchus s'édifiant dans les niveaux bathymétriques supérieurs et médians du canal de la Havannah.
- ***Acanthaster planci***. C'est une étoile de mer corallivore (prédatrice de corail). Aucun spécimen n'a été observé. En revanche, les proliférations observées lors des missions précédentes (antérieures à 2022) ont entraîné des dégradations très importantes sur les coraux en baie de Prony (ST01, ST02, ST03) et canal Woodin (ST04).

L'assemblage des espèces de **macrophytes** est peu diversifié pour cette mission. Ce qui est attendu dans le cadre d'une mission en saison humide.

Entre novembre 2021 et mars 2022, les points importants pour les **macrophytes** (algues brunes, rouges et vertes) sont les suivants :

- Les algues rouges (*Asparagopsis sp.*) ont un recouvrement faible dans le canal de la Havannah et présente des variations de recouvrement importantes pendant l'année, elles sont absentes en Baie de Prony et dans le canal Woodin ;
- Quelques transects ne présentent plus de macrophytes comme ST04-C, ST05-C, ST06-A, ST06-C, ST07-A et ST12-B ;
- **Préoccupation majeure** en ST03-B (niveau 5) et ST03-C (niveau 3) pour le développement très important (efflorescence algue) de l'algue brune *Lobophora* à la défaveur des coraux. Sont en cause l'hyper-sédimentation récurrente et l'ancienne prolifération d'*Acanthaster sp.* qui ont favorisé la dégradation des coraux de cette zone et ensuite laissé des espaces de développement pour l'algue brune.

Les résultats des suivis des **espèces cibles et envahissantes** pouvant nuire à l'état de santé des récifs sont :

- ***Lobophora*** à la station ST02-A (Creek de la Baie Nord) a un recouvrement qui oscille selon les missions (résilience/dégradations). En mars 2023, elle présente une dynamique de recouvrement stable (Niveau 4 en A et niveau 3 en B). Les coraux branchus croissent plus rapidement que *Lobophora*, ce qui limite l'envahissement de ce secteur.
- **Cyanobactéries** : Une prolifération de niveau 5 est observée en ST06-C (lononetea). Un recouvrement de niveau 3 est relativement important pour les transects ST06-B (lononetea) et ST10-A (ilot Kié). Leur recouvrement est faible sur les autres transects.

**Aucune espèce exogène** (quel que soit le groupe) n'a été répertoriée dans les stations de suivi biologique de la zone d'étude.

L'état de santé global des **récifs coralliens** est suivi au travers de trois indicateurs indirects, le blanchissement coralien, les maladies coraliennes et les espèces concurrentes (voir résultats ci-avant espèces cibles et envahissantes).

Pour cette mission, le recouvrement de **corail blanchi** même s'il n'est pas très important par transect (<3.2 m<sup>2</sup>) augmente pour le nombre de transects touchés (19 vs 9) et la surface totale (13.8 m<sup>2</sup> vs 6 m<sup>2</sup>). Il concerne seulement les stations du Port, Woodin et du canal de la Havannah et particulièrement les transects ST04-A, ST07-A, ST10-A, ST10-B et ST11-B. Les causes de ce blanchissement sont aussi : les variations des paramètres de l'environnement (9.5 m<sup>2</sup>), la maladie de la bande blanche (3.4 m<sup>2</sup>) et les dégradations mécaniques (0.9 m<sup>2</sup>)

Les transects présentant des colonies affectées par la **maladie de la bande blanche** (surtout sur des *Acropora* tabulaire) sont localisés en ST05, ST06, ST07 et ST09. Cela entraîne un total de 3.4 m<sup>2</sup> de coraux blanchis sans polypes.

En mars 2022, les transects présentant des dégradations récentes liées à la **sédimentation** sont ST02-B (Creek baie nord) et ST03-A, ST03-B, ST03-C (Port de Prony).

Ces dégradations se caractérisent par :

- Des colonies partiellement nécrosées ou entièrement mortes en place ;
- Des colonies coraliennes présentant de l'hypermycose endolithique (ST08), mais ces colonies ne meurent pas ;
- Le développement des cyanobactéries sur les colonies coraliennes mortes en place et les débris coralliens recouverts de sédiment terrigène ;
- Le développement de l'algue brune *Lobophora* qui est alarmant en ST03 entraînant une compétition spatiale à la défaveur des coraux.

### 3.3.2.2 Novembre 2023

Les résultats ne sont pas disponibles au moment de la rédaction de ce rapport.

### 3.3.3 Populations Ichtyologiques

#### 3.3.3.1 Structure des peuplements ichtyologiques

Le Tableau 15 présente de manière synoptique les données de structures des peuplements observés. C'est la synthèse des résultats des tests sur les structures de peuplement à chaque mission relativement à la moyenne historique. Les cases rouges (215) correspondent aux structures de peuplements qui diffèrent significativement (i.e. au risque de 0,05) de la structure moyenne établie sur la station depuis 2007. A l'inverse, les cases vertes (136) signalent des écarts à la moyenne non-significatifs.

**Tableau 15 : Valeur des écarts (quadratiques moyens) des structures de peuplement par rapport à la structure moyenne (depuis 2007)**

		Casy	Creek	Port	Wood	Iloro	Ionon	B Chb	Puka	B Kié	I. Kié	Toémo	Ugo
		ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
	$\chi^2_{\text{tab95\%}}$	16.9	18.3	18.3	19.7	19.7	19.7	19.7	18.3	19.7	19.7	18.3	19.7
2007		24.6	16.6	53.1	23.9	28.8	13.3	26.7	23.2	28	20.5	13.4	
2008		30.5	37.5	16.6	70.7	18.6	21.1	24	59	24.1	29.3	23.3	
2009		61.7	25.6	25.2	38.6	30	46.2	28.4	16	18	23.2	28.5	38.5
2010	a	35.5	14.2	51.3	20.3	13.3	16	24.2	4.2	44.4	34.8	7.6	154.2
2010	b	16.6	12.1	42.3	60.5	25.8	73.2	19.7	26.8	19.9	48.9	13	173
2011	a	43.7	28.3	28.4	68	18	92.2	34.2	27.9	69	17.5	14	56.2
2011	b	25	19.8	7.7	23.9	50.5	15.2	24.8	33.2	42.1	10.2	17	52.8
2012	a	24.9	20.2	18.6	15.3	14.4	35.3	30.9	10.2	20.9	33.6	10.3	71.8
2012	b	18.4	35.2	9.8	19.2	15.9	28.8	94.5	13.2	22.8	17.8	12.4	82.1

		Casy	Creek	Port	Wood	Iloro	Ionon	B Chb	Puka	B Kié	I. Kié	Toémo	Ugo
		ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
	x2tab95%	16.9	18.3	18.3	19.7	19.7	19.7	19.7	18.3	19.7	19.7	18.3	19.7
2013	a	19.8	14.3	26.6	34.6	22.9	37.3	28.8	32.9	34.8	29.8	19.9	111.1
2013	b	31.3	30.9	78.6	25.8	41.5	19.4	11.8	28.9	14.3	34.3	34.6	54.3
2014	a	25	14.7	29.8	23.9	36	14.5	29.7	55.7	10.4	15.7	117.7	58.2
2014	b	13.8	18.4	18.2	13.7	20.2	38.2	27.3	14.8	13.6	25.3	7	57.3
2015	a	21.1	32.6	13.6	37	35.1	4.2	19.6	27.1	32.9	16.8	19	44.9
2015	b	14.4	43.3	14.5	52.5	19.9	44.9	35.6	46.6	9.9	11	11	104.3
2016	a	23.8	31.4	5	10.3	20.9	30.2	49.8	12.1	125.3	17.4	17.9	52.9
2016	b	25.8	54.3	8.9	8.2	58.8	30.2	21.6	12.8	21.7	33.1	26.7	45.4
2017	a	29	60.5	12.9	20.4	17.5	16.9	29.9	31.8	18		17.4	35.1
2017	b	26.2	23.9	15.3	5.8	33.2	23.3	14.7	27.4	22.8		130.9	34.3
2018	a	19.3	31.8	65.2	11	21	50		29.6	18		237.7	24.5
2018	b	42	29.4	19.9	12.3	28.1	42.4	43.8	31.4	18.1		103.8	17.1
2019	a	24.3	27.9	95.8	13.1	4.8	33.3	27.7	22.8	115.8		552	18.9
2019	b	15.8	31.9	31.2	10.3	29.7	27.2	15.7	21.8	26.3		371.3	50.2
2020	a	10.1	22.2	15.9	7.1	24.5	70.1	21	54.9	14.1	30.7	77.4	13.3
2020	b	8.9	20.7	14.3	4.9	10.7	28.4	18.2	24.3	17.3	34.8	112.9	13.4
2021	a	22.4	39.7	84.9	7	29.5	28.9	38.1	68.5	15.1	78	318.3	29.4
2021	b	27.6	15	8.4	18.2	34	27.8	23.4	76.1	15	28.9	71.6	29.9
2022	a	8.9	5.9	17.9	3.4	11.1	18.7	12.7	27.8	7.8	13.9	13.8	17.2
2022	b	9.7	6.5	18.2	4.2	18.2	10.3	18.8	4.5	4.6	10.6	4.1	4.5
2023	a	5.2	11.5	4.3	11.2	11.8	10.3	14.7	9.4	5.9	12.8	3.2	3.6
Coefficient de Variation	%	50	50	86	84	48	63	56	63	99	57	160	80

Ce tableau montre, pour cette mission, que la structure de l'ichtyofaune présente pour toutes les stations une structure identique à la moyenne sur la série historique et donc sont similaires entre elles. Par ailleurs, il permet de voir qu'au cours du temps les peuplements perdent de leur contraste brutalement à partir de la mission 2022, mission qui fait suite aux cyclones successifs qui ont impacté la zone.

Les occurrences se répartissent de la manière suivante :

- 10 à 15 % des espèces ont une présence constante sur la station où elles sont inventoriées ;
- plus de la moitié des espèces sont nomades sur des territoires vastes et de ce fait, ne sont présentes lors de notre visite qu'une fois sur deux ou quatre ;
- et près de 30% des espèces ne sont vues qu'exceptionnellement.

Aussi, seule la présence d'une espèce est signifiante, son l'absence ne peut être suspecte que si elle se prolonge sur plusieurs missions.

Les analyses des biodiversités 1 (liste restreinte) et 3 (liste complète) montrent que l'essentiel des espèces disparaissent ou apparaissent sur une station de façon apparemment aléatoire et le statut de protection que ce soit pour la réserve de Casy ou pour celle d'Y. Merlet, n'a pas d'incidence sur ce thème.

### 3.3.3.2 Qualité des peuplements ichthyologiques

L'Indice Annuel d'une Station (IAS) est la moyenne des valeurs de Densité, Biomasse et de Biodiversité 1 obtenues à cette station. La Biodiversité 1 étant établie sur la liste restreinte du cahier des charges établie lors d'un atelier provincial de 2006 pour la mise en œuvre des suivis de l'industriel. Le Tableau 16 rend compte de la qualité du peuplement des poissons de chaque station pour cette mission et jusque 2017, et présente aussi leur moyenne entre 2012 et 2022.

**Tableau 16 : Qualité du peuplement ichthyologique, par station, depuis 2017**

		Casy	Creek	Port	Wood	Iloro	Ionon	B Chb	Puka	B Kié	I. Kié	Toémo	Ugo
Année	Semestre	ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
2017	a	9	7	6	12	6	12	11	6	7	11	6	8
2017	b	11	3	6	11	6	12	10	5	9	11	7	6
2018	a	12	2	8	12	8	12	10	7	12	11	9	7
2018	b	11	7	6	12	5	12	11	8	6	11	8	4
2019	a	12	8	5	12	8	11	12	5	9	11	10	5
2019	b	8	4	7	12	6	8	12	5	7	11	9	8
2020	a	8	3	6	12	9	9	11	4	6	11	6	7
2020	b	7	6	8	10	6	5	12	5	6	10	5	4
2021	a	8	4	6	11	5	5	11	6	5	5	5	3
2021	b	5	3	3	7	5	5	7	5	5	5	5	3
2022	a	1	1	1	7	6	6	8	5	6	5	8	4
2022	b	3	6	1	6	5	6	6	5	5	5	8	3
2023	a	6	8	2	12	6	7	7	6	6	8	8	5
<b>Moyenne 2012-22</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

En mars 2023, le peuplement n'a toujours pas retrouvé la qualité qu'il avait avant 2019.

Le peuplement de la station Woodin n'est plus affecté par l'invasion d'*Acanthaster planci* de 2018.

Les stations du canal de la Havannah sont affectées durablement par les cyclones de 2021-2022. Ces derniers ont profondément modifié l'organisation de la couverture corallienne de la station de l'Ilot Kié dans la réserve Merlet. Seule la station Toémo est inchangée, mais elle n'a jamais eu de score excellent. Dans la baie de Prony, le peuplement de la station Casy est désormais « médiocre » et celui du Port de Prony reste « très mauvais ».

Le constat, sur cette période d'observations allant de 2007 à 2023, est que les peuplements de poissons du canal de la Havannah et de la baie de Prony demeurent de bonne qualité. Toutefois, depuis le printemps 2020 l'état du peuplement ichthyologique est dégradé. Par rapport à la mission précédente, l'indice de qualité des peuplements progresse pour toutes les stations (hors Toémo qui stagne).

### 3.3.3.3 Liste rouge IUCN

En mars 2023, 288 espèces différentes de poissons ont pu être observées sur les 12 stations. Parmi elles, 76 ne sont pas évaluées / 212 sont évaluées :

- 3 sont listées comme « données insuffisantes » ;
- 204 sont classées « préoccupation mineure » ;
- 2 sont classées « quasi menacées » (*Chaetodon trifascialis*, *Scomberomorus commerson*) ;
- 2 sont classées « vulnérable » (*Epinephelus polyphekadion*, *Oxymonacanthus longirostris*) ;
- 1 est classée « en danger » (*Cheilinus undulatus*, le Napoléon).

### 3.3.3.4 Espèces protégées au code de l'environnement de la Province Sud

Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) observé aux stations ST05, ST10 et ST11 en mars 2023. Cette espèce emblématique est habituellement présente en ST10 (Ilot Kié) où il est un habitué qui fréquente un gros massif corallien situé à une vingtaine de mètres du transect bas.

Une tortue grosse tête (*Caretta caretta*) vient régulièrement « surveiller » les plongeurs sur le transect haut ou médian (voire de la surface) de la ST11 (Toémo).

Des tortues vertes (*Chelonia mydas*) sont fréquemment aperçues de l'embarcation lorsqu'elles viennent respirer en surface.

Des tricots rayés (*Laticauda sp.*) sont observés régulièrement de la surface ou en plongée, particulièrement sur les stations des bancs du canal de la Havannah.

Les requins, plusieurs espèces ont été aperçus sur toutes les stations au fil des missions : *Carcharhinus albimarginatus* (pointes blanches), *Carcharhinus amblyrhynchos* (gris de récif) et *Triaenodon obesus* (aileron blanc du lagon).

### 3.3.4 Conclusion sur l'état de santé des peuplements récifaux

La détérioration générale de l'état de santé des récifs enregistrée depuis début 2021 est la conséquence d'une série d'événements climatiques superposés. Cependant, des reprises coraliennes sont toujours observées, tendant à prouver que la résilience est enclenchée, cela reste faible et ne concerne pas toutes les stations, certaines continuant à se dégrader au contraire notamment ST06 (Ionontea), ST09 (Bancs Kié) et ST12 (Ilot Ugo).

En mars 2023, l'ensemble des indicateurs de qualité écologique (indicateurs coralliens et les espèces cibles) tendent vers une stagnation de l'état de santé des récifs par rapport à la dernière mission de surveillance, cet état de santé est à un niveau bas.

En effet, l'état écologique des stations est réparti entre « Mauvais » à « Bon ». Seule la station ST12 (Ilot Ugo) a été qualifiée d'un état de santé médiocre à moyen.

Pour cette mission, le recouvrement de **corail blanchi** même s'il n'est pas très important par transect (<3.2 m<sup>2</sup>) augmente pour le nombre de transects touchés (19 vs 9) et la surface totale (13.8 m<sup>2</sup> vs 6 m<sup>2</sup>). Il concerne seulement les stations du Port, Woodin et du canal de la Havannah et particulièrement les transects ST04-A, ST07-A, ST10-A, ST10-B et ST11-B. Les causes de ce blanchissement sont aussi : les variations des paramètres de l'environnement (9.5 m<sup>2</sup>), la maladie de la bande blanche (3.4 m<sup>2</sup>) et les dégradations mécaniques (0.9 m<sup>2</sup>).

Les transects présentant des colonies affectées par **la maladie de la bande blanche** (surtout sur des *Acropora tabulaire*) sont localisés en ST05, ST06, ST07 et ST09. Cela entraîne un total de 3.4 m<sup>2</sup> de coraux blanchis sans polypes.

Les espèces cibles ayant un développement pouvant nuire à l'état de santé des récifs sont la macrophyte *Lobophora* observée en ST03 (Port de Prony), dans une moindre mesure les cyanobactéries, notamment en ST06-C. Les corallivores *Drupella cornus* et *Acanthaster planci* n'ont pas été -ou très peu- observés.

L'assemblage des **espèces d'invertébrés** reste diversifié. La diversité absolue des invertébrés a évolué de -12 à +8 espèces selon les transects. Les invertébrés sont diversifiés et les inventaires ne décèlent pas de lacune majeure. Cependant, la richesse spécifique moyenne a encore diminué pour atteindre son plus bas niveau depuis 2012. Cette diminution de diversité est marquée principalement pour les transects exposés à l'hydrodynamisme dans le canal de la Havannah et Woodin. Le matériel corallien arraché ou déstabilisé (au sommet des récifs), durant les phases dépressionnaires passées, est ensuite remobilisé en dévalant progressivement les pentes récifales au cours de l'année par les agents hydrodynamiques (houle, ressac et courants de marée). Cela touche aussi, dans une moindre mesure, les récifs les plus exposés aux apports terrigènes dans la baie de Prony (ST03 Port).

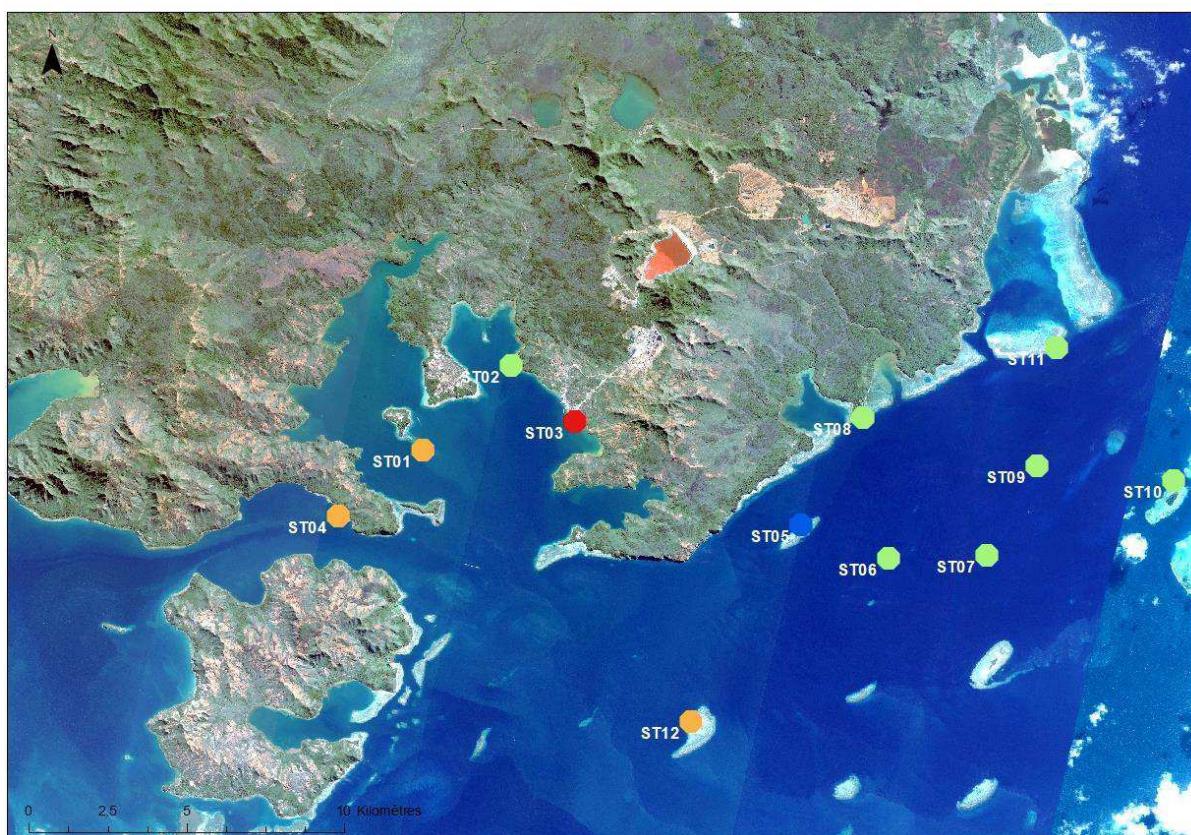
Les **macrophytes** sont peu diversifiées et suivent leur cycle saisonnier. Les transects ST04-C, ST05-C, ST06-A, ST06-C, ST07-C et ST12B ne présentent plus de macrophytes à la suite des dégradations mécaniques (arasement). L'algue rouge (*Asparagopsis sp.*) a un recouvrement faible dans le canal de la Havannah et présente des variations de recouvrement importantes durant l'année.

L'algue brune *Lobophora* présente une efflorescence pérenne en ST03 (préoccupation majeure) à la défaveur des coraux. Son développement ayant été causé par l'hyper-sédimentation active dans ce secteur et une ancienne prolifération d'*Acanthaster sp.*.

Les dégradations récifales naturelles sont exacerbées par les dégradations anthropiques. Les récifs coralliens sont très vulnérables et le changement d'un seul paramètre de l'environnement peut rompre l'équilibre fragile de ces écosystèmes d'intérêt patrimonial.

La résilience des récifs est déterminante dans l'évaluation de l'état de santé. En mars 2023, l'état écologique des récifs coralliens de la zone d'étude est stable (en hausse que pour la station ST02) par rapport à la mission précédente, mais est dans l'ensemble médiocre à moyen voir Figure 17.

Figure 17 : Indicateurs de l'état de santé des récifs coralliens, mars 2023



La résilience des récifs dépend beaucoup des conditions des paramètres de l'environnement à venir (prochains mois, voire années). Cependant, depuis 2021 cette résilience paraît être plus lente car les événements dépressionnaires sont de plus en plus fréquents et le phénomène la Niña a perduré. En effet, les conditions hydrodynamiques et météorologiques intenses entraînent, notamment, des perturbations mécaniques et sédimentaires dans le lagon. Par ailleurs, les perturbations anthropiques (dont les apports de particules terrigènes) ne sont pas négligeables dans la zone d'étude. Ainsi l'état écologique de trois stations (ST02 Creek baie nord, ST03 Port et ST08 Puka) est à surveiller avec une grande attention. Les récifs en ST03 se dégradent fortement et les récifs en ST02 et ST08 ont une résilience lente et en dent de scie. Ils sont soumis comme toutes les stations du réseau de suivi aux perturbations naturelles mais aussi, et plus que les autres, aux perturbations induites par les activités anthropiques (perturbations répétitives sans forcément être intenses).

L'analyse des variations observées sur le long terme laisse penser que les intempéries depuis 2020 ont été responsables d'une baisse générale du **peuplement ichthyologique** tant en qualité qu'en quantité sur toute la

zone d'étude. La carte en Figure 18 permet de visualiser l'état de santé des peuplements ichthyologiques de la zone.

**Figure 18 : Indices Annuel par Stations, peuplements ichtyologiques, mars 2023**



Dans le canal de la Havannah, il y a une différence de restauration entre les stations situées à la périphérie de la zone de surveillance et celles de position plus centrale. Ceci laisse à penser que ces dernières sont également affaiblies par une cause autre que les intempéries.

Dans la baie de Prony, le peuplement des stations de Casy est qualifié de médiocre et celui du Creek de la Baie Nord de "bon". En revanche, le peuplement de la station du Port est totalement dévasté, surtout sur la bordure littorale (donc hors transect). Le transect B a malgré tout conservé son rôle de nurserie.

### 3.4 Résultats du suivi de la qualité des sédiments marins de surface

Aucun suivi de la qualité des sédiments marins de surface n'a été réalisé en 2024. Le cahier des charges relatif à cette autosurveillance a été révisé en intégrant les recommandations de l'expertise INERIS, notamment concernant la périodicité de surveillance. Considérant le caractère intégrateur de ce type de suivi sur matériaux sédimentaires marins accumulés, ainsi que sa périodicité, ce report n'aura pas de conséquence sur l'évaluation d'éventuels impacts.

### 3.5 Résultats du suivi des densités de flux verticaux de particules

Dans le cadre du plan de suivi réglementaire du milieu marin, il a été mis en place un programme de suivi pour un certain nombre de paramètres caractérisant la qualité des matières en suspension, dont le suivi des densités de flux verticaux de particules. Ce suivi est réalisé depuis 2006/2007.

Le programme de surveillance semestriel du milieu marin est réalisé sur un total de 3 stations dont la répartition a été révisée en 2014. A ce jour, les stations sont réparties en Baie Kwé (St06-KW1), en Rade Nord de la Baie de Prony (St15) et dans le Canal de la Havannah (St60-NE).

Toutefois, pour l'année 2024 aucun résultat de suivi ne peut être présenté. Une campagne d'échantillonnage a débuté en décembre 2024 et s'achèvera en février 2025.

### **3.6 Résultats du suivi du taux d'accumulation sédimentaire**

Une campagne de suivi réglementaire a été réalisée au deuxième semestre 2023. Les résultats ne sont pas encore disponibles et seront communiqués ultérieurement.

### **3.7 Résultats du suivi des herbiers en baie Kwé**

Le suivi de l'herbier de la Baie Kwé est prévu en 2025.

### **3.8 Résultats du suivi des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur**

Depuis 2017, une surveillance renforcée a été réalisée autour du diffuseur conformément à l'arrêté n°2767-2016/ARR/DIMENC du 21 novembre 2016. Ce renforcement consistait à surveiller cinq stations grâce à l'utilisation d'échantilleurs passifs de type DGT™ couplés à des passeurs automatiques « THOË » permettant un échantillonnage séquentiel préprogrammé du milieu pour une période de plusieurs mois.

Lors des opérations de surveillance en 2018 (deuxième campagne) et 2019, faisant suite au dysfonctionnement hydraulique de la partie distale du diffuseur, les cinq stations ont été déplacées vers le nord et alignées perpendiculairement au niveau du 25<sup>ème</sup> orifice.

Ce dysfonctionnement a été résolu au cours de l'année 2019 et les stations de suivi avaient été repositionnées à leurs emplacements d'origine pour l'année 2020. Cependant en raison d'un dysfonctionnement persistant du diffuseur au cours de l'année 2022, la position des échantilleurs THOË est identique à celles de 2019 et 2021, c'est-à-dire, alignées perpendiculairement au niveau du 25<sup>ème</sup> orifice.

Aucun résultat ne peut être présenté pour le suivi de l'effluent industriel par échantilleurs passifs. Les échantillonnages ont été lancés en décembre 2024 et seront achevés en février 2025. Ils correspondront aux résultats du 1<sup>er</sup> semestre 2025. Cette période permettra d'encadrer le démarrage des unités de production de PRNC, qui étaient à l'arrêt depuis mai 2024.

## **4. Impact de l'absence de surveillance en 2024**

En 2024, la surveillance du milieu marin a été réalisée uniquement sur le volet biologique. Toutefois, les résultats ne sont pas disponibles au moment de la rédaction de ce rapport. Quels sont les implications de l'interruption de la surveillance de ce milieu pour l'année 2024 ?

Le plan de surveillance du milieu marin a pour objectif d'évaluer l'état de santé face aux activités minières, aux activités industrielles, activités portuaires, de stockage, et de rejet. Il a également pour objectif de détecter s'il y a eu des événements de type chronique voir aigus.

Les espaces soumis aux aléas sont :

- Le canal de la Havannah où s'effectue le rejet des effluents industriels après traitement ;
- La Baie Kwé avec l'influence des transports sédimentaires des activités minières et leurs dépôts, ainsi que les écoulements souterrains du parc à résidus ;
- La Baie de Prony avec l'influence du trafic maritime et les impacts associés : remobilisation sédimentaire, espèces envahissantes, disparition espèces vulnérables face à des espèces plus résistantes, pollution chimique des produits transportés ;
- La Baie Nord avec l'influence des ruissellements en provenance du site industriel.

#### 4.1 Canal de la Havannah

Les stations du canal de la Havannah ont pour objectif la surveillance des impacts liés au rejet d'effluent industriel. Les domaines de surveillance sont la physico-chimie de la colonne d'eau, les densités des flux sédimentaires, la surveillance passive des rejets de l'effluent industriel par DGT et l'état de santé des récifs coraliens.

Dans cette zone à influence océanique dominante, aucun incident n'a été observé en 2024. Seuls les effluents traités y sont rejetés.

En 2024, les rejets d'effluent industriel présentent une diminution, tant en volume qu'en flux. A titre de comparaison, le volume total rejeté en 2023 est de 15 780 000m<sup>3</sup> et de 10 530 000m<sup>3</sup> en 2024 soit une baisse de plus de 33% des volumes rejetés. En termes de flux, pour le manganèse en 2023 le flux rejeté est de 14 500kg contre 9 516kg en 2024 soit 34% de réduction. Le flux de Nickel rejeté en 2023 est de 328kg et de 128kg en 2024, soit une baisse de 61%. Ces réductions sont en partie liées à des périodes continues sans rejet d'effluent notamment en juin, août et octobre/novembre 2024.

Lors des suivis précédents, hormis des valeurs très ponctuelles, et pour des niveaux de rejet supérieurs à ceux enregistrés en 2024, aucune alerte ni contamination n'est à déplorer. Ainsi hormis une lacune de données sur deux campagnes semestrielles DGT, aucun impact est attendu sur le milieu récepteur.

Les données historiques de la physico-chimie de la colonne d'eau indiquent que depuis 2007, concernant les métaux, aucune tendance ne se dégage, les résultats sont représentatifs du bruit de fond géochimique naturel. Cette conclusion est également valable pour cette année 2024, aucun incident n'est venu perturber la géochimie du milieu.

Les résultats historiques des flux sédimentaires à proximité du diffuseur indiquent qu'ils sont essentiellement tributaires des conditions de vents. Une influence océanique prépondérante sur les particules prélevées est identifiée, hormis avec des vents de force faible de secteurs Sud-Ouest, Sud, Sud-Est, Est et Nord-Est où une influence terrigène est plus marquée mais l'influence océanique est toujours dominante. Ces résultats prouvent que la dispersion des effluents industriels est efficace.

En tenant compte des données historiques, de la diminution des rejets dans le canal de la Havannah et de l'absence d'incident, l'interruption temporaire de cette surveillance n'affecte que la disponibilité des données, entraînant ainsi une lacune sur deux campagnes semestrielles.

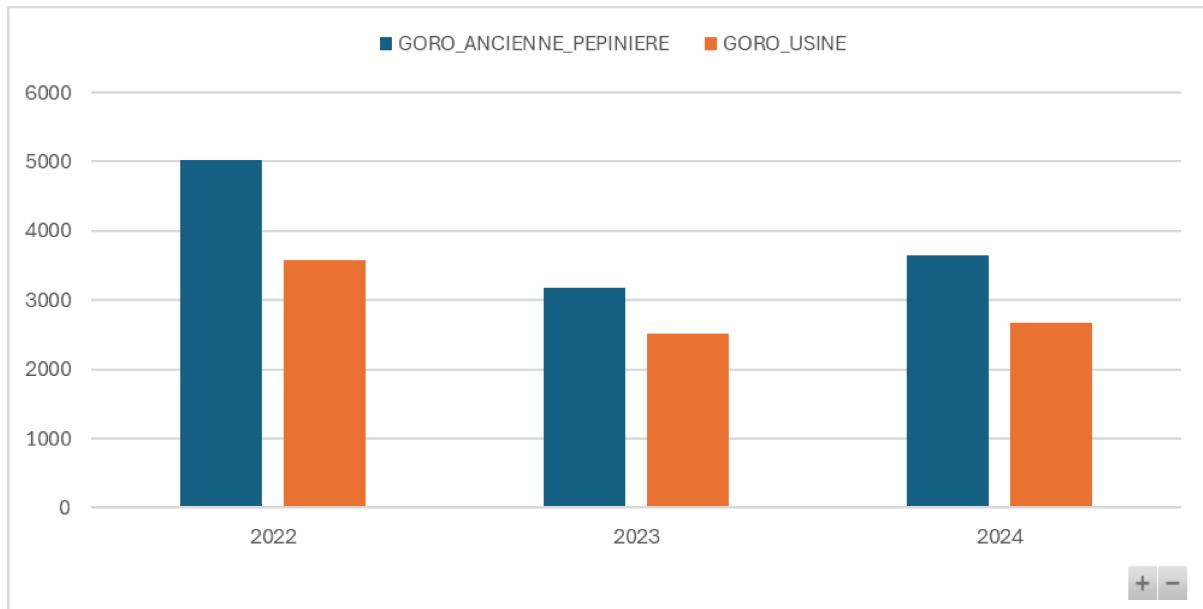
#### 4.2 Baie Kwé

Les stations de la Baie Kwé ont pour objectif la surveillance des effets des ruissellements, du transport solide et des apports en minéraux liés aux écoulements souterrain du parc à résidus.

Les facteurs influençant les ruissellements et le transport solide sont les précipitations en quantité, fréquence et intensité, ainsi que des surfaces mises à nu comme lors des activités minières. C'est au moment de la saison humide et épisodiquement lors d'épisode pluvieux intense que le risque d'augmentation du transport sédimentaire vers le milieu marin est le plus important.

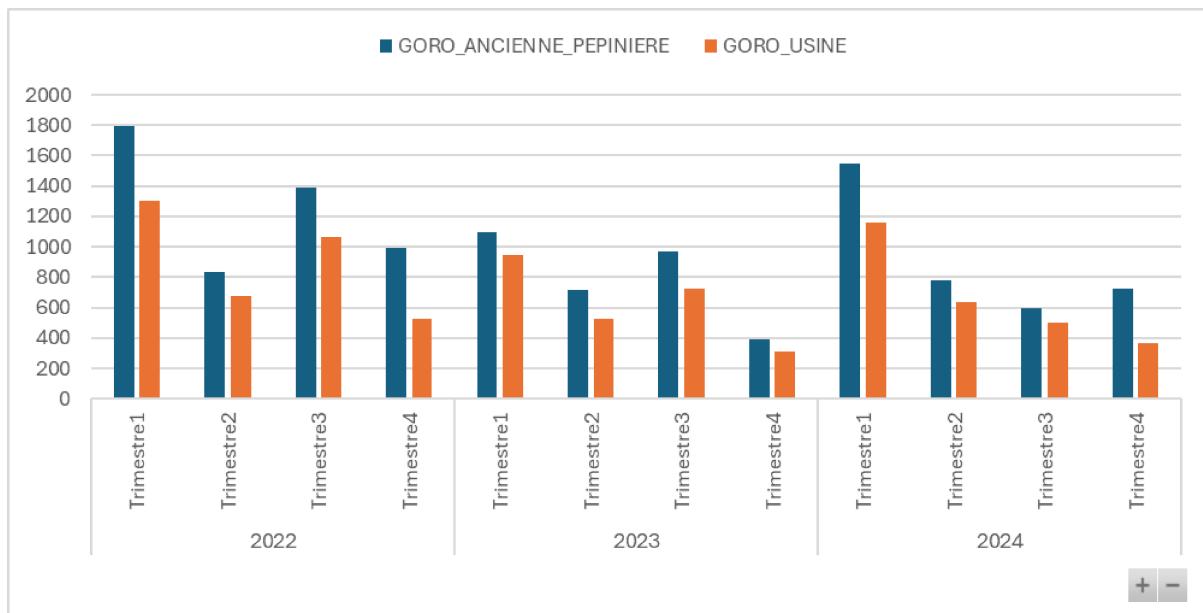
Pour étayer les informations liées à la pression du ruissellement sur la zone, les données météorologiques depuis 2022 sont présentées aux Figure 19 et Figure 20.

**Figure 19 : Précipitations annuelles aux stations météorologiques Ancienne Pépinière et Usine**



Les années 2022 et 2023 ont été marquées par l'influence forte de la Niña, phénomène climatique à l'origine de dépressions plus fréquentes. L'année 2024 est une année où la pluviométrie est importante mais dans une moindre mesure en comparaison à 2022, l'influence d'El Niño ayant été prépondérante.

**Figure 20 : Précipitations trimestrielles aux stations météorologiques Ancienne Pépinière et Usine**



C'est lors des mois de janvier à mars que le maximum est enregistré, soit en saison humide. Les trimestres suivants enregistrent deux fois moins de précipitations, voire moins au dernier trimestre.

Ainsi la pression exercée par la combinaison des précipitations et des matériaux disponibles est quasiment identique aux années précédentes. Les données historiques donnent un aperçu de la réponse du milieu en termes de géochimie et de flux sédimentaire. Ils indiquent notamment un enrichissement irrégulier en matières latéritiques qui a très certainement perduré en 2024 au gré des épisodes pluvieux. En revanche, la distribution des concentrations dans la colonne d'eau présente une stabilité des résultats dans le temps. La station située en sortie de Baie Kwé enregistre des niveaux de concentration élevés au niveau de la couche de surface liés à l'influence de la géochimie des eaux douces de surface et souterraines de la Kwé. A contrario, les concentrations

des couches de fond et de milieu de la Baie Kwé sont plus faibles et proches des concentrations des autres stations de baie du réseau de suivi.

En tenant compte des données historiques et une pluviométrie équivalente aux années précédentes, l'interruption temporaire de cette surveillance n'affecte que la disponibilité des données, entraînant ainsi une lacune sur deux campagnes semestrielles pour la géochimie de la colonne d'eau et les densités des flux particulaires.

#### 4.3 Baie de Prony et Rade du creek de la Baie Nord

Ces milieux sont fortement influencés par les ruissellements des rivières de cette zone, particulièrement le long des côtes, d'autant plus que les bassins versants de la baie drainent des terrains érodés, par l'activité industrielle actuelle ou par l'activité minière passée. Ainsi les eaux de la Baie de Prony se caractérisent par des concentrations en métaux plus élevées que dans le reste du domaine d'étude (Baie Kwé, Canal de la Havannah) en lien avec la charge particulaire transportée par les rivières de la zone et donc liées aux précipitations (facteur principal des phénomènes d'érosion). Toutefois, ce phénomène est surveillé depuis 2007 et ne peut être attribuable aux seules activités de PRNC. Ainsi un focus est proposé sur la Rade Nord (creek de la Baie Nord) et au niveau du Port de Prony.

Les particules sont reconnues comme le principal vecteur des polluants car leur flux détermine le niveau de concentration des métaux dissous dans l'eau de mer. L'évaluation des flux de matière permet donc d'anticiper les risques de contamination des organismes dont les pélagiques comme les poissons qui sont, en bout de chaîne alimentaire, souvent consommés par l'homme. Les flux enregistrés en sortie de la Rade Nord sont nettement moins importants que ceux en sortie de Baie Kwé et ont une corrélation moindre avec l'intensité des précipitations. Le bassin versant présente moins de zones érodées, les eaux de ruissellement du site industriel sont gérées par des bassins de contrôle. De plus, le piège à sédiments ne capte qu'une partie du flux sédimentaire, lors des épisodes de vent de Sud-Est une partie du flux sédimentaires est renvoyé vers le nord le long de la ligne de côte par les courants. Ce dernier commentaire est nuancé avec les résultats de la composition de la colonne d'eau, la station de surveillance de la Rade Nord a un profil géochimique et un comportement saisonnalisé calé sur les stations de Baie influencées par des apports d'eau douce.

En 2024, aucun incident vers le creek de la Baie Nord est à déplorer.

A la station du Port de Prony, les résultats historiques en géochimie et du carottage sédimentaire annuel permettent de dégager :

- Une influence terrigène liée à la proximité de la côte, notamment pour la couche de surface ;
- Les séries de données sont stables ces dernières années, quelques pics isolés sont relevés sans incidence sur l'état de santé du milieu.
- Aucun relevé ne présente d'analyses d'hydrocarbures supérieures à la limite de quantification.

Sur la base des données historiques et en prenant comme hypothèse une pluviométrie comparable à celle des années précédentes, l'interruption temporaire de cette surveillance n'a d'incidence que sur la continuité des données, créant ainsi une discontinuité des campagnes trimestrielles portant sur la géochimie de la colonne d'eau. L'impact d'une suspension d'une campagne annuelle du taux d'accumulation sédimentaire est faible voire inexistant, le milieu étant accumulateur, les prochains suivis permettront de relever une dérive du milieu si existante.

En résumé :

- Pas d'événement engendrant de pollution du milieu marin (Effluent/Canal de la Havannah, Port de Prony, Baie Kwé, creek de la Baie Nord/Rade Nord) ;
- Réduction du trafic maritime une partie de l'année 2024 ;
- Diminution conséquente des volumes de rejet et des flux rejetés ;
- Arrêt des installations de mai à novembre ;
- Réduction de l'activité minière.

- Résultats de surveillance relativement constant depuis 2009 tant en géochimie, flux sédimentaires, suivis passifs THOË/DGT et taux d'accumulation ;

Ainsi, pour cette année 2024, seule une discontinuité dans les chroniques d'acquisition de donnée est à déplorer.

#### 4.4 Etat de santé des récifs coraliens et organismes associés

Jusqu'ici le domaine qui n'a pas été présenté est l'état de santé des récifs coraliens. Historiquement lorsque ce volet a présenté des impacts, ils étaient sans liens directs avec les activités minières et industrielles mais plutôt d'ordre mécanique et invasif. Une mission de surveillance a été réalisée en décembre 2024, les résultats ne sont pas disponibles mais les premiers éléments peuvent être rendus.

Le rapport de mission est disponible à l'ANNEXE I et voici un résumé des commentaires :

**Casy (ST01)** : attaque d'*Acanthaster* 2017-2018, impact toujours visible sur les communautés coraliennes, toutefois ces dernières sont en bon état de santé. Les alcyonnaires ont une part importante dans le recouvrement.

**Creek de la Baie Nord (ST02)** : Communautés coraliennes adaptées aux conditions turbides du milieu. À la suite de l'attaque d'*Acanthaster* de 2019, de nouvelles recrues coraliennes s'installent sur les colonies mortes.

**Port (ST03)** : La zone portuaire est soumise à différentes influences : trafic maritime, turbidité liée aux ruissellements des bassins versants du secteur, apports d'eau douce des résurgences. Y est relevée une adaptation des communautés coraliennes aux dépôts sédimentaires ; les coraux branchus dont la croissance est plus rapide que l'envasement ne sont pas recouverts de particules, les coraux à long polype se dégagent des dépôts, les colonies sont plus petites proportionnellement à l'augmentation de la profondeur. Une colonisation importante de l'algue brune *Lobophora* est observée.

**Wooding (ST04)** : Ecosystème singulier pour la Nouvelle-Calédonie affecté par des attaques d'*Acanthaster* en 2018-2019, ainsi que des systèmes dépressionnaires actuels et passés ayant engendré des couloirs d'effondrements de blocs et de débris.

**Récif Ioro (ST05)** : Maladie de la bande blanche et présence occasionnelle (ancienne) d'*Acanthaster sp.* Les perturbations mécaniques induites par les derniers cyclones (depuis 2021) ont entraîné des effondrements de colonies coraliennes et de nombreux débris dans les niveaux supérieurs. De nombreuses espèces d'*Holothuries* y sont observées.

**Banc Ionontea (ST06)** : Station exposée à un fort hydrodynamisme. Des colonies robustes (dont *Acropora* tabulaires) colonisent le niveau bathymétrique supérieur ainsi que des colonies retournées à la suite d'événements dépressionnaires passés. Des débris coraliens ont déboulés dans la pente par gravité. Pas de recouvrement observé de cyanobactéries pour cette mission.

**Basse Chambeuron (ST07)** : Banc isolé et envoqué soumis aux perturbations mécaniques intenses à la suite des cyclones ayant formé des couloirs d'effondrement de débris.

**Pointe Puka (ST08)** : Station soumise à de multiples dégradations d'ordre sédimentaire, mécanique et dans une moindre mesure bactérienne. De nombreuses colonies d'*Acropora* ont été décimées et sont retrouvées mortes en place. Le niveau bathymétrique supérieur présente une lente recolonisation des colonies coraliennes.

**Bancs Kié (ST09)** : Les macrophytes y sont diversifiées et abondantes. Les biocénoses benthiques sont robustes et adaptées aux conditions hydrodynamiques intenses. La pente récifale subit des effondrements de sable, débris, blocs et colonies (transects inférieurs).

**Ilot Kié (ST10)** : Ilot situé en réserve Merlet, où les colonies coraliennes du niveau bathymétrique supérieur ont subi d'énormes dégradations mécaniques en début 2021 et présentent une résilience encore active lors de ce suivi. Des débris sont observés sur les pentes et cuvettes, ainsi qu'en bas de tombant.

**Récif Toémo (ST11)** : Récif à pente externe proche d'une passe, riche en coraux encroutant, branchus et tabulaires. En partie supérieur les colonies sont diversifiées et robustes. En partie médiane, l'algue rouge *Asparagopsis* se développe saisonnièrement. Un turf algal est installé de manière pérenne sur les débris et colonies coraliennes mortes, les colonies d'*Alvéopora* n'y sont pas blanchies. Le dernier transect est une zone d'accumulation des débris et bloc coraliens.

**Ilot Ugo (ST12)** : Perturbations mécaniques intenses à la suite des cyclones depuis 2021 (couloirs d'effondrement de débris très importants de chaque côté de la station). Le niveau bathymétrique supérieur a été fortement endommagé et les blocs et débris coralliens dévalent au fur et à mesure la pente récifale. Présence occasionnelle de corallivores (*Acanthaster sp.*, *Drupella cornus* et *Chicoreus brunneus*) notamment lors de missions précédentes.

## 5. Relevé bathymétrique et inspection au Port de Prony

Une inspection visuelle du quai vraquier a été réalisée le 18 janvier 2024.

Seul des dépôts de résidus issus des déchargements de solides (soufre, charbon, calcaire) sont constatés.

Il n'y a pas eu de levé bathymétrique du merlon du quai vraquier par hydrographe lors de cette inspection. Le volume n'a pas été estimé. Les figures et photographies sont disponibles en ANNEXE 2.

Plusieurs tas de résidus issus des chargements sont constatés, le merlon atteint une hauteur maximum de 3 mètres par rapport au terrain naturel. D'après les relevés des scaphandriers, le merlon s'étale sur une longueur de 127m et une largeur de 5m.

## CONCLUSION

Le programme de surveillance du milieu marin pour l'année 2024 n'a pas été réalisé conformément aux textes réglementaires. En effet, l'année 2024 a été marquée par des circonstances exceptionnelles ayant empêché la mise en œuvre des campagnes de suivi habituelles. En début d'année, l'absence de budget alloué à la surveillance du milieu marin a conduit à l'impossibilité de lancer les suivis dans les délais prévus. Lorsque les autorisations nécessaires ont pu être obtenues, le contexte social s'est fortement dégradé, entraînant des perturbations majeures sur le terrain. Le site industriel a été totalement bloqué et inaccessible jusqu'à la fin de l'année, empêchant toute reprise des activités de surveillance jusque début décembre 2024.

Début décembre différentes campagnes de surveillance ont été réalisées (suivi de l'état de santé des peuplements récifaux et des organismes associés) et d'autres débutées (suivi des densités de flux verticaux de particules et suivi des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur). Le choix du type de surveillance s'est porté sur le caractère intégrateur du type de suivi et une surveillance dans le cadre d'une reprise d'activité. Par ailleurs, l'année 2024 a été marquée par une baisse de l'activité industrielle et minière, sans incident, et avec des niveaux de rejet inférieurs aux années précédentes, l'arrêt de la surveillance ne représente donc qu'une interruption dans l'acquisition de donnée sans conséquence pour l'évaluation de l'état de santé du milieu. Les résultats historiques depuis 2009, font le constat d'une absence d'impact sur l'état de santé du milieu marin. Plusieurs types de suivis (taux d'accumulation sédimentaire, qualité des sédiments) ont un caractère intégrateur et la surveillance ne perdra pas en qualité de résultat.

Pour conclure, même si des lacunes de données sur une année calendaire sont sans équivoque, elles n'ont pas de conséquence dans l'acquisition d'informations et de connaissance pour ce milieu largement surveillé historiquement et dont les impacts sont connus et suivis.

## **ANNEXE I : Rapport de mission de décembre 2024. Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés.**



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

**Mission décembre 2024**

**Compte-rendu de Mission**

**PROJET GORO NICKEL**

**PRONY RESOURCES NC**

**SARL AQUA TERRA - Capital : 1 000 000 XPF**

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





*Caractéristiques du dossier :*

<b>Référence du document</b>	CR 042-24 V01	
<b>Référence du contrat</b>	PO n°L61141 / 0001 du 06/11/23	
<b>Numéro de l'affaire</b>	042-24	
<b>Client</b>	Prony Resources NC	
<b>Commune</b>	Mont Dore	
<b>Coordonnées (RGNC 91-93 Lambert)</b>	X Y	493 000 206 000
<b>Mots clés</b>	projet Goro Nickel, ichtyologie, communautés récifales, biocénoses marines, suivis environnementaux, LIT, mine, port, émissaire	

*Suivi des modifications :*

N° de version	Transmis à	Action / Etat	Date
00	AQUA TERRA	En interne : pour relecture pour contrôle qualité	12/2024 – 01/2025
	Experts partenaires	CRR remis (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture du fond	
01	Prony Resources	CR final remis au Client (format électronique)	17/01/2025

*Les responsables du suivi des modifications sont :*

<b>Maître d'Ouvrage</b>	
<b>Entreprise</b>	

N° Document	Émis le	Par	Approuvé par	Le
CR 042-24 V01	17/01/2025	AQUA TERRA		



Dans un souci constant de préserver l'environnement, nos rapports sont imprimés sur du papier certifié nos toners sont éliminés via une filière agréée.



en recto-verso et



## T a b l e   d e s   M a t i è r e s

<b>T A B L E   D E S   M A T I È R E S .....</b>	<b>3</b>
<b>L I S T E   D E S   C A R T E S .....</b>	<b>4</b>
<b>L I S T E   D E S   T A B L E A U X .....</b>	<b>4</b>
<b>L I S T E   D E S   P H O T O G R A P H I E S .....</b>	<b>4</b>
<b>1   P R E A M B U L E .....</b>	<b>5</b>
<b>2   Z O N E   D' E T U D E .....</b>	<b>5</b>
<b>3   P R E S E N T A T I O N   E T   R E P O R T A G E   P H O T O   P A R   S T A T I O N .....</b>	<b>7</b>
3.1   S T A T I O N   0 1 = C A S Y .....	7
3.2   S T A T I O N   0 2 = C R E E K   B A I E   N O R D .....	10
3.3   S T A T I O N   0 3 = P O R T .....	13
3.4   S T A T I O N   0 4 = W O O D I N .....	16
3.5   S T A T I O N   0 5 = R E C I F   I O R O .....	19
3.6   S T A T I O N   0 6 = B A N C   I O N O N T E A .....	22
3.7   S T A T I O N   0 7 = B A S S E   C H A M B E Y R O N .....	25
3.8   S T A T I O N   0 8 = P O I N T E   P U K A .....	28
3.9   S T A T I O N   0 9 = B A N C S   K I E .....	31
3.10   S T A T I O N   1 0 = I L O T   K I E .....	34
3.11   S T A T I O N   1 1 = R E C I F   T O E M O .....	37
3.12   S T A T I O N   1 2 = I L O T   U G O .....	40

## Liste des Cartes

<i>Carte 04 : Localisation de la station 02 (Creek baie nord)</i> .....	11
<i>Carte 09 : Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)</i> .....	26

## Liste des Tableaux

<i>Tableau 01 : Coordonnées des stations d'échantillonnage</i> .....	5
--	---

## Liste des Photographies

<i>Photographie 01 : Position en surface par rapport à la pointe sud de l'îlot (ST01)</i> .....	8
<i>Photographie 02 : Vue d'ensemble des transects (ST01, présente mission)</i> .....	9
<i>Photographie 03 : Position en surface par rapport à la côte (ST02)</i> .....	11
<i>Photographie 04 : Vue d'ensemble des transects (ST02, présente mission)</i> .....	12
<i>Photographie 05 : Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03)</i> .....	14
<i>Photographie 06 : Vue d'ensemble des transects (ST03, présente mission)</i> .....	15
<i>Photographie 07 : Position en surface par rapport à la côte (ST04)</i> .....	17
<i>Photographie 08 : Vue d'ensemble des transects (ST04, présente mission)</i> .....	18
<i>Photographie 09 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05)</i> .....	20
<i>Photographie 10 : Vue d'ensemble des transects (ST05, présente mission)</i> .....	21
<i>Photographie 11 : Position en surface (ST06)</i> .....	23
<i>Photographie 12 : Vue d'ensemble des transects (ST06, présente mission)</i> .....	24
<i>Photographie 13 : Position en surface (ST07)</i> .....	26
<i>Photographie 14 : Vue d'ensemble des transects (ST07, présente mission)</i> .....	27
<i>Photographie 15 : Position en surface par rapport à la côte (ST08)</i> .....	29
<i>Photographie 16 : Vue d'ensemble des transects (ST08, présente mission)</i> .....	30
<i>Photographie 17 : Position en surface (ST09)</i> .....	32
<i>Photographie 18 : Vue d'ensemble des transects (ST09, présente mission)</i> .....	33
<i>Photographie 19 : Position en surface (ST10)</i> .....	35
<i>Photographie 20 : Vue d'ensemble des transects (ST10, présente mission)</i> .....	36
<i>Photographie 21 : Position en surface par rapport à la côte (ST11)</i> .....	38
<i>Photographie 22 : Vue d'ensemble des transects (ST11, présente mission)</i> .....	39
<i>Photographie 23 : Position en surface par rapport à la côte (ST12)</i> .....	41
<i>Photographie 24 : Vue d'ensemble des transects (ST12, présente mission)</i> .....	42

## 1 Préambule

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, Prony Resources NC réalise un suivi régulier du milieu marin.

Ce document est le compte-rendu de la campagne de l'année 2024, réalisée lors du 2<sup>nd</sup> semestre (décembre 2024, S51).

La mission était menée par la SARL AQUA TERRA, avec comme chef de palanquée, avec une équipe de plongeurs scientifiques aidé par un support technique (pilote, sécurité surface, « installateur » des rubans mètres, gonfleur des blocs). Les experts étaient :

- ↳ (AQUA TERRA) : échantillonnage du substrat (LIT), photographies sous-marines
- ↳ (ACREM) : inventaire des communautés ichtyologiques, enregistrements vidéo (films)
- ↳ (BIOCENOSE MARINE) : inventaire des communautés benthiques, photographies sous-marines.

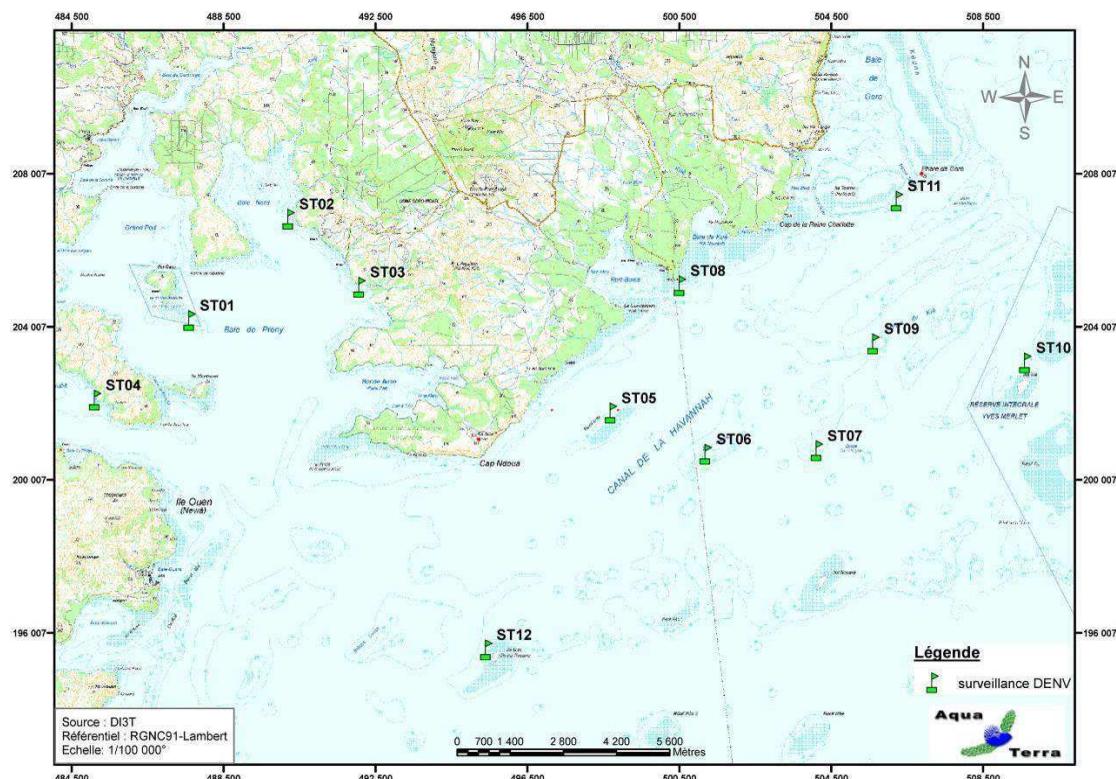
## 2 Zone d'étude

Le réseau de surveillance qui a été mis en place comprend 12 stations, réparties dans la baie de Prony, le canal Woodin et le canal de la Havannah (cf. [carte 01](#) & [carte 02](#)). Leurs coordonnées sont données dans le [tableau 01](#).

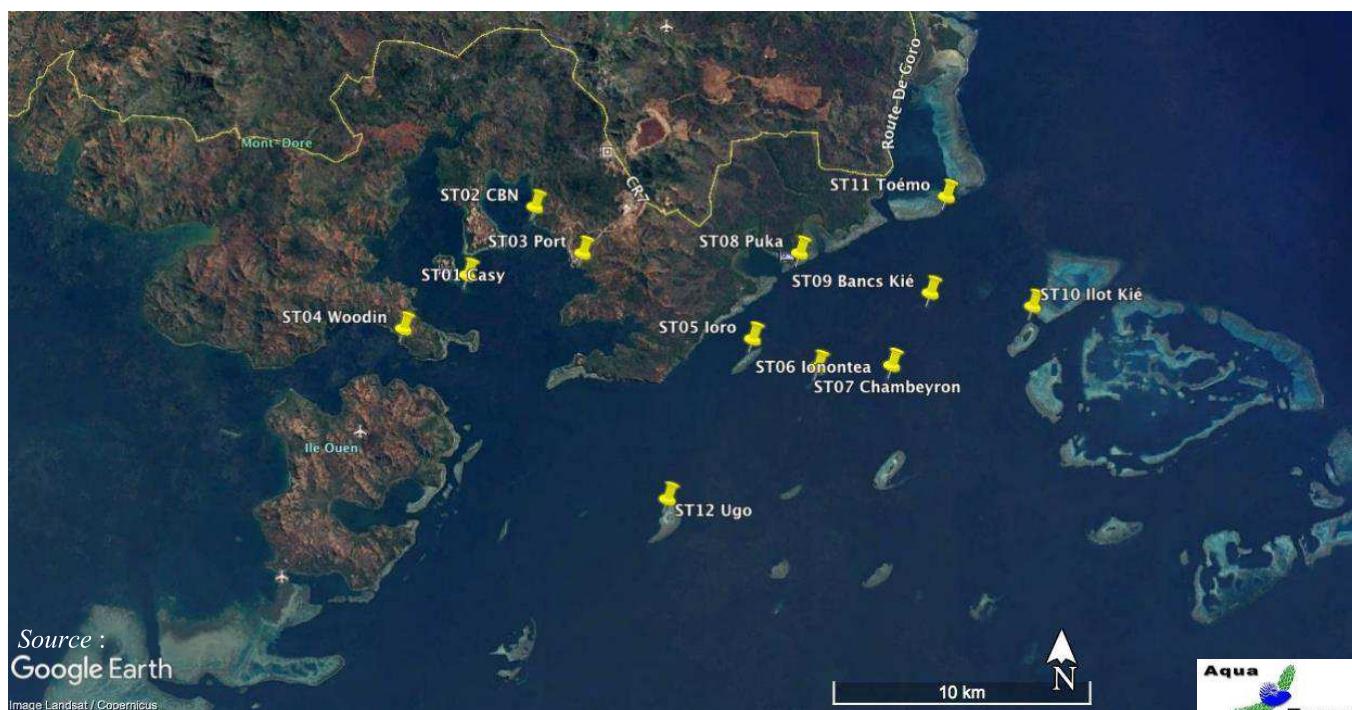
La station ST10 est située dans la réserve Merlet et nécessite une autorisation spéciale pour y pénétrer, délivrée par la province Sud.

Tableau 01 : Coordonnées des stations d'échantillonnage

STATIONS		Coordonnées (RGNC 91-93 Lambert)		
		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



Carte 01 : Localisation des stations sur carte topographique



Carte 02 : Localisation des stations sur photographie aérienne



### 3 Présentation et reportage photo par station

#### 3.1 Station 01 = Casy

<b>Localisation géographique</b>	Sud du platier de l'îlot Casy.
<b>Nombre transects</b>	2 transects positionnés sur la pente sédimentaire proche du platier (pente très douce). La pente est trop faible pour pouvoir installer un troisième transect (à 20 m de profondeur) à une distance raisonnable.
<b>Description transects</b>	Sont installés à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre afin d'atteindre une profondeur de 7 et 10 mètres avec une orientation sud-est / nord-ouest.
	Une colonie de <i>Lobophyllia corymbosa</i> , de 2 m de diamètre, sert de point de repérage pour la fin du transect A.

#### Description générale

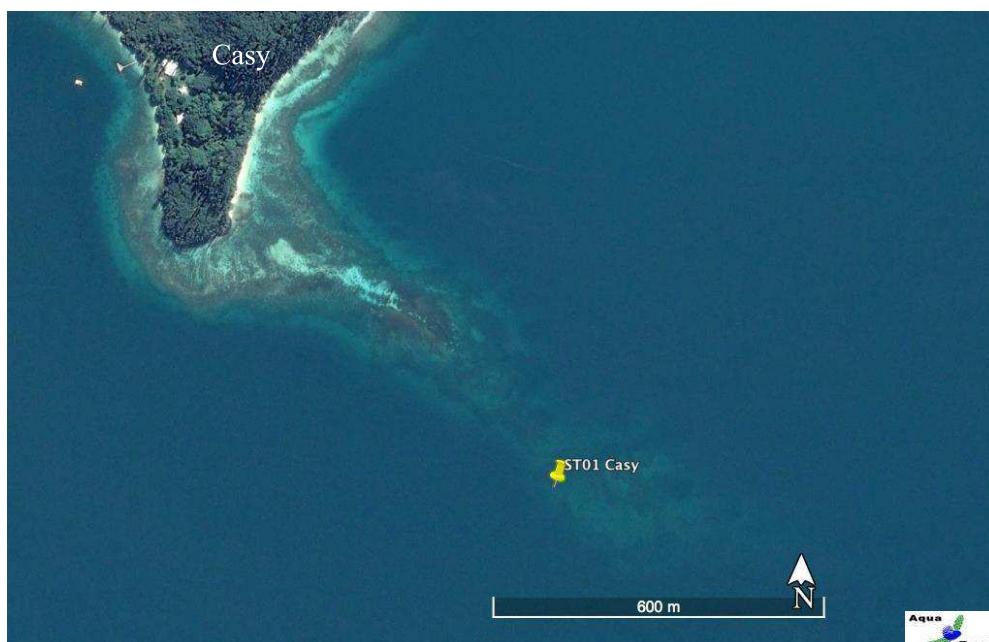
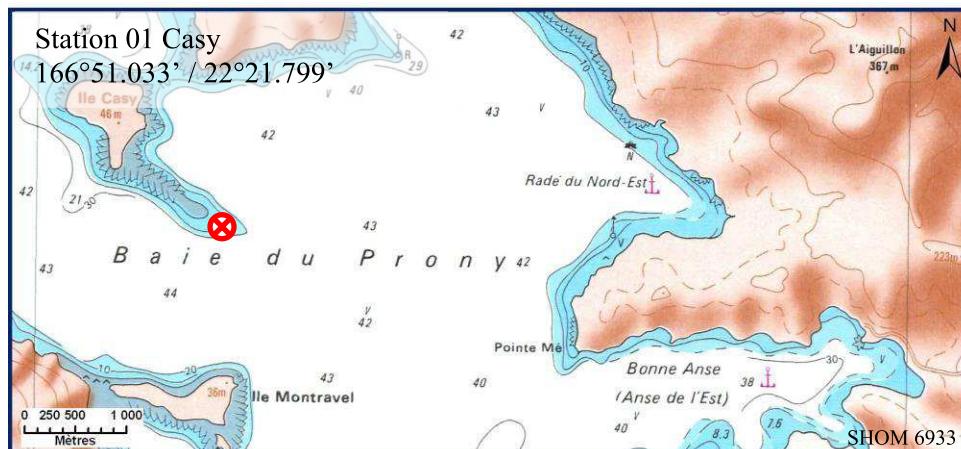
La pente douce récifale est constituée de sable coquillé sur lequel repose de nombreux massifs coralliens ainsi que de nombreux débris. Les organismes benthiques colonisent préférentiellement ce substrat dur. Les alcyonaires du genre *Sarcophyton* sont particulièrement bien développés et les algues brunes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

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

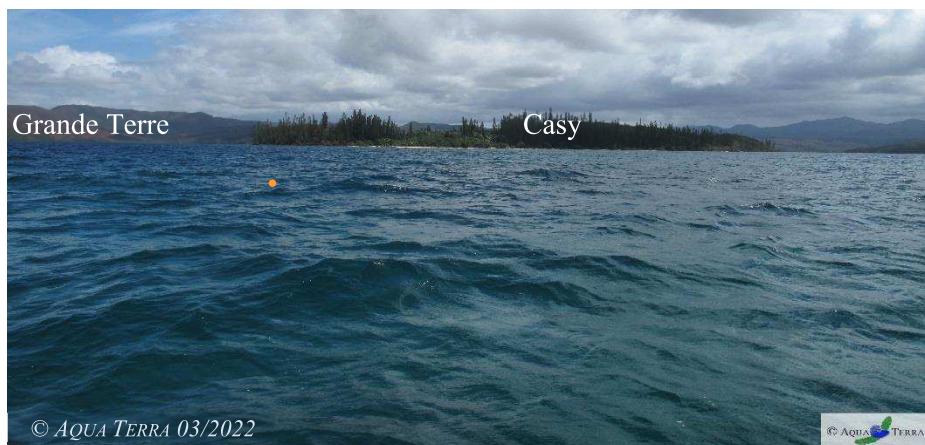
Une prolifération d'*Acanthaster planci* a entraîné une mortalité corallienne très importante.

La taille des colonies coraliennes scléractiniaires survivantes est d'ordre décimétrique (*Pocillopora damicornis*, *Barabattoia amicorum*, *Galaxea fascicularis*, *Acanthastrea echinata*, *Goniastrea* cf. *pectinata*). Seuls les genres *Acropora* de forme tabulaire et une colonie de *Lobophyllia corymbosa* réussissent à s'édifier et dépasser la taille métrique.

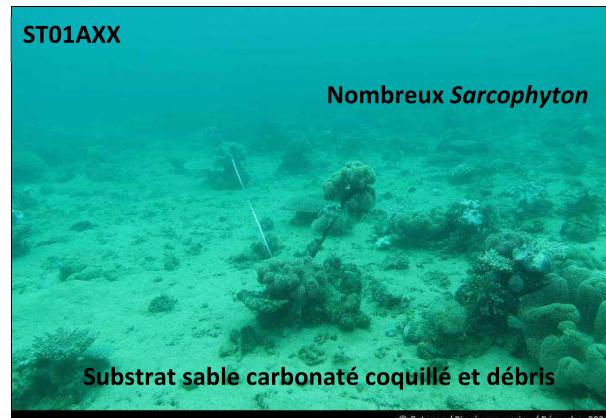
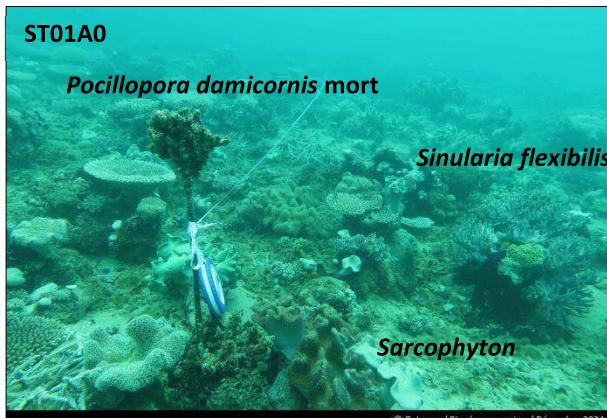
La richesse spécifique et le recouvrement corallien sont devenus très faibles (attaque des *Acanthaster* + manque de substrat dur particulièrement en B).



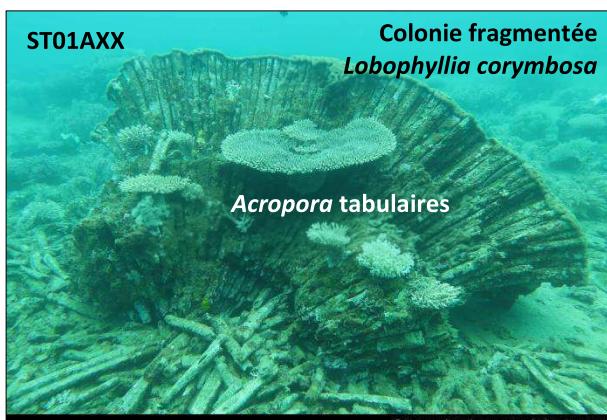
Carte 03 : Localisation de la station 01 (Casy)



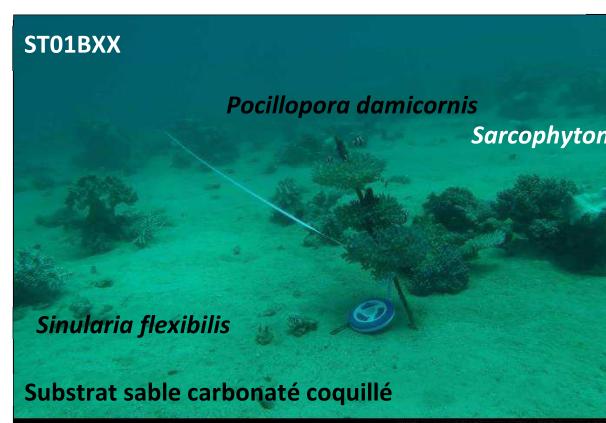
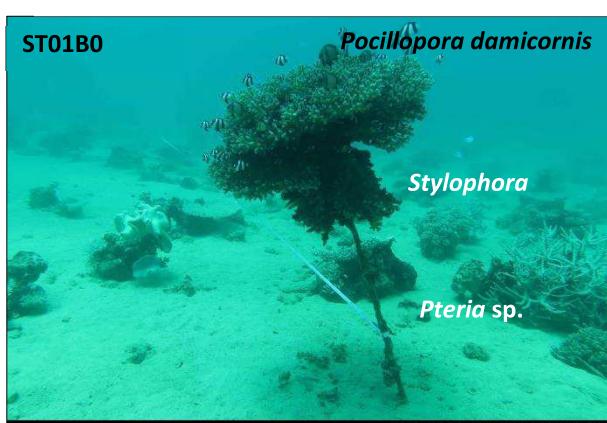
Photographie 01 : Position en surface par rapport à la pointe sud de l'ilot (ST01)



Pente sédimentaire avec de nombreux alcyonaires. Les colonies corallines s'édifient à nouveau (suite aux proliférations d'*Acanthaster*)



Les colonies corallines sont en bon état de santé



Pente sédimentaire recouverte par alcyonaires et petits massifs coralliens métriques dispersés

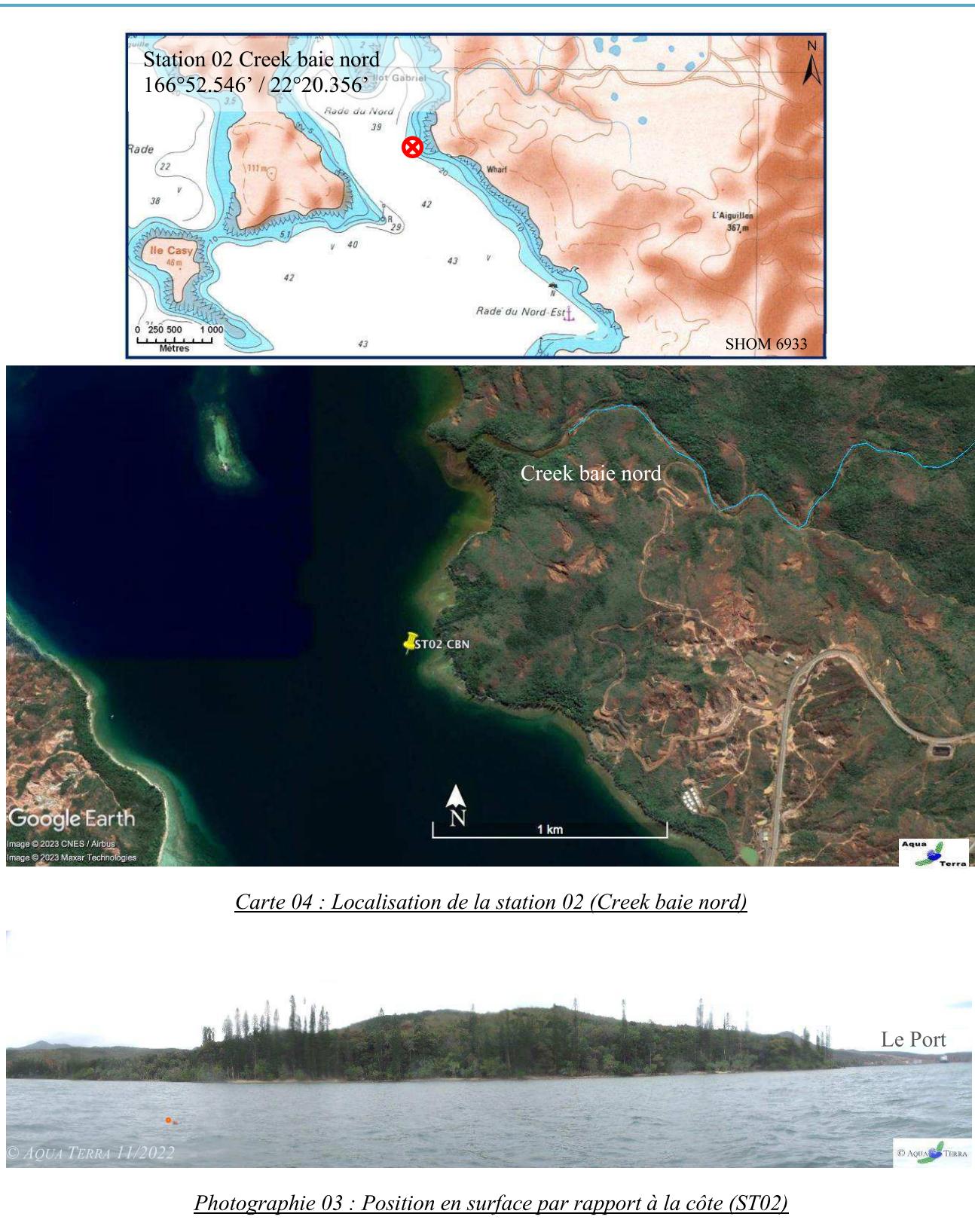
Photographie 02 : Vue d'ensemble des transects (ST01, présente mission)

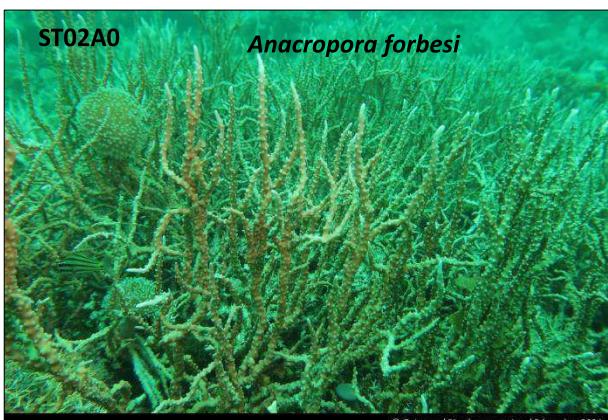
### 3.2 Station 02 = Creek baie nord

<b>Localisation géographique</b>	Au sud de l'embouchure du creek de la Baie nord, à proximité d'un petit récif (langue récifale), face à un amas rocheux sur la plage.
<b>Nombre transects</b>	2 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été installés à 10 et 12 mètres de profondeur, avec une orientation du sud vers le nord.

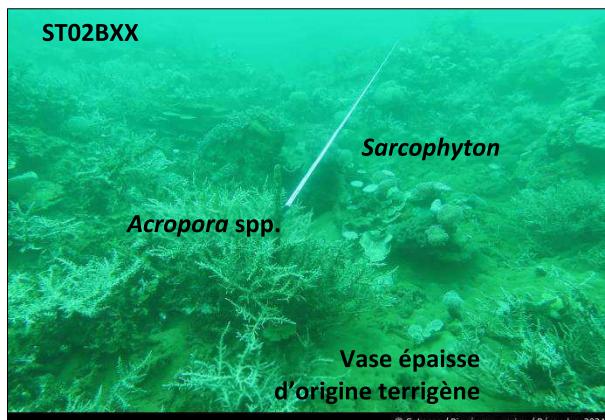
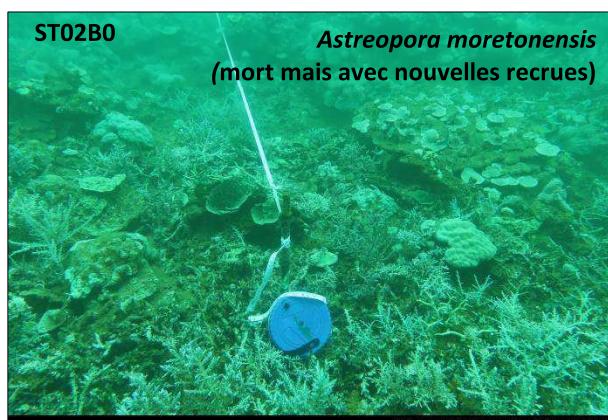
#### Description générale

Cette station est originale par l'importance de la richesse spécifique corallienne, la rareté des espèces coraliennes qui lui sont inféodées et par une multitude d'alcyonaires recouvrant le substratum (particulièrement le genre *Sarcophyton*). Les espèces benthiques vivant dans ce biotope sont adaptées aux conditions de turbidité soutenues et à un taux de sédimentation important (elles développent différentes stratégies d'adaptation pour s'établir et survivre : peu demandeuses de lumière, grands polypes, sécrétion de mucus et/ou croissance rapide).





**Développement important d'algues (*Halimeda* et *Lobophora*)  
à travers la base des colonies coraliennes branchues et des colonies mortes en place**



**Pente sédimentaire vaseuse avec nombreux massifs coralliens de taille métrique. Nouvelle croissance des colonies coraliennes suite à la mortalité causée par les *Acanthaster*. Les colonies mortes en place sont colonisées au fur et à mesure par des recrues**

*Photographie 04 : Vue d'ensemble des transects (ST02, présente mission)*

### 3.3 Station 03 = Port

<b>Localisation géographique</b>	Au sud-est des quais du port de Goro (à +/- 150 m au plus près). Un petit creek (visible sur la photographie aérienne de la carte 05) débouche sur la côte, légèrement à l'est.
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été installés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 13 mètres de profondeur, dans une direction est-ouest.
	<p>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.</p> <p>Le transect A est sur un substrat peu colonisé et composé de vase sableuse avec des débris coralliens.</p> <p>Le transect B est en milieu de pente récifale et il est composé principalement par des coraux branchus et des débris coralliens recouverts d'algues.</p> <p>Le transect C est situé en bas de pente et il est composé par de la vase d'origine terrigène et des petits massifs coralliens.</p>

#### Description générale

Cette station est située sur la pente récifale bordant un petit récif frangeant relativement bien préservé, mais la zone est fortement envasée. Cette sédimentation provient des apports terrigènes qui sont charriés par les creeks et les rivières autour de cette zone. Lors de précipitations de nombreuses particules terrestres sont entraînées par ruissellement dans les cours d'eau créant un panache turbide se répartissant dans la baie selon les courants.

En surface la visibilité peut être réduite à cause de l'apport d'eau douce de la rivière et de résurgences avec des matières en suspension (halocline : masse d'eau douce sur masse d'eau salée).

Le haut de la pente récifale (entre 3 et 6 m de profondeur) est composé de vase sableuse sur laquelle se développent des massifs coralliens épars et des *Halimeda gigas*. Ces blocs coralliens sont dispersés de manières hétérogènes et sont recouverts principalement par des algues brunes et de petites colonies coraliennes. Puis, à partir de 6 m de profondeur jusqu'en bas de pente, la pente récifale devient plus inclinée et le dépôt sédimentaire est de plus en plus important avec la profondeur. Le développement corallien va être en relation avec ce facteur limitant :

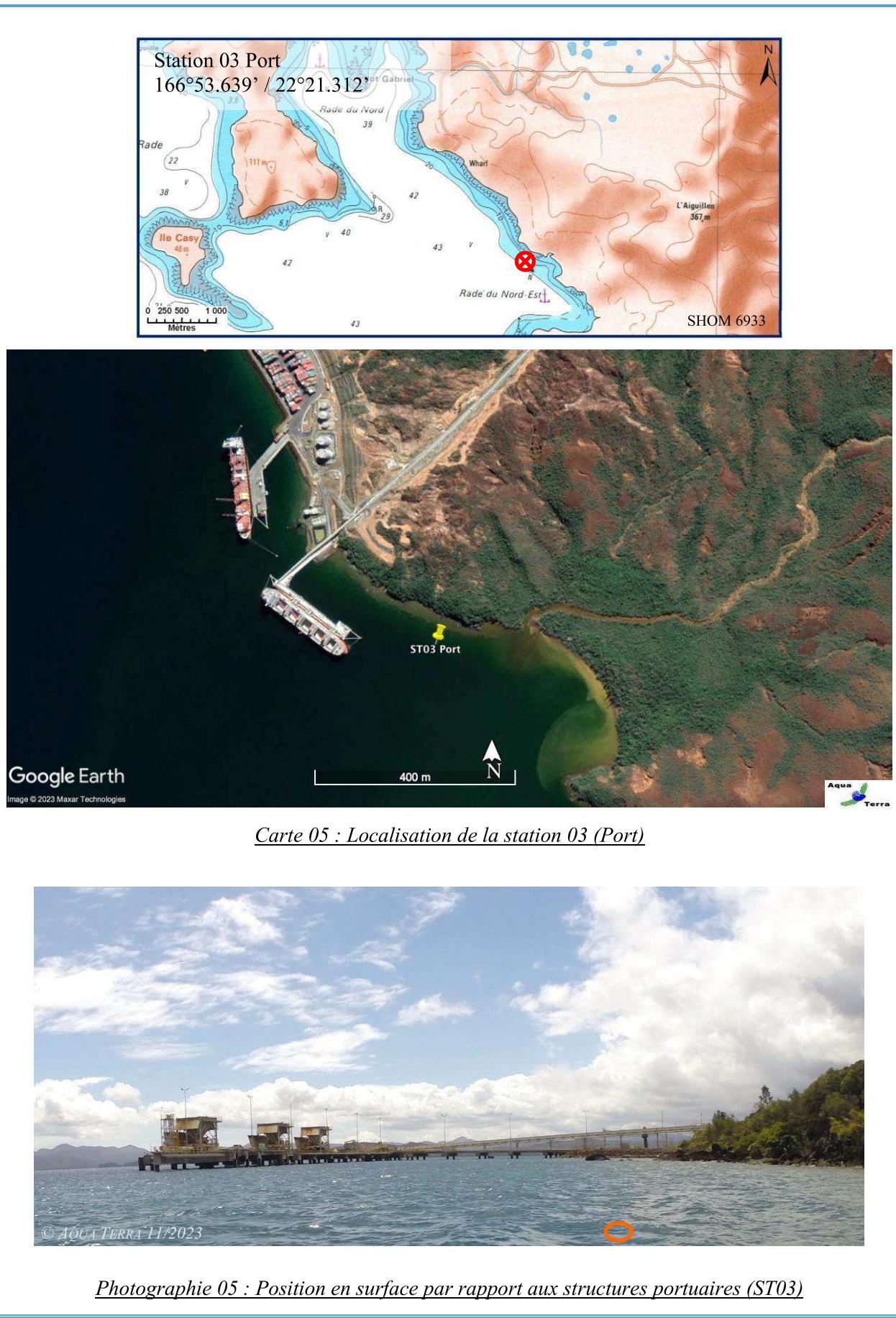
→ Les coraux branchus et les coraux à longs polypes vont se développer préférentiellement.

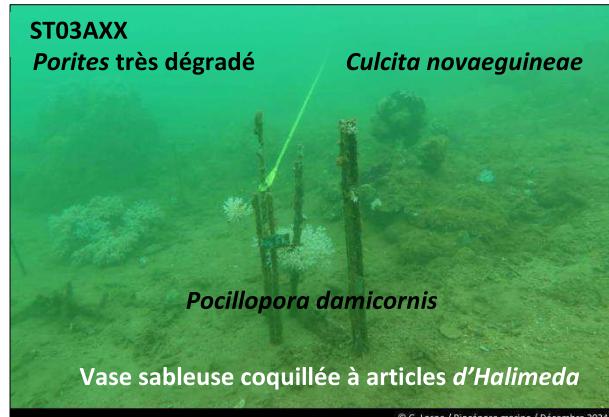
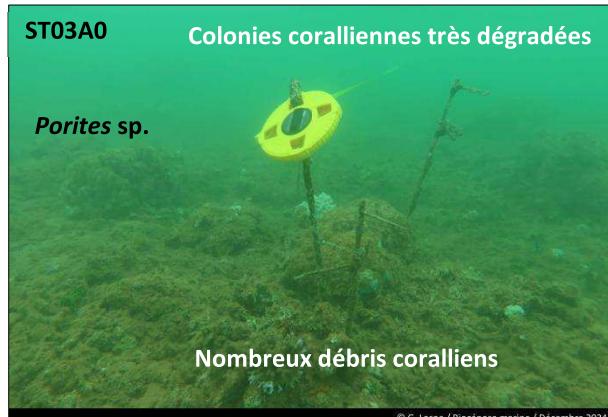
Pour les coraux branchus, la croissance est plus rapide que l'envasement, les colonies ne sont jamais recouvertes.

Pour les coraux à longs polypes, les colonies coraliennes peuvent se dégager des dépôts vaseux par l'intermédiaire de leurs longs polypes.

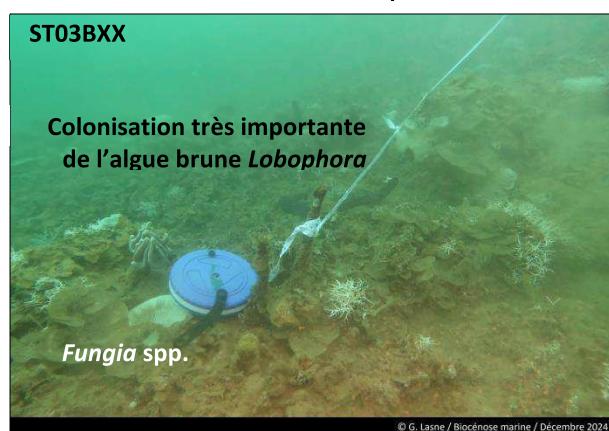
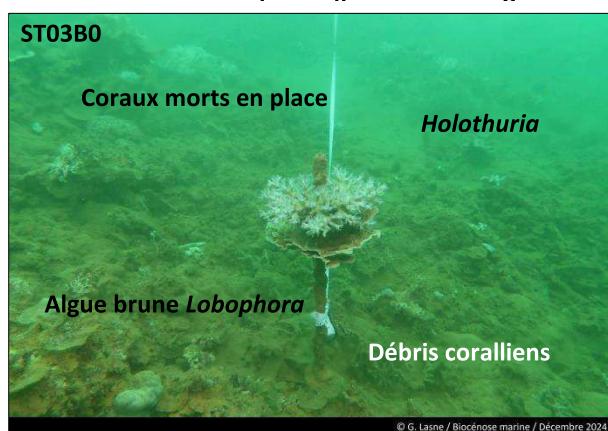
→ Les colonies vont être de plus en plus petites avec la profondeur : en bas de pente récifale les colonies coraliennes sont la plupart du temps de taille décimétrique et leur assemblage caractérise un milieu turbide.

**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 coraliennes (pouvant entraîner des proliférations de cyanobactéries et la présence de *Culcita*, astérie corallivore).**

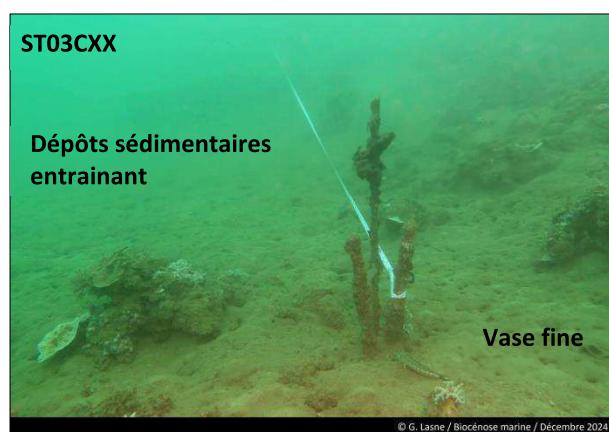
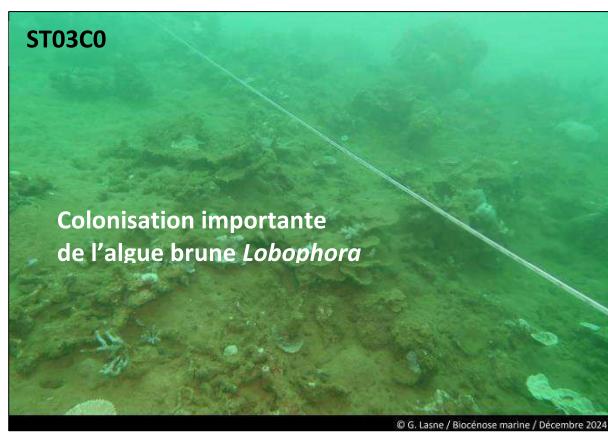




NOMBREUSES COLONIES CORALLIENNES DÉGRADÉES (HYPERSÉDIMENTATION). SUBSTRAT COMPOSÉ DE VASE SABLEUSE COQUILLÉE (PARTICULES TERRIGÈNES À ARTICLES D'*HALIMEDA* ET DÉBRIS CORALLIENS)



NOMBREUSES COLONIES CORALLIENNES MORTES EN PLACE (HYPER SÉDIMENTATION ET ANCIENNES PROLIFÉRATION D'*ACANTHASTER*). COLONISATION TRÈS IMPORTANTE DE L'ALGUE BRUNE *LOBOPHORA*



Photographie 06 : Vue d'ensemble des transects (ST03, présente mission)

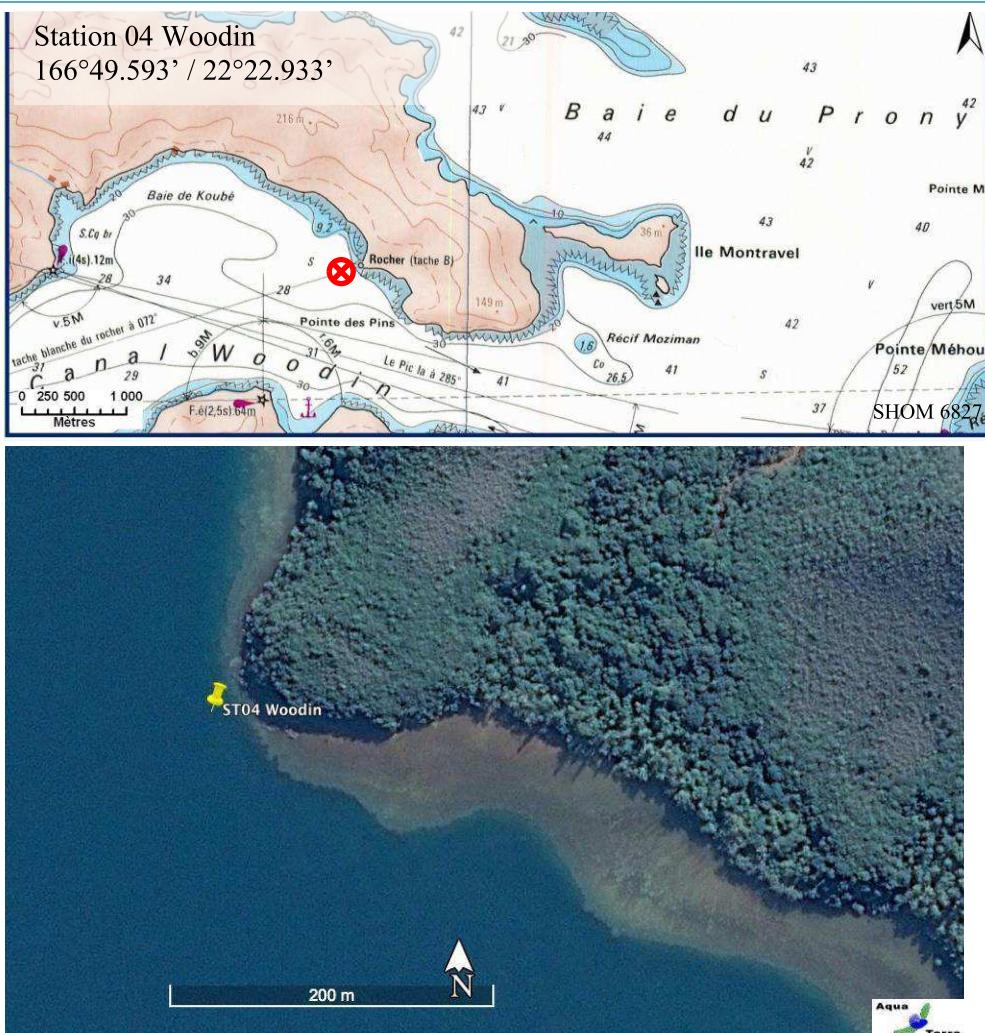
### 3.4 Station 04 = Woodin

<b>Localisation géographique</b>	Face à un rocher blanc qui se trouve en bordure du rivage est du canal Woodin (photographie 07). 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 modérée).
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés à 4, 11 et 21 mètres de profondeur afin de décrire chaque zone, en parallèle à la pente et dans une direction du sud-est vers le nord-ouest.
	<p>Sur le transect A la colonisation des <i>Millepora</i> et de <i>Seriatopora hystrix</i> est importante.</p> <p>Le transect B est installé dans une zone à éboulis de blocs et débris coralliens branchus. La zone a subi un effondrement gravitaire provenant de l'étage supérieur. Un cyclone a certainement arraché les massifs du sommet de la pente. Les conditions hydrodynamiques sont encore importantes (courants de marées) et la luminosité réduite de manière significative avec la profondeur.</p> <p>Le transect C est en bas de pente dans une zone sableuse où de grandes colonies de <i>Tubastrea micrantha</i> s'édifient et dominent le paysage.</p>

#### Description générale

La station est installée sur le front récifal d'un récif frangeant. La pente est abrupte ( $40^\circ$ ), nivélée par trois étages de communautés corallliennes distinctes.

Cette station présente un écosystème qui est singulier en Nouvelle-Calédonie : en sommet de récif frangeant, les *Millepora* forment de grands massifs de 3 mètres de diamètre et les *Seriatopora 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 corallliennes ainsi que des massifs de *Millepora* et des *Tubastraea micranthus*. En bas de tombant, les colonies de *Tubastraea micranthus* sont remarquablement bien développées.



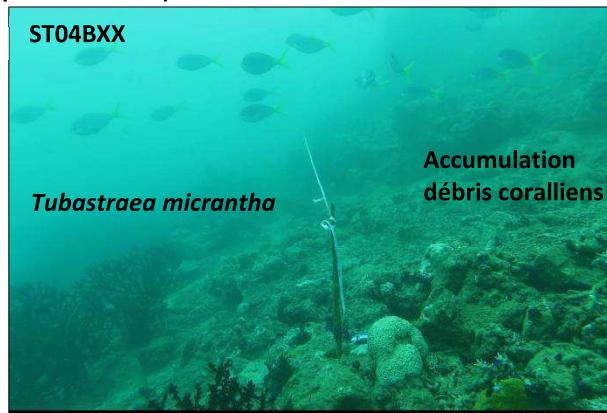
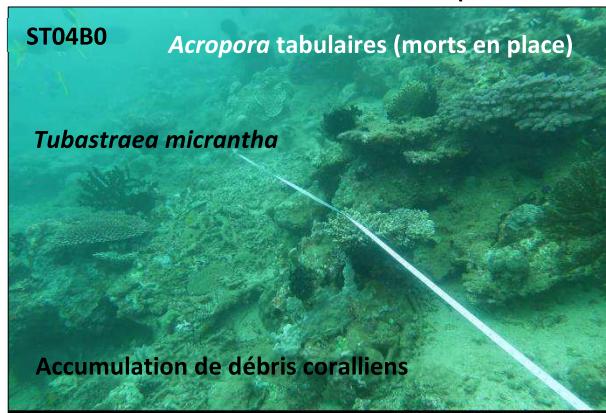
*Carte 06 : Localisation de la station 04 (Woodin)*



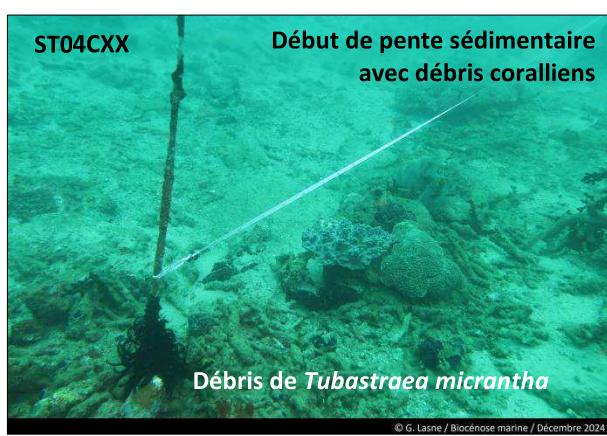
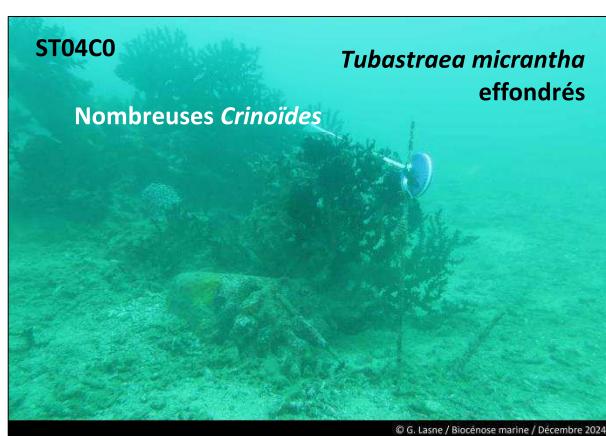
*Photographie 07 : Position en surface par rapport à la côte (ST04)*



Les colonies corallines ont une bonne croissance (*Seriatopora* et *Acropora*) malgré des dégradations mécaniques (événements dépressionnaires)



Les colonies corallines mortes en place sont encore très nombreuses suite aux anciennes prolifération d'*Acanthaster*



Les colonies de *Tubastraea micrantha* s'édifient et s'effondrent sur la pente récifale (en B et C)

Photographie 08 : Vue d'ensemble des transects (ST04, présente mission)

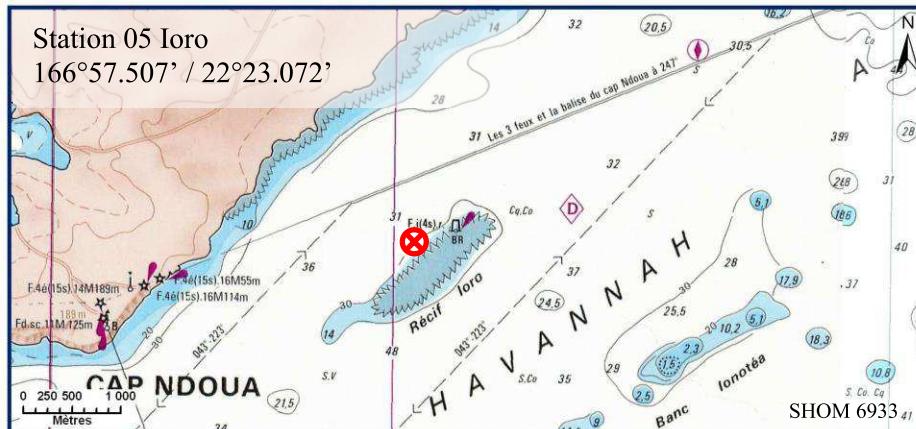
### 3.5 Station 05 = Récif Ioro

<b>Localisation géographique</b>	Façade nord-ouest du récif de Ioro, sous le vent, à environ 200 mètres dans le sud-ouest du feu signal de Ioro ( <a href="#">photographie 09</a> ). Ce récif est ennoyé et soumis aux courants de marée et subit sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés et à son exposition au large, alors que sa façade ouest est plus protégée.
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 20 mètres de profondeur et sont orientés du sud-ouest vers le nord-est.
	<p>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 <i>Porites</i> et des massifs coralliens épars. Ces derniers sont recouverts principalement par des corallines et des colonies coralliniennes de taille décimétrique. Des <i>Cliona</i> encroûtent quelques coraux massifs (taille métrique).</p> <p>Le transect B se caractérise par un recouvrement important de débris, de blocs coralliens et de colonies de <i>Porites</i> (taille métrique) sur du sable coquillé. Les massifs coralliens sont épars, encore en place mais peu colonisés.</p> <p>Le transect C se situe en bas de pente sédimentaire (substrat sableux).</p>

#### Description générale

La façade nord-ouest du récif est composée par une pente sédimentaire détritique (sable, débris et blocs coralliens) inclinée à environ 35°.

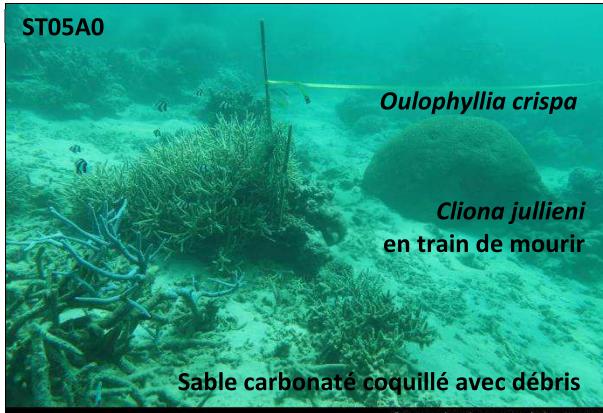
Des massifs coralliens de forme massive se développent particulièrement de la surface jusqu'à mi pente, laissant la place au fur et à mesure de la profondeur aux coraux branchus *Tubastraea micranthus* qui affectionnent les zones de courants.



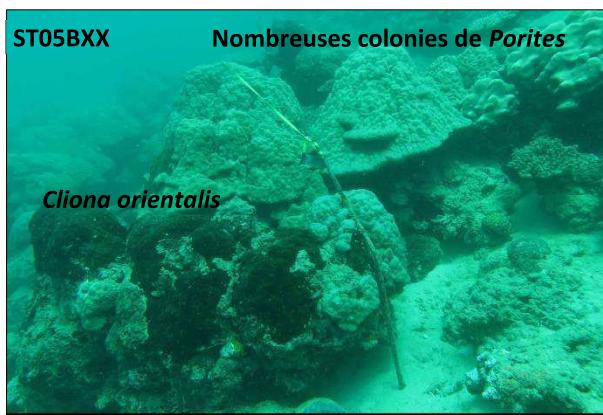
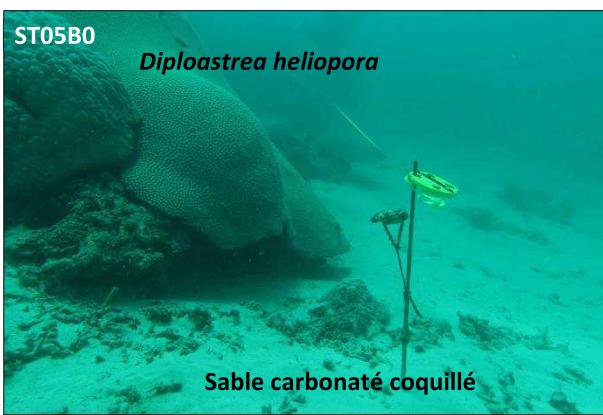
Carte 07 : Localisation de la station 05 (Ioro)



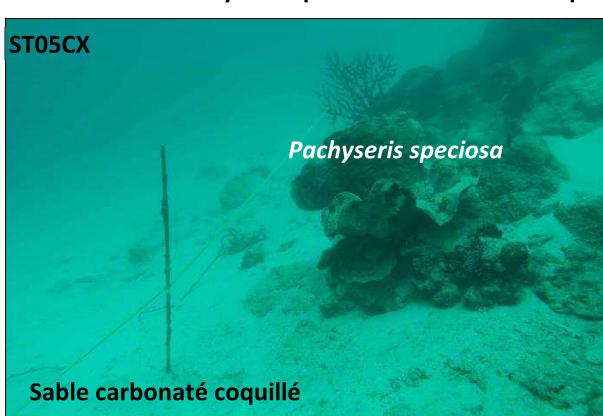
Photographie 09 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05)



De nombreuses espèces d'holothuries peuvent coloniser ce niveau bathymétrique (variations entre missions)



Le niveau bathymétrique médian est colonisé principalement par des colonies corallines massives



Pente sédimentaire de sable carbonaté coquillé avec quelques massifs coralliens métriques à plurimétriques colonisés par des colonies corallines dont *Tubastraea micrantha*

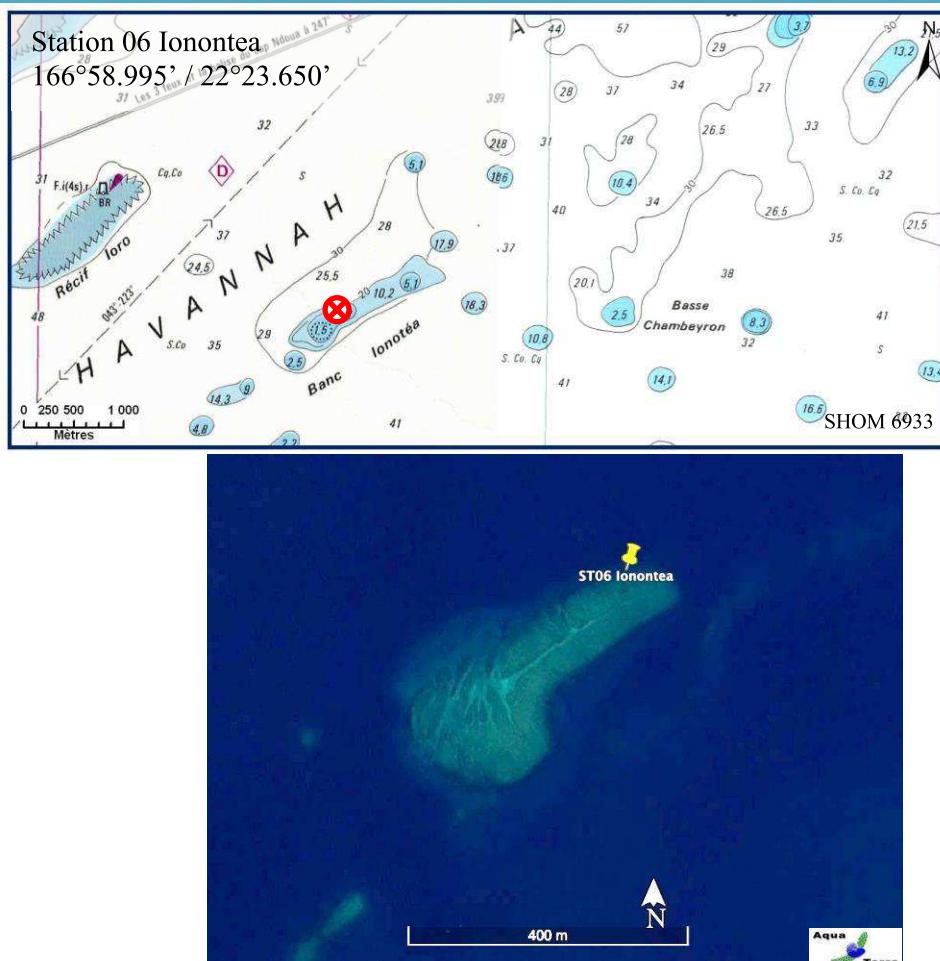
Photographie 10 : Vue d'ensemble des transects (ST05, présente mission)

### 3.6 Station 06 = Banc Ionontea

<b>Localisation géographique</b>	Au nord-est du banc Ionontea. Le banc Ionontea se situe au milieu du canal de la Havannah. Ce récif est totalement immergé (cf. photographie 11) et subit les forts courants de marée, l'assaut des trains de houle et le ressac. Selon les conditions et l'heure de marée il peut même se former un mascaret. Aucun abri n'est possible.
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés parallèlement à la rupture de pente sous une orientation du sud-ouest vers le nord-est à 9, 15 et 21 mètres de profondeur.
	<p>Le transect A se situe au début de la rupture de pente du récif.</p> <p>Le transect B se trouve au milieu de la pente qui est abrupte. Cette déclivité et les conditions hydrodynamiques intenses ont généré des effondrements de débris et de blocs coralliens (10 cm à 1 m) et retourné des <i>Acropora</i> tabulaires.</p> <p>Le transect C se situe en bas de pente. Au-delà, les massifs coralliens sont beaucoup plus espacés et le sable parsemé de débris, représente plus de 70 % du recouvrement.</p>

#### Description générale

La station est positionnée sur une pente abrupte inclinée entre 40-50° pour les profondeurs de 6 et 20 mètres. Le banc est recouvert à son sommet principalement par des coraux du genre *Acropora* tabulaires et sub massif *Pocillopora* puis par une algueaie 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.



*Carte 08 : Localisation de la station 06 (Ionontea)*



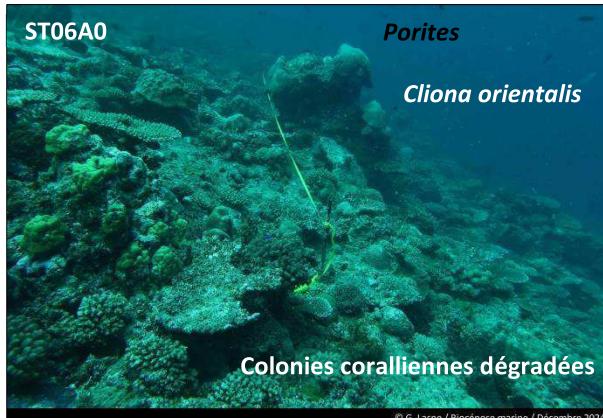
Vue vers la côte



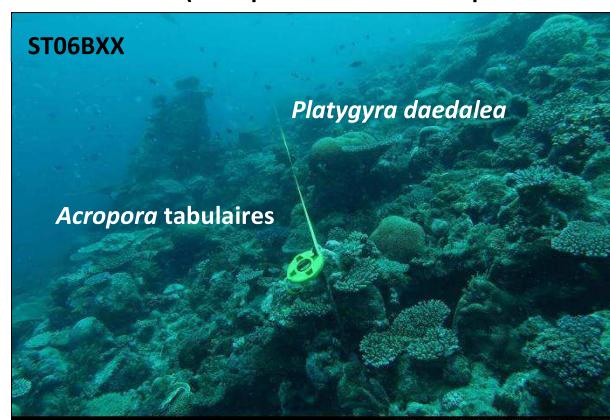
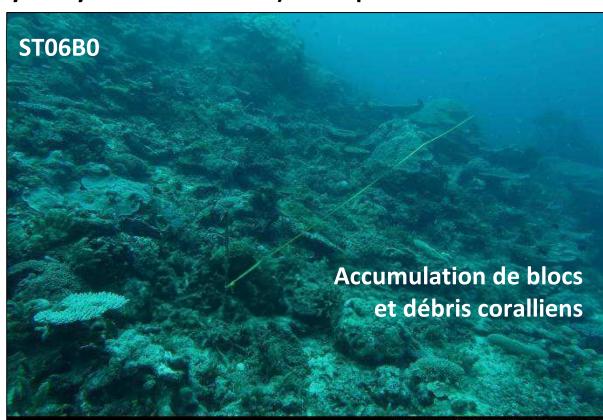
© AQUA TERRA 12/2024

O AQUA TERRA

*Photographie 11 : Position en surface (ST06)*



Des colonies robustes (dont *Acropora tabulaires*) colonisent le niveau bathymétrique supérieur (hydrodynamisme intense) ainsi que des colonies corallienes retournées (multiples évènements dépressionnaires)



De nombreux débris coralliens et colonies mortes ont dévalé la pente par gravité (milieu et bas de pente récifale)



Les cyanobactéries peuvent avoir un recouvrement très important (saisonnalité) mais ce n'est pas le cas pour cette mission

Photographie 12 : Vue d'ensemble des transects (ST06, présente mission)

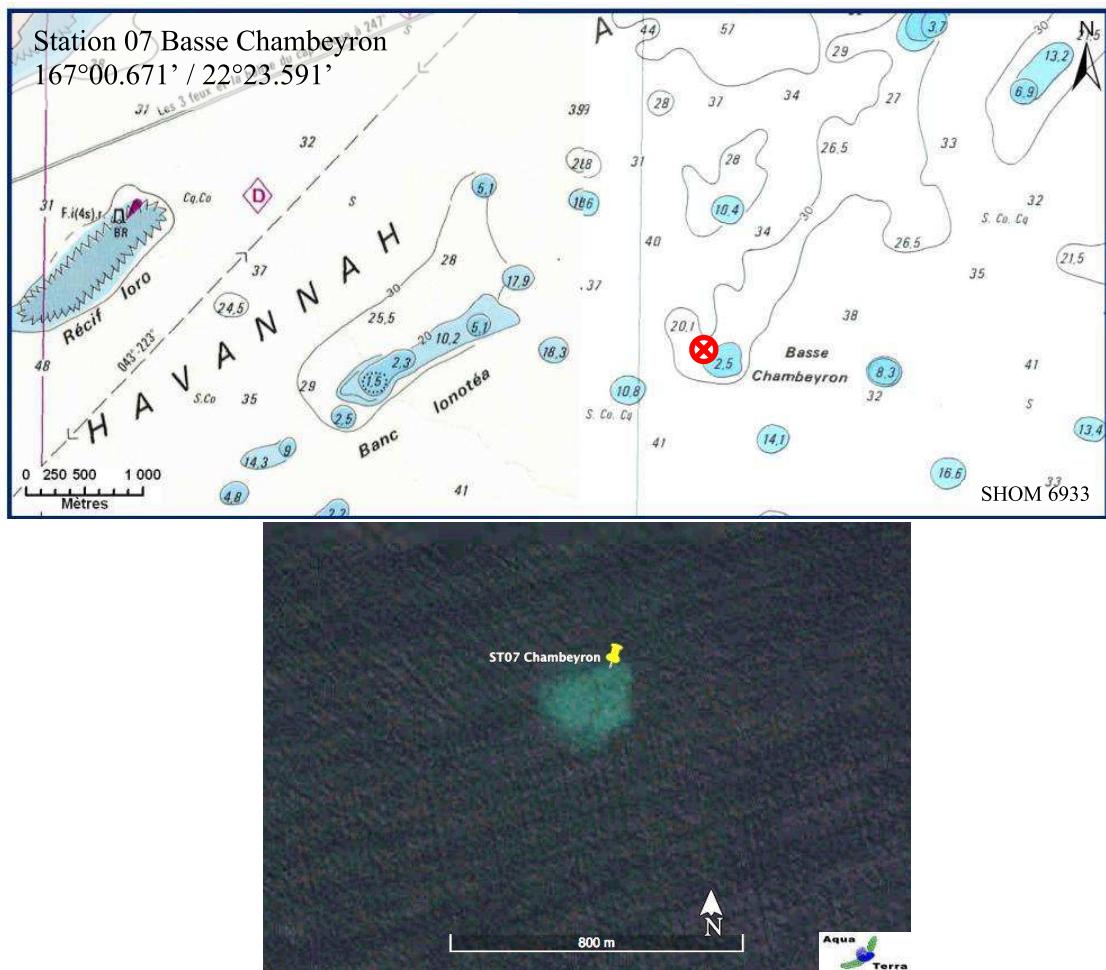
### 3.7 Station 07 = Basse Chambeuron

<b>Localisation géographique</b>	Dans la partie ouest du récif ennoyé de Basse Chambeuron. C'est un banc isolé, totalement ennoyé (cf. photographie 13) et qui subit les forts courants de marée, l'assaut des trains de houle et le ressac. Aucun abri n'est possible.
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés aux profondeurs de 7, 17 et 22 mètres, avec une orientation du nord-est vers le sud-ouest.
	Ils se placent depuis la rupture du tombant récifal jusqu'à la pente sédimentaire (zone d'accumulation de débris et de roche). Cette pente est d'environ 40°.

#### Description générale

Le haut du plateau est soumis à de violents ressacs et courants : la majeure partie du banc est arasée et les quelques scléractiniaires qui s'y maintiennent développent des morphoses robustes.

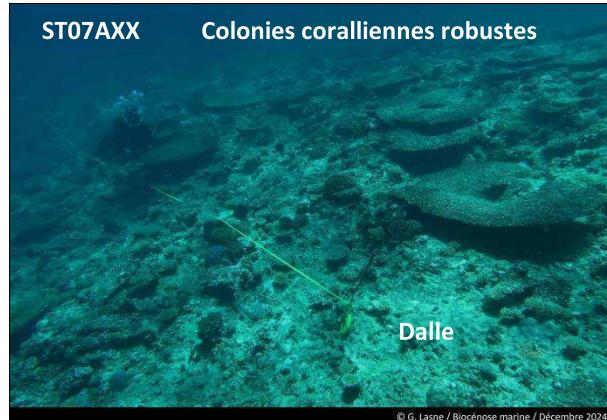
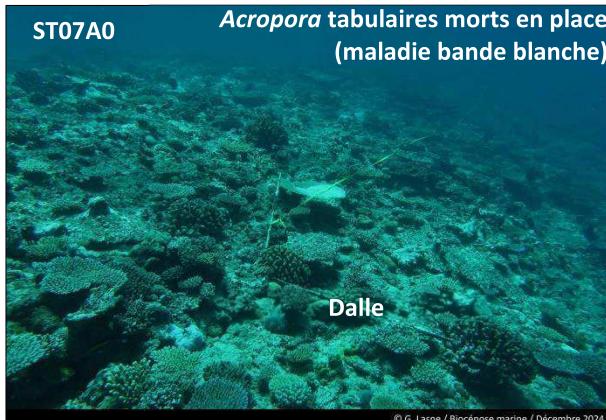
Sur le dessus du banc (3-5 mètres), les espèces sont adaptées au ressac et sont encore en place. Juste avant la rupture de pente (5 à 7 mètres) on trouve une zone d'*Acropora* branchu (*Acropora cf. formosa*) mono spécifique, qui résistait paradoxalement depuis plusieurs années mais qui a été très dégradée lors des événements cycloniques du début d'année 2011. Au-delà de 6-7 mètres, la pente est inclinée à 40°, la zone présente des séquelles de dégradations mécaniques (tempêtes et cyclones) comme l'atteste un nombre conséquent de roches et de débris coralliens de tailles variées. Par le phénomène d'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.



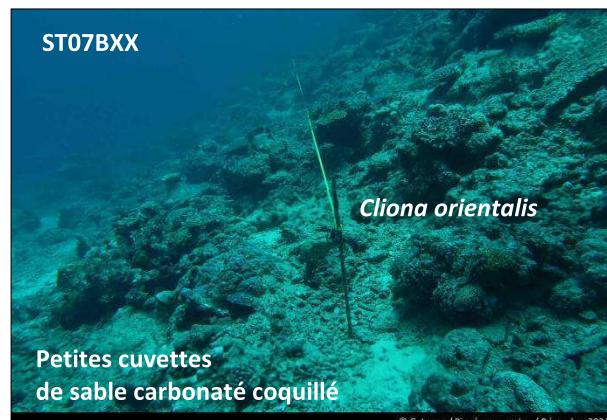
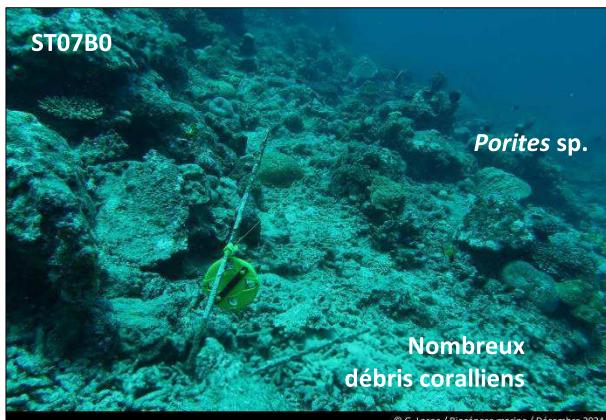
Carte 09 : Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)



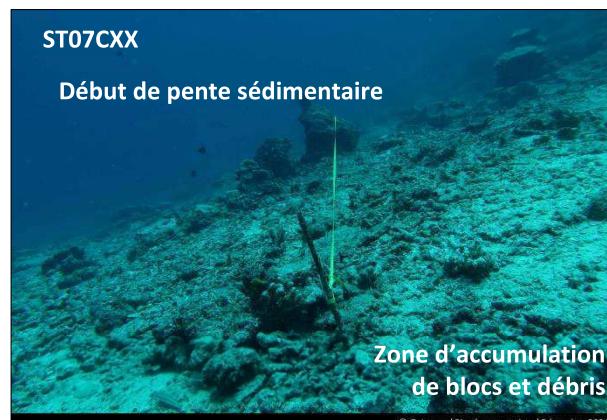
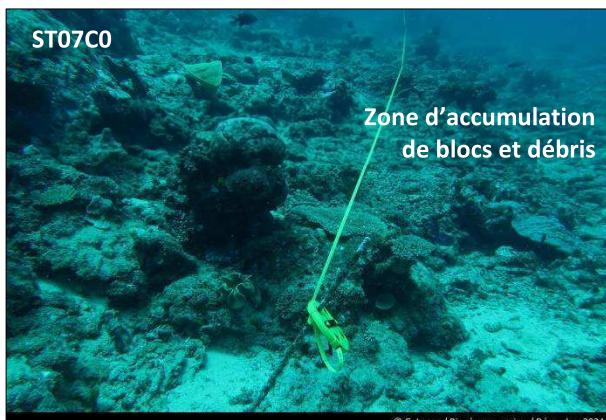
Photographie 13 : Position en surface (ST07)



**Deux couloirs d'effondrement de débris coralliens se déversent de part et d'autre de la station.**  
**Les colonies d'*Acropora* tabulaires s'édifient puis meurent (maladie bande blanche) au fur et à mesure des missions**



**De nombreux débris, blocs et colonies coraliennes arrachées et remobilisées ont dévalé la pente**



**Les cyanobactéries peuvent avoir un recouvrement très important selon les missions (saisonnalité)**

Photographie 14 : Vue d'ensemble des transects (ST07, présente mission)

### 3.8 Station 08 = Pointe Puka

<b>Localisation géographique</b>	Bordure du récif frangeant de la pointe Puka, au droit d'un gros amas rocheux proéminent sur le rivage, avec une petite tache blanche (photographie 15).
<b>Nombre transects</b>	2 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés perpendiculairement à la pente du récif frangeant à 9 et 12 mètres de profondeur dans un alignement du sud-ouest vers le nord-est.
	Le transect A a été installé au pied de deux éperons et traverse un sillon. Le transect B est éloigné d'une cinquantaine de mètres vers le sud du 1 <sup>er</sup> transect. Il est positionné sur la pente sédimentaire qui est composée de sable et de débris coralliens plus importants par rapport au transect supérieur (rupture de faciès). De grandes colonies de <i>Porites lobata</i> de taille pluri métrique permettent de repérer ce transect.

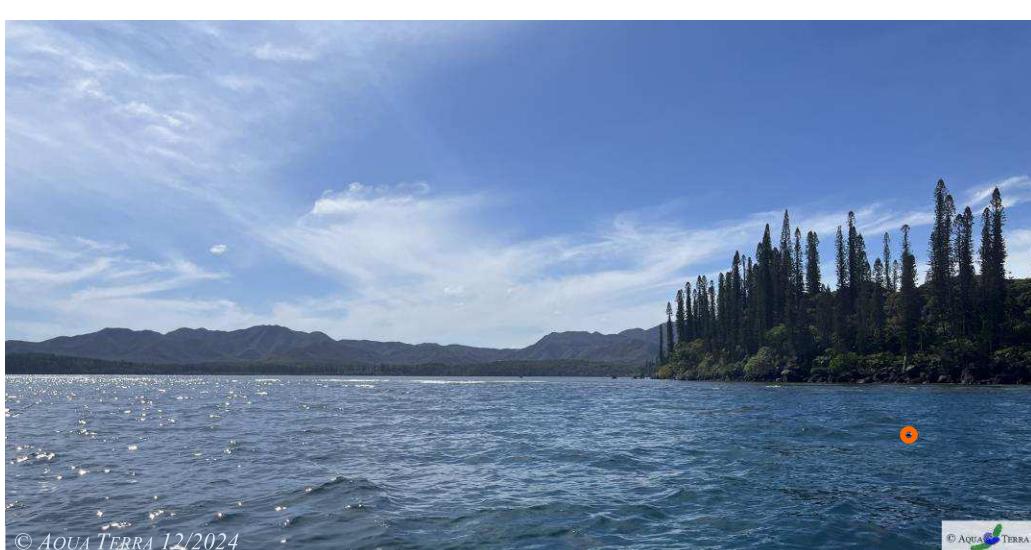
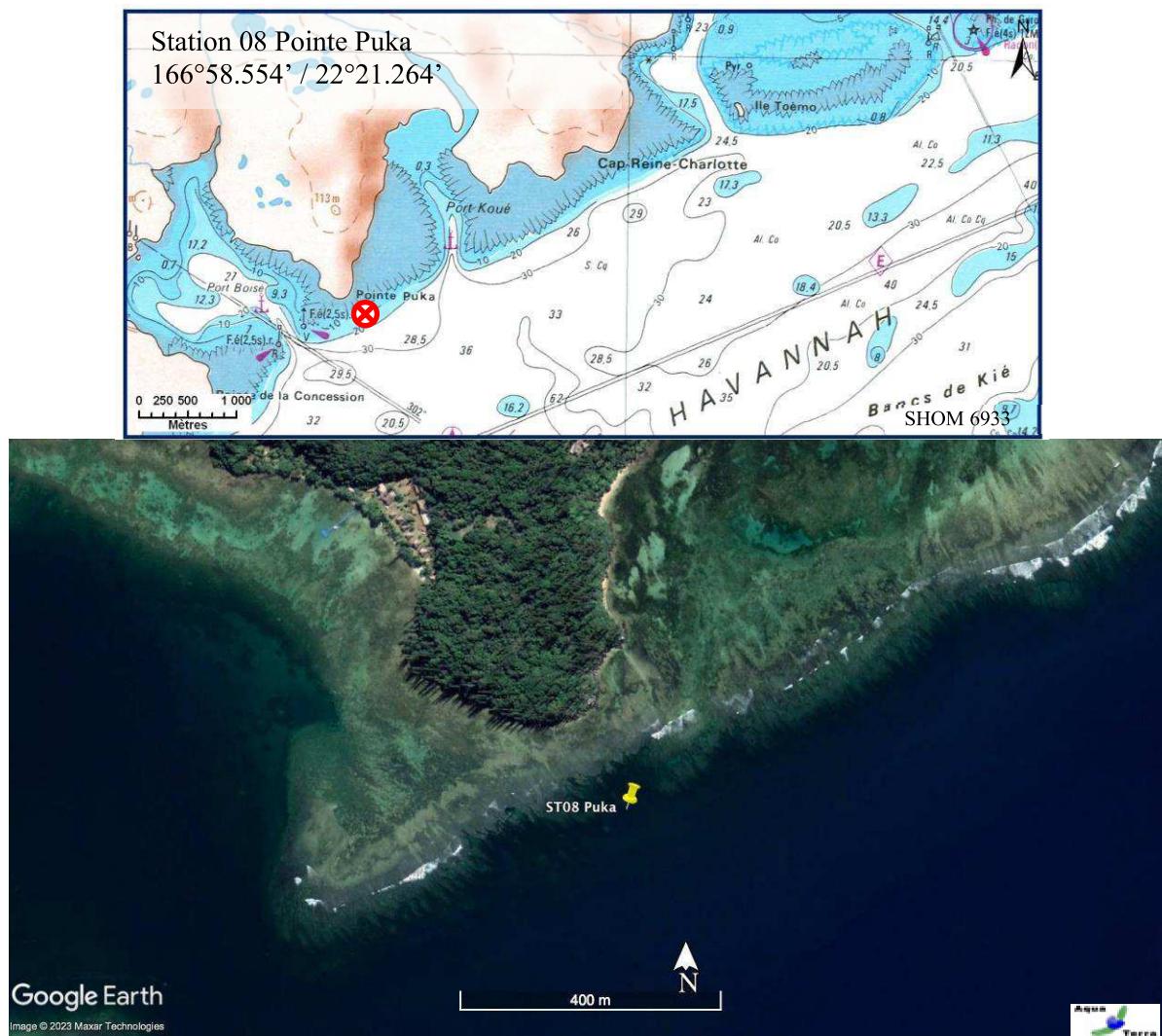
#### Description générale

La morphologie de cette station est composée de plusieurs éperons séparés par des vallées d'une dizaine de mètres de largeur jusqu'à 9 m de profondeur. Le recouvrement le plus important des madréporites 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 coraliennes de petites tailles s'épanouissent.

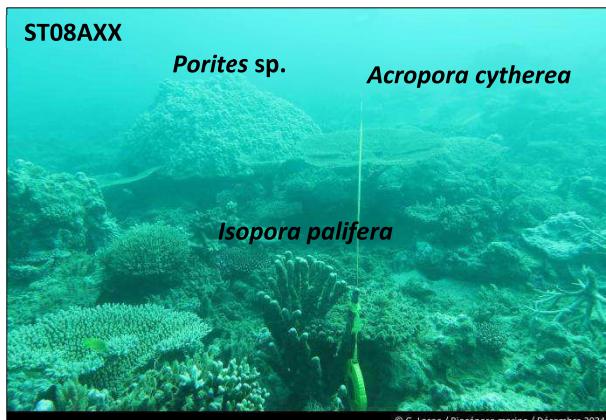
Au-delà du système éperon-sillon, la pente sédimentaire recèle une richesse spécifique corallienne importante. Les colonies sont généralement de taille décimétrique et quelques grandes colonies pluri métrique de *Porites* s'éparpillent sur cette pente douce sédimentaire.

Ensuite sous le niveau bathymétrique de 11-15 mètres de profondeur, la pente sédimentaire est toujours peu inclinée. Elle est composée de sable coquillé et de grosses patates coraliennes dispersées (*Porites lobata* et *Acropora tabulaire*) ainsi que des petites colonies coraliennes adaptées à peu de luminosité et de nombreux blocs coralliens morts, de taille décimétrique.

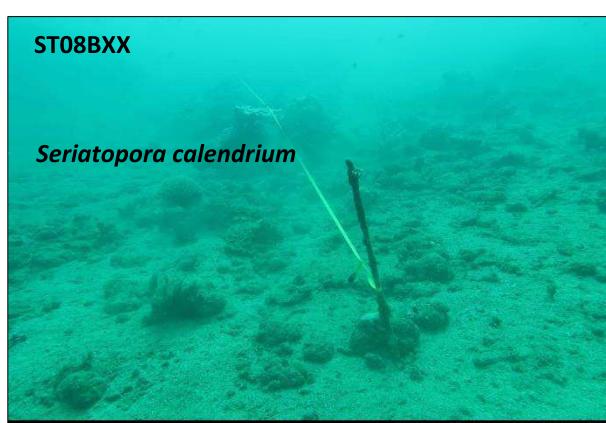
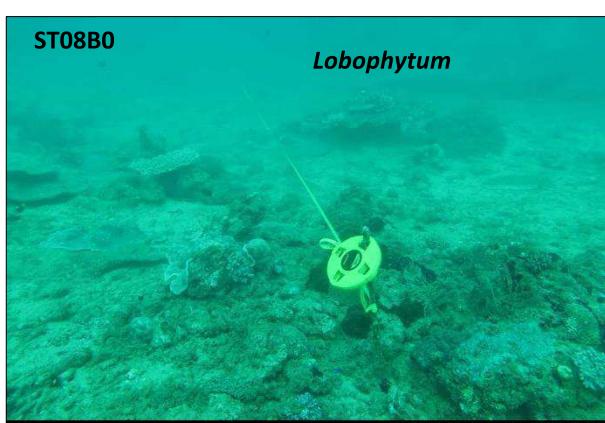
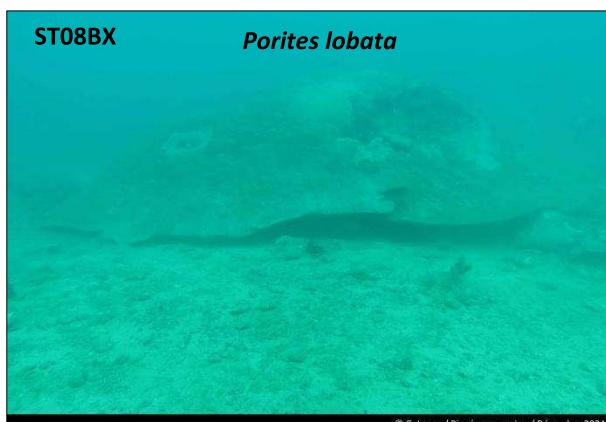
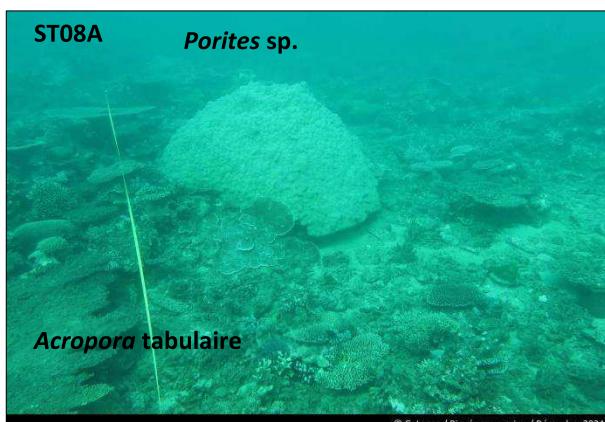
Cette station subit des dégradations depuis 2011. Les perturbations sont d'ordre sédimentaire, mécanique et dans une moindre mesure bactérien. Du fait de réactions en chaîne, la maladie de la bande blanche, les corallivores et les cyanobactéries ont également décimé de nombreuses colonies d'*Acropora* mortes en place.



Photographie 15 : Position en surface par rapport à la côte (ST08)



Recolonisation lente des colonies corallines (résilience) au niveau bathymétrique supérieur



Fond de sable carbonaté coquillé et terrigène à articles d'*Halimeda* et débris coralliens

Photographie 16 : Vue d'ensemble des transects (ST08, présente mission)

### 3.9 Station 09 = Bancs Kié

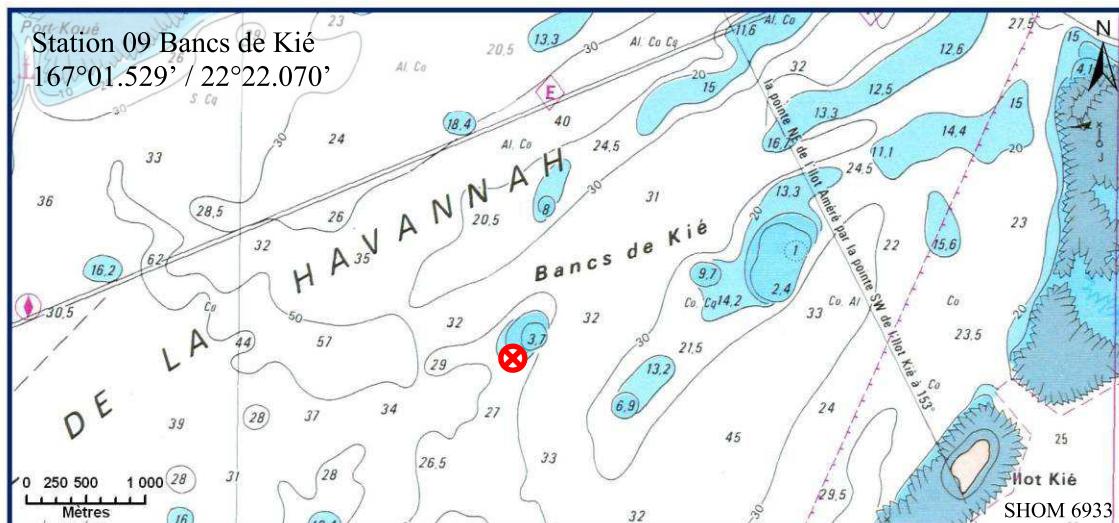
<b>Localisation géographique</b>	Les bancs Kié sont isolés dans la partie centrale du canal de la Havannah. La station est située au sud du banc le plus ouest, qui est totalement immergé (cf. photographie 17).
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	<p>Ils ont été positionnés à partir de la rupture de pente du récif à 7, 17 et 20 mètres de profondeur, avec une direction quasi sud-nord.</p> <p>Le transect A est installé au pied d'un petit éperon et se termine au milieu d'un sillon.</p> <p>Au niveau du transect B les courants de marée sont encore conséquents mais le ressac n'a plus d'influence à cette profondeur. Le transect C est situé en bas de pente.</p>

#### Description générale

La partie haute du banc est à 5 mètres de profondeur. Elle se compose de grandes superficies arasées, des colonies corallliennes robustes puis d'algues résistantes au ressac et au courant comme l'espèce *Dictyosphaeria verluysii* qui est omniprésente et fixée à même la dalle puis, dans une moindre mesure, les autres genres *Asparagopsis*, *Amphiroa* et *Chlorodesmis* (caractérisant un milieu où l'hydrodynamisme est intense).

La pente est relativement abrupte ( $45^\circ$ ) et recouverte par de nombreux débris coralliens branchus. Seules les plus grosses colonies massives, branchues robustes et foliacées semblent avoir résistées au cyclone « Erica » et à la série de tempêtes et cyclones du début d'année 2011. La majorité des colonies corallliennes est de taille décimétrique.

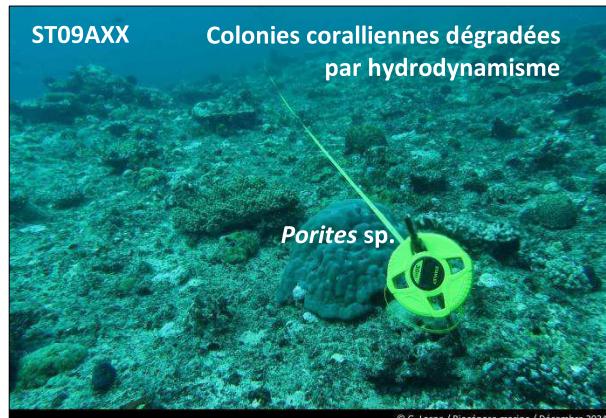
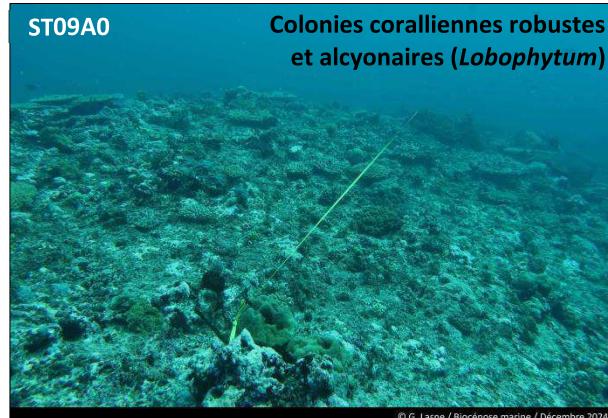
Cette zone semble être soumise de manière quasi permanente aux très forts courants de marées auxquels se rajoutent de très violents ressacs dus aux houles fréquentes.



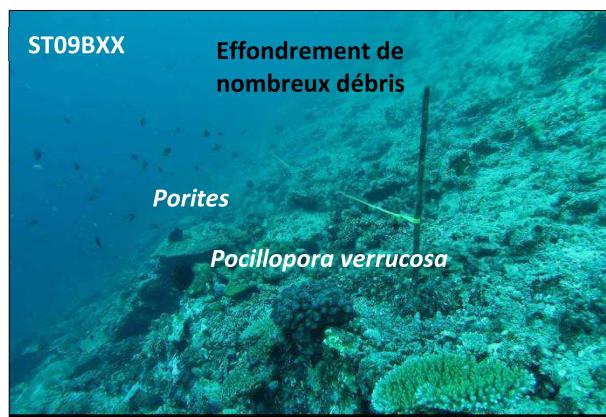
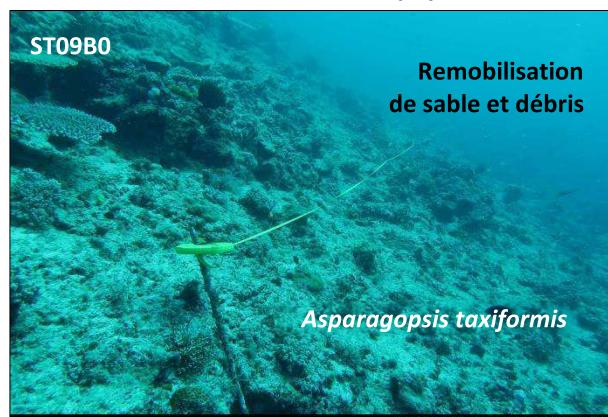
*Carte 11 : Localisation de la station 09 (Banks Kié)*



### Photographie 17 : Position en surface (ST09)



Les macrophytes sont diversifiées et abondantes sur la station



Les biocénoses benthiques sont robustes et adaptées aux conditions hydrodynamiques intenses toute l'année



La pente récifale subit des effondrements de sable, débris, blocs et colonies (en B et C)

Photographie 18 : Vue d'ensemble des transects (ST09, présente mission)

### 3.10 Station 10 = îlot Kié

<b>Localisation géographique</b>	Partie nord-ouest de l'îlot Kié (photographie 19). Un piquet placé sur un éperon à 3 m de profondeur permet de la repérer facilement depuis la surface à la nage.
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	<p>Ils ont été positionnés sur le front récifal du récif frangeant de l'îlot à 10, 16 et 21 mètres de profondeur dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.</p> <p>Le transect A est disposé perpendiculairement à la pente du récif frangeant au pied d'un éperon et d'un sillon.</p> <p>Le transect B est installé 5 ou 6 m avant la fin de la pente récifale. Il s'agit d'une pente entre 10 et 22 m de profondeur inclinée à 40-45°.</p> <p>Le transect C se situe à la rupture entre le bas du tombant récifal et le début de la pente sédimentaire. C'est une zone d'accumulation de débris et de blocs coralliens provenant du récif. La pente sédimentaire a une inclinaison douce. Cette dernière est composée de sable coquillé et de débris coralliens qui deviennent de moins en moins abondants en fonction de l'éloignement du récif. Quelques grands massifs se répartissent à proximité du tombant récifal mais leur recouvrement en organismes benthiques est faible.</p>

#### Description générale

Elle est abritée des alizés et le rhéodynamisme est important. De nombreuses dégradations ont été constatées suite aux évènements cycloniques du début d'année 2011. Cependant, la station du récif frangeant de l'îlot Kié (transects A & B) était caractérisée par la plus grande richesse spécifique corallienne et le plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées. Les détériorations (mécaniques dans un 1<sup>er</sup> temps) à nouveau subies en 2021 - 2022 (événements dépressionnaires) ont cependant grandement détérioré l'état de santé du transect A.

La zone présente une alternance d'éperons et de sillons, atteignant 8 à 10 mètres de profondeur. Les sillons sont relativement étroits (environ 5 à 6 m) et les éperons plus larges (10 à 15 m).

**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.**



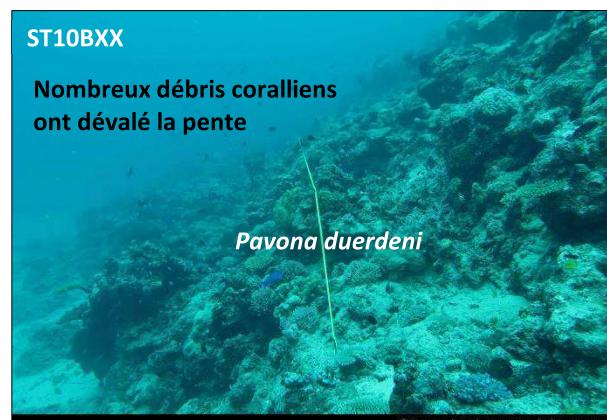
Carte 12 : Localisation de la station 10 (Ilot Kié)



Photographie 19 : Position en surface (ST10)



**Résilience des coraux au niveau bathymétrique supérieur qui a subi d'énormes dégradations mécaniques induites par les cyclones Lucas et Niran en début 2021**



**Bas de tombant composé de sable carbonaté coquillé avec débris et blocs coralliens**

Photographie 20 : Vue d'ensemble des transects (ST10, présente mission)

### 3.11 Station 11 = Récif Toémo

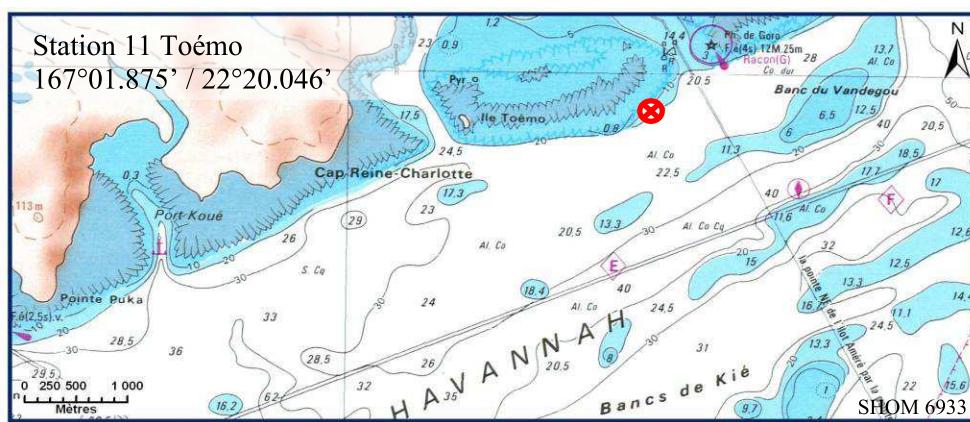
<b>Localisation géographique</b>	A l'ouest de la passe du récif de Toémo, parallèlement au récif. Elle est repérable de la surface grâce à l'alignement d'un talweg sur la falaise du rivage avec le pic au sommet de la colline (photographie 21).
<b>Nombre transects</b>	3 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés à 6, 11 et 20 mètres de profondeur, avec un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	<p>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 <i>Platygyra daedalea</i> d'un mètre de diamètre permet de repérer la fin du transect.</p> <p>Le transect B est positionné sur la pente récifale. De nombreux débris et massifs coralliens ont dévalé la pente, détruisant une grande partie des communautés coraliennes. Cet événement a certainement comme origine le cyclone Erica (mars 2003). Toutefois de petites colonies coraliennes recolonisent ces débris.</p> <p>Le transect C se situe à la rupture entre le bas du tombant récifal et le début de la pente sédimentaire. C'est une zone d'accumulation de débris et de blocs coralliens provenant du récif (dégradation des fortes houles et des cyclones).</p>

#### Description générale

Le récif de Toémo est un récif intermédiaire de lagon, situé au nord-ouest du canal de la Havannah, à proximité de la grande passe de Goro. Sa position géographique et les conditions hydrodynamiques soutenues permettent d'assimiler ce récif à une pente externe proche d'une passe.

Le sommet du récif est riche en coraux encroûtants, branchus et tabulaires (*Acropora*, *Pocillopora*, *Isopora*, *Seriatopora*, *Galaxea* et *Montipora*). Un bourrelet composé de débris coralliens se démarque juste avant la cassure de la pente. Ce dernier est assez pentu ( $40^\circ$ ) et recouvert par endroits par de nombreux éboulis et des massifs coralliens retournés (coraux tabulaires et massifs). La majorité des débris coralliens finissent leur course en bas de pente.

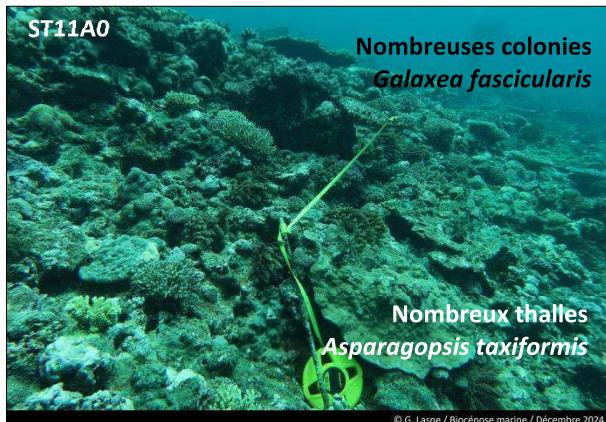
La pente sédimentaire à une inclinaison douce, cette dernière est composée de sable coquillé et de débris coralliens qui deviennent de moins en moins abondants en fonction de l'éloignement du récif. Quelques grands massifs se répartissent à proximité du tombant récifal mais leur recouvrement en organismes benthiques est fragmentaire.



Carte 13 : Localisation de la station 11 (Toémo)



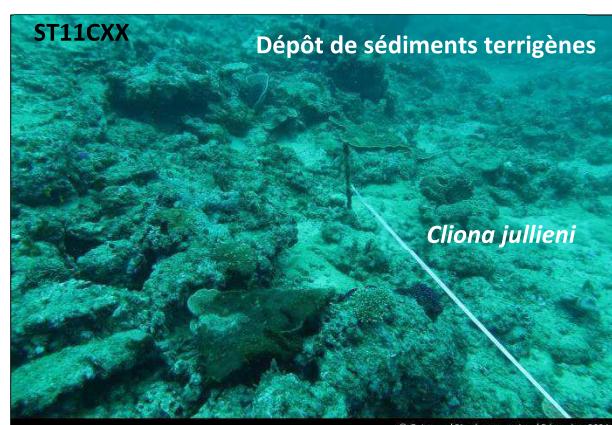
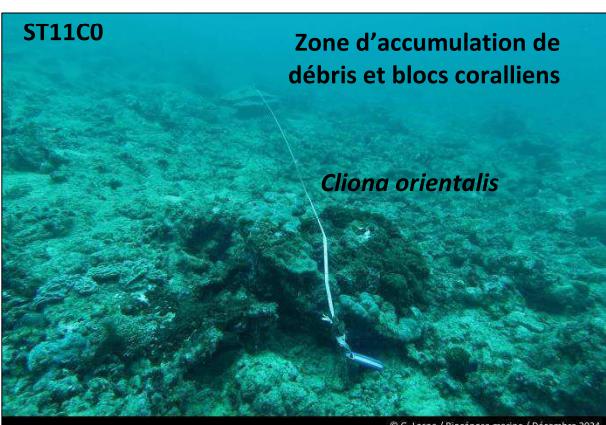
Photographie 21 : Position en surface par rapport à la côte (ST11)



Les parties haute et médiane du récif sont diversifiées et composées de colonies coraliennes robustes.  
Elles ont subi des dégradations mécaniques induites par de multiples évènements dépressionnaires



*Asparagopsis* (algue rouge) se développe de manière saisonnière et le turf algal de manière pérenne  
sur les nombreux débris et les colonies coraliennes mortes en place (en B et C)



Accumulation de débris et blocs coralliens en bas de pente récifale

Photographie 22 : Vue d'ensemble des transects (ST11, présente mission)

### 3.12 Station 12 = Ilot Ugo

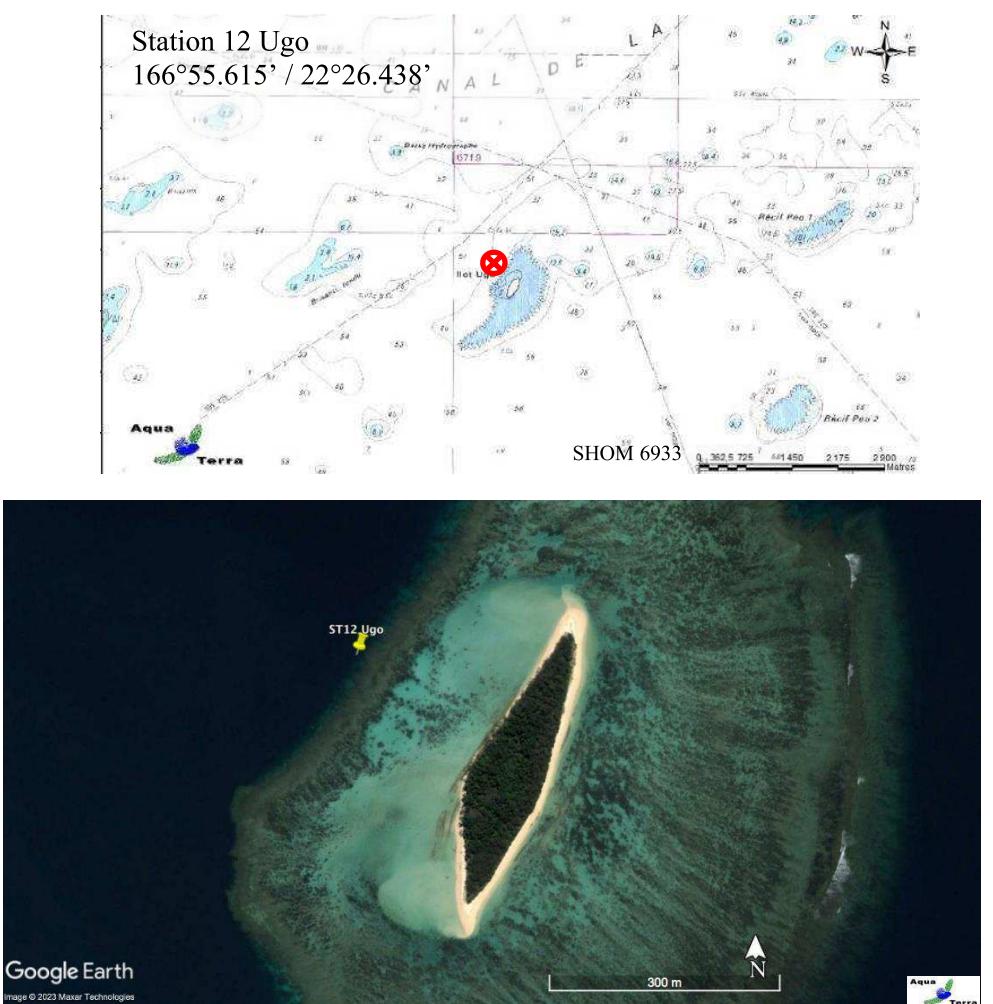
<b>Localisation géographique</b>	Partie nord de la façade ouest du récif frangeant sous le vent de l'îlot Ugo.
<b>Nombre transects</b>	2 transects.
<b>Description transects</b>	Ils ont été positionnés à 5 et 13 mètres de profondeur, perpendiculairement à la pente du récif frangeant dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	<p>Il n'y a que 2 transects car sous 14 m de profondeur, les constructions corallines deviennent de plus en plus restreintes (gros blocs rocheux et débris coralliens qui ont dévalé la pente). Puis, vers 17 m de profondeur, la pente sédimentaire, composée de sable et inclinée à 35°, peut être colonisée principalement par une grande variété d'holothuries (<i>Holothuria fuscopunctata</i>, <i>Bohadschia argus</i>, <i>Stichopus stichopus</i>, <i>S. variegatus</i>, <i>Thelenota ananas</i>). 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).</p> <p>Le transect A est installé dans le haut du tombant récifal. Il est composé par de grandes colonies plurimétriques de <i>Porites</i>, d'<i>Acropora branchus</i> et <i>Lobophyllia corymbosa</i>. Cette dernière est disloquée et une partie s'est effondrée sur le niveau inférieur. Le reste des colonies corallines sont de taille décimétrique et les débris coralliens sont très nombreux.</p> <p>Deux grands couloirs d'effondrement traversent la pente récifale jusqu'au pied du 2<sup>ème</sup> transect. Ces derniers sont parsemés par de multiples espèces de Fungiidae. Le niveau bathymétrique du transect B se caractérise par un recouvrement important de débris, de blocs coralliens sur du sable coquillé, avec un couloir d'effondrement sous le début du transect. Un massif corallien du genre <i>Goniopora</i> de taille pluri métrique s'étale sur les débris coralliens. Les autres colonies de madrépores sont de taille décimétrique et sont dispersées de manière éparsée.</p>

#### Description générale

Ce récif est soumis aux courants de marées et subi sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés, alors que sa façade nord et nord-ouest est plus protégée.

La station est positionnée sur le front récifal du récif frangeant. Le platier récifal est large, arasé et peu colonisé par les coraux.

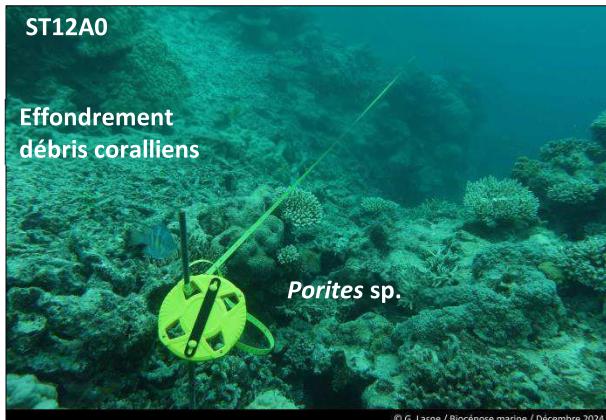
Le haut du tombant récifal est structuré en marches d'escalier délimitées par de grandes colonies de *Porites* sp.. Ce niveau bathymétrique est bien colonisé par les scléractiniaires de tailles hétérogènes (décimétrique à plurimétrique). Les massifs coralliens de forme massive se développent particulièrement en haut de récif jusqu'à mi pente, laissant la place au fur et à mesure aux coraux branchus. Cependant, la structure récifale présente deux couloirs d'effondrement avec par place de grandes accumulations de débris et de blocs coralliens. Ces derniers sont recouverts principalement par des corallines. De très nombreux Fungiidae (coraux libres) sont éparpillés et enchevêtrés à travers cette structure mouvante.



Carte 14 : Localisation de la station 12 (Ilot Ugo)



Photographie 23 : Position en surface par rapport à la côte (ST12)



Nombreuses colonies corallienes fragmentées et retournées depuis le passage des cyclones Lucas et Niran. Ces niveaux bathymétriques ont également subi des proliférations de corallivores lors des missions précédentes (*Drupella cornus* et *Acanthaster planci*)



Les débris coralliens forment des couloirs d'effondrement depuis le haut du récif jusqu'à la pente sédimentaire

Photographie 24 : Vue d'ensemble des transects (ST12, présente mission)



Terra



**ANNEXE 2 : Levé bathymétrique du quai vraquier et inspection visuelle des quais vraquier et cargo du Port de Prony, année 2024.**

Environnement  
Audits & Conseils  
Sûreté maritime  
Dynamitage & Déminage



Société de scaphandriers agréée et membres :



cofrend



Travaux sous-marins

Maintenance hyperbare

Expertises maritimes

Formations professionnelles hyperbares

**A l'attention de :**

PRONY RESOURCES

## OBJET

Inspection par  
scaphandriers du quai vrac.

## PIECES JOINTES

- Compte rendu d'intervention  
CR 016-2024
- Facture N° 016-2024

Nouméa le 02 février 2024

Madame, Monsieur,

J'ai l'honneur de vous transmettre, en pièce jointe, le compte rendu de la mission d'inspection du quai VRAC effectuée le jeudi 18 janvier 2024

Vous souhaitant bonne réception et restant à votre disposition pour tous renseignements complémentaires, je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération la plus distinguée.

*Le directeur d'exploitation*

Membre de



Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

VT sa de niveau 2



Dock n°3 & 4 - Nouville Plaisance - BP 13 187 - 98 803 NOUMEA CEDEX  
Bureau : (687) 28.44.84 - Portable : (687) 76.92.00 / 76.29.20 - mail : [scadem@scadem.nc](mailto:scadem@scadem.nc)

Ridet: 015072.001 - BNC : 14889 00082 08767712081 25 - BCI : 17499 00011 28224302013 40



## COMPTE RENDU 016-2024

### Inspection du quai VRAC du port de PRNC

Client : PRONY RESSOURCES

Date d'intervention :  
18.01.2024

## 1. Définition du chantier

### 1.1 Programme de l'inspection

L'inspection consistait à contrôler l'évolution du dépôt de sédiments le long du quai VRAC.

Les scaphandriers ont mesuré à l'aide de profondimètres digital les hauteurs du dépôt de sédiments en face de chaque ligne de pieux (13 au total), ainsi que sa largeur et son éloignement de chaque pied de pieu.

Les travaux d'inspection en subaquatique ont été réalisés conformément aux lois et normes en vigueurs (voir chapitre 2.4) et suivant la charte plongée signée entre la Sarl SCADEM et PRONY RESSOURCES

## 2. Condition de réalisation de l'intervention

### 2.1 Moyens mis en œuvre

#### Matériels et équipements

##### Plongée :

- Équipements pour la plongée en scaphandre autonome.
- Bi-Corailleurs 2x8L gonflés à 300 bars.
- Pavillon ALPHA
- Ligne à palier oxygène

#### Personnel intervenu

- [classe II A]

##### Travaux :

- 2 Caméra GOPRO 10.
- 2 Lampes
- 2 profondimètres digital
- 1 décamètre de 30 mètres

##### Sécurité :

- Une trousse de premier secours
- Valise d'oxygénothérapie normobare
- Équipement de protection individuel
- Plan de prévention, permis de travail

##### Transport :

- Navire de charge « RASCASSE »





## COMPTE RENDU 016-2024

### Inspection du quai VRAC du port de PRNC

Client : PRONY RESSOURCES

Date d'intervention :  
18.01.2024

## 2.2 Lois et références normative

- Arrêté n° 79-458/CG du 13 novembre 1979 relatif aux mesures de Sécurité applicables aux travaux sous pression supérieure à la pression atmosphérique.
- Décret 45-2011 du 11 janvier 2011 relatif à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare.
- NF X 40-504 Identification pratique des principales salissures de carènes.
- NF EN ISO 5817 Niveaux de qualité par rapport aux défauts.
- NF EN ISO 9712 [EN 473] Qualification et certification du personnel END.
- NF EN ISO 6520-1 Classification des défauts géométriques dans les soudures.
- NF EN 12 473 Principes généraux de la protection cathodique en eau de mer.
- NF EN 12 474 Protection de canalisations sous-marines.
- NF EN 12 495 Protection cathodique des structures acier fixes en mer.
- NF EN 13 018 Essais non destructifs – Inspection visuel.
- NF EN 13174 Protection cathodique des installations portuaires.
- Registre de procédure et de sécurité hyperbare de la SCADEM
- AST

## 3. BATHYMETRIE DU QUAI VRAC

### 3.1 Schématisation de la bathymétrie.

- Inspection faite du pieux n°1 vers le pieux n°13 (Sud vers Nord)

Le dépôt de sédiment commence à sept mètres du pieux n°1 et s'étend jusqu'au pieux n°10, ce qui correspond à l'empâtement des rails des trois déchargeurs.





## COMPTE RENDU 016-2024

Inspection du quai VRAC du port de PRNC

Client : PRONY RESSOURCES

Date d'intervention :  
18.01.2024

### 3.2 Prise de vue de la bathymétrie



*Monticule de sédiments face aux pieux 2 et 3*



*Monticule de sédiments face aux pieux 4 et 5*



*Monticule de sédiments face aux pieux 7 et 6 avec prise de hauteur d'eau sur le monticule*





## COMPTE RENDU 016-2024

### Inspection du quai VRAC du port de PRNC

Client : PRONY RESSOURCES

Date d'intervention :  
18.01.2024



*Monticule de sédiments face aux pieux 8 et 9*



*Monticule de sédiments face au pieu 10*



*Pas de sédimentation face aux pieux 1 et 11*



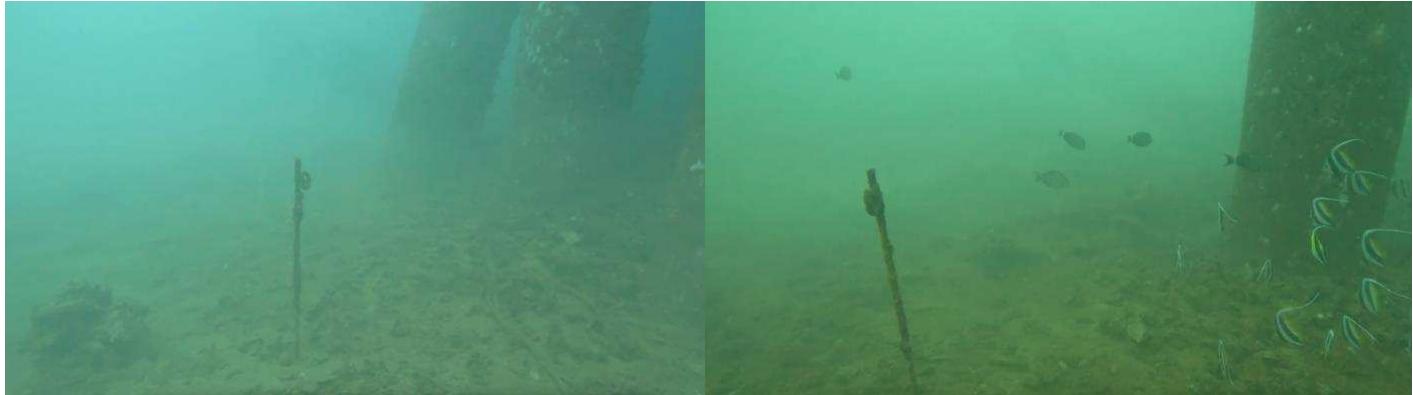


## COMPTE RENDU 016-2024

### Inspection du quai VRAC du port de PRNC

Client : PRONY RESSOURCES

Date d'intervention :  
18.01.2024



*Pas de sédimentation face aux pieux 12 et 13*



*Hauteur d'eau sur le terrain naturelle autour du monticule de sédiment*





## COMPTE RENDU 016-2024

### Inspection du quai VRAC du port de PRNC

Client : PRONY RESSOURCES

Date d'intervention :  
18.01.2024



Underwater surveyor and marine expert

Commercial diver classe III B & II A

Membre de



Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

VT sa de niveau 2

