



Suivi environnemental Premier semestre 2017

MILIEU MARIN



L'intégralité du présent rapport, compris ses annexes, (ci-après désigné « RAPPORT ») reste la propriété exclusive de VALE Nouvelle-Calédonie SAS (ci-après désignée « VALE NC »), au titre de son droit de propriété intellectuelle.

A l'exception des autorités administratives destinataires du RAPPORT, 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 VALE NC.

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 VALE NC et du groupe VALE, 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 :

VALE NC, Département Communication

E-mail : ValeNC-communication@vale.com

Tel : 23 50 36

Sommaire

1. ACQUISITION DES DONNEES. PLAN DE SUIVI DU MILIEU MARIN	2
1.1. LOCALISATION.....	2
1.1.1. Positionnement global des stations des suivis du milieu marin Vale NC.....	2
1.1.2. Points de surveillance de la qualité des eaux marines : paramètres physico-chimiques de l'eau et structure de la colonne d'eau (Stations nommées : St)	3
1.1.3. Stations de suivi de l'état des peuplements récifaux et des populations associées (Stations ST)	5
1.1.4. Points de suivi des sédiments – qualité des sédiments, métaux dissous, éléments majeurs et hydrocarbures (Stations : St)	8
1.1.5. Points de suivi du taux d'accumulation sédimentaire	9
1.1.6. Points de suivi des flux sédimentaires	9
1.1.7. Zones de surveillance de l'herbier de la baie Kwé	10
1.2. INDICATEURS SUIVIS.....	12
1.3. METHODES.....	16
1.4. RENDUS SEMESTRIELS.....	16
2. BILAN DES DONNEES DISPONIBLES A DATE DE CE RAPPORT.....	17
2.1. SYNTHÈSE DES SUIVIS DU MILIEU MARIN EFFECTUES EN 2017.....	18
2.2. CARTOGRAPHIE : PRESSIONS, ZONE D'INFLUENCE ET DE SUIVIS	19
3. RESULTATS (S1-2017).....	23
3.1. VALEURS REGLEMENTAIRES ET ETATS DE REFERENCES	23
3.2. VALEURS OBTENUES (2017).....	28
3.2.1. Météorologie	28
3.2.2. Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer	31
3.2.2.1. QUALITE- Contrôle qualité	34
3.2.2.2. RESULTATS S1 /2017	34
3.2.2.3. ANALYSES TEMPORELLES des fluctuations des paramètres	53
3.2.3. Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées	62
3.2.3.1. Rappels des événements météorologiques d'influence sur les écosystèmes	63
3.2.3.2. Bilan des observations par station suivie (Premier semestre 2017).....	64
3.2.3.3. Comparaisons spatiales des stations entre elles au temps t de la mission	65
3.2.3.4. Analyse de l'évolution temporelle au cours des années de suivis, depuis 2007	74
3.2.4. L'herbier	83
3.2.5. Suivi des flux sédimentaires	85
3.2.6. Suivi spécifique dédié au port de Prony (St16)- Qualité de l'eau et sédiments	87
3.2.7. Suivi des taux de sédimentation (triennal)	90
3.2.8. Suivi de la qualité des sédiments (triennal)	90
3.2.9. Evaluation et conséquences des incidents	90
3.2.10. Suivis supplémentaires DGT	91
4. CONCLUSION	93
5. INTERPRETATION ET DISCUSSION	94

Annexes

Annexes	Rapports intégraux	S1/2017
Annexe 1	Méthodologies des suivis physico- chimiques et biologiques.	Annexes Intégrées au rapport S1/2017
Annexe 2	<p>Rapport S1/ 2017 : Suivi environnemental de la qualité de la colonne d'eau de mer (par le laboratoire AEL).Données brutes en fin de rapport.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure de la colonne d'eau • Qualité physico-chimique • Concentrations en métaux dissous • Evolutions spatiales et comparaison entre stations • Evolutions temporelles par rapport aux états de références et aux suivis antérieurs. 	
Annexes 3a et 3b	<p>Rapport S1/ 2017 : Suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés en baie de Prony et dans le canal de la Havannah (Par : Aquaterra / Acrem / Biocenose-) Données brutes en fin de rapport.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etat de chaque station : substrat, benthos, poissons • Comparaison spatiale des stations entre elles • Evolution temporelle par rapport aux suivis antérieurs depuis 2007 • Cartes 	
Annexe 4	Rapport 2017 : Suivi 2017 de l'herbier de la baie Kwé (par Aquaterra)	
Annexe 5	Abréviations et acronymes.	

INTRODUCTION

La surveillance du milieu marin dans la zone d'influence du projet Vale NC et les zones témoins s'effectue sur la base de quatre groupes d'indicateurs physico-chimiques et biologiques, donnant des indications ponctuelles ou intégrées.

- **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 populations associés ;**
- **Suivi d'un herbier de phanérogames**
- **Indicateurs physico-chimiques des sédiments marins :**
 - **géochimie,**
 - **flux,**
 - **taux de sédimentation.**

Cette surveillance concerne le périmètre d'influence potentielle de Vale NC et au-delà. Elle a été élaborée par les autorités de tutelles et leurs conseillers scientifiques à partir de plusieurs années d'études océanographiques, selon une démarche basée sur les états initiaux, les études d'impacts et les pressions exercées par l'ensemble des activités de Vale NC. Elle s'effectue au niveau de stations sous-marines et points de prélèvements selon les prescriptions réglementaires des arrêtés d'autorisation d'exploiter ICPE (et de la Convention CCB- 2009) .

- **Arrêté ICPE : Installations portuaires. 13 juillet 2007.**
- **Arrêtés ICPE : Usine/UPM et bassin des résidus de la Kwé Ouest. 9 octobre 2008.**
- **CCB : Convention Province Sud – Vale Nouvelle-Calédonie du 20 mars 2009 (C238-09).**
- **+Arrêté : AEM. 30 septembre 2016.**
- **+Arrêté : Flexibilité en Manganèse. 21 novembre 2016**

Guide de lecture de ce rapport Bilan Semestriel

Chapitres

- Plan de suivi : Méthodologies d'acquisition et de traitement des données : **Bordure bleue** |
- Données disponibles à date du rapport présent : **Bordure jaune** |
- Résultats des suivis de l'année en cours : **Bordure verte** |
- Conclusion : **Bordure noire** |

Les « plus » supplémentaires effectués 

Les « high light » 

Les points d'attention soutenue 

Les points positifs 

Les points du suivi ciblés pour une surveillance attentive et accrue 

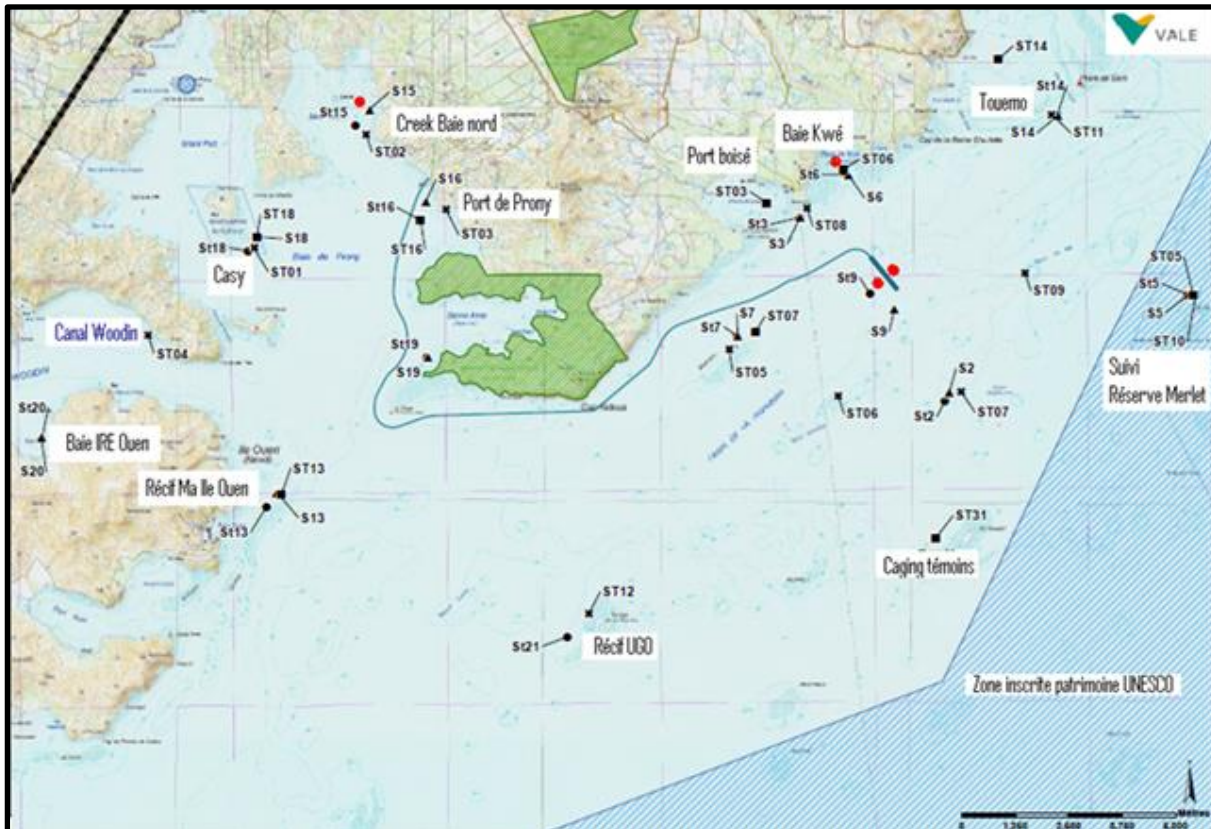
1. ACQUISITION DES DONNEES. PLAN DE SUIVI DU MILIEU MARIN

1.1. Localisation

1.1.1. Positionnement global des stations des suivis du milieu marin Vale NC

La carte suivante synthétise l'ensemble des points de suivis (réglementaires et conventionnels) du milieu marin.

Figure 1 : Stations et points de surveillance du milieu marin 2008 à 2017.



Légende :



Ce plan de suivi est respecté depuis 2008.

Les stations supplémentaires suivies par Vale NC ne sont pas indiquées sur cette carte qui représente le suivi à minima, permettant de respecter le plan de suivi réglementaire.

Les paragraphes suivants reprennent les positions exactes de chaque station, en fonction des indicateurs suivis. La liste des paramètres suivis est indiquée au chapitre 1.2 et la méthodologie pour chaque paramètre analysé est présentée au chapitre 1.3 (et en annexe n°1 de façon détaillée).

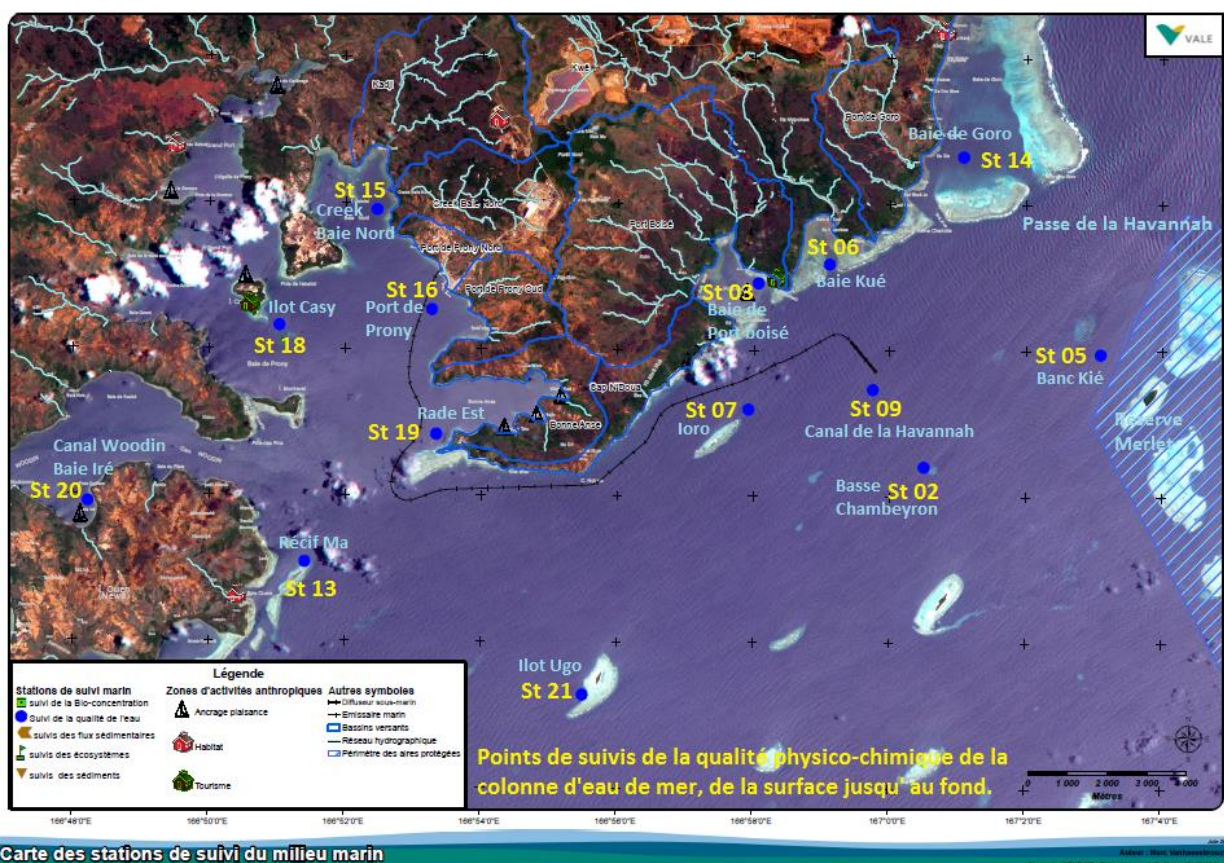
1.1.2. Points de surveillance de la qualité des eaux marines : paramètres physico-chimiques de l'eau et structure de la colonne d'eau (Stations nommées : St)

Le tableau suivant indique les positions règlementaires des points de prélèvement de l'eau de mer et la profondeur du lagon à ce poste, les prélèvements sont effectués à 3 profondeurs différentes : en surface, à mi profondeur et au fond. La carte suivante présente le positionnement de ces points.

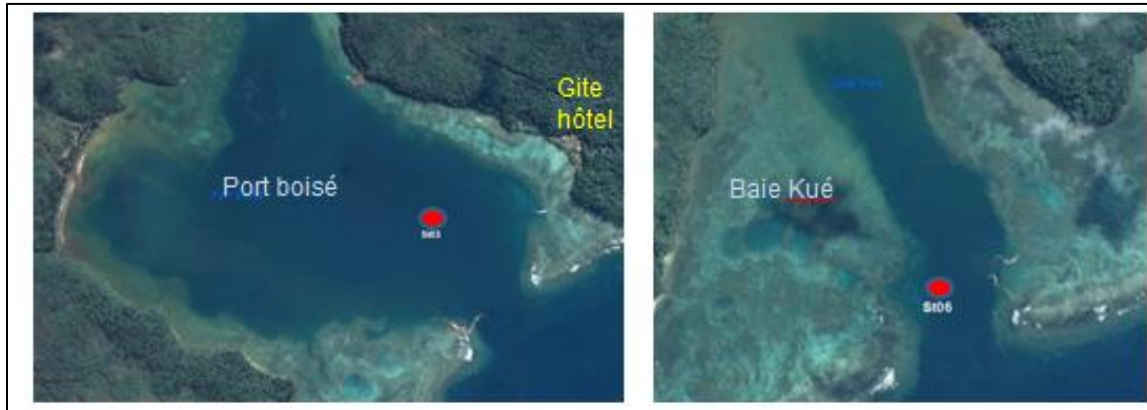
Tableau 1 : Localisation géographique des 14 stations de prélèvements d'eau, référentiel WGS-84

Localisation 2014	Station	Longitude E	Latitude S	Profondeur (m)	Nombre de point de prélèvement
Basse Chambeyron	St02	167° 00,506	22° 23,599	33	3
Baie Port Boisé	St03	166° 58,010	22° 21,190	29	3
Banc de Kié	St05	167° 03,100	22° 22,050	34	3
Baie Kwé	St06	166° 59,112	22° 20,830	20	3
Récif Ioro	St07	166° 57,910	22° 22,820	41	3
Canal de la Havannah	St09	166° 59,754	22° 22,540	47	3
Pointe Nord du récif Ma	St13	166° 51,354	22° 24,914	35	3
Port / baie de Goro	St14	167° 01,160	22° 19,350	37	3
Prony Creek Baie Nord	St15	166° 52,590	22° 20,037	25	3
Port de Prony	St16	166° 53,365	22° 21,210	44	3
Prony Ilot Casy	St18	166° 51,061	22° 21,668	26	3
Rade de l'Est	St19	166° 53,340	22° 23,170	38	3
Baie Iré	St20	166° 48,150	22° 24,180	25	3
Ilot Ugo	St21	166°55,501	22°26,728	36	3

Figure 2 : Localisation géographique des stations de prélèvement d'eau (St) depuis 2008.



**Figure 3 : Localisation précise des stations de suivi de la qualité de l'eau
En baie de Port boisé (St 03) et en baie Kwé (St06)**



14 points de prélèvements sont suivis sur toute la colonne d'eau. En août 2009 la station dite « Récif Hugo St 21 » a été ajoutée sur demande sociétale ; cette dernière est suivie sur tous les paramètres physico-chimiques ainsi que sur son aspect éco- systémique.

Le réseau de suivi physico-chimique de la qualité de d'eau de mer correspond à une surveillance :

- de la zone proche de l'effluent marin (traité^{*(1)} puis rejeté au fond du canal de la Havannah au niveau du diffuseur) ;
 - et de la zone éloignée du diffuseur (zone Témoins de comparaison)
- des baies recevant des apports terrigènes via des creeks issus des bassins versants de la zone d'influence des activités VNC (Baie Kwé et Bassin versant Creek Baie Nord)
 - et des baies recevant des apports terrigènes via des creeks qui ne sont pas sous l'influence des activités VNC (Baie de port Boisé, quasi homologue de la baie Kwé)
- de la qualité de l'eau sous l'influence du port de Prony ;
 - d'une veille à l'égard des préoccupations des populations (l'île Ouen, et baie de Goro) et de la zone inscrite au patrimoine UNESCO (réserve Merlet)

**(1)- La qualité de l'effluent traité fait l'objet d'un rapport spécifique dédié à la qualité des eaux rejetées et au respect des seuils règlementaires d'autorisation ICPE. La qualité du milieu marin est, bien sûr, corrélée avec la qualité des effluents traités. Ce travail de corrélation et de synthèse est effectué notamment pour les suivis de la qualité de l'eau de mer en champ proche du diffuseur.*

1.1.3. Stations de suivi de l'état des peuplements récifaux et des populations associées (Stations ST)

Les tableaux suivants présentent 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 le domaine d'influence du projet global Vale NC.

Tableau 2 : Localisation géographique des stations fixes sous-marines de suivi des peuplements récifaux et poissons associés dans le canal de la Havannah (référentiel RGNC 91)

Stations 2014	Localisation	Longitude	Latitude
ST05	Récif loro	166°57.507	22°23.072
ST06	Banc Ionontea	166°58.995	22°23.650
ST07	Basse Chambeyron	167°00.671	22°23.591
ST08	Récif Pointe Puka	166°58.566	22°21.243
ST09	Banc de Kié	167°01.529	22°22.070
ST10	Ilot Kié Réserve Merlet	167°03.862	22°22.324
ST11	Récif Touémo	167°01.875	22°20.046
ST12	Ugo	166°55.625	22°26.438

Tableau 3: Localisation géographique des stations fixes sous-marines de suivi des peuplements récifaux et poissons associés en baie de Prony et dans le canal Woodin (référentiel RGNC 91)

Stations 2014	Localisation	Longitude	Latitude
ST01	Ilot Casy	166°51.033	22°21.799
ST02	Creek de la baie Nord	166°52.546	22°20.356
ST03	Port de Prony	166°53.639	22°21.312
ST04	Canal Woodin	166°49.593	22°22.933

Les stations de suivi de l'état des peuplements récifaux et des populations associées sont au nombre de 12 :

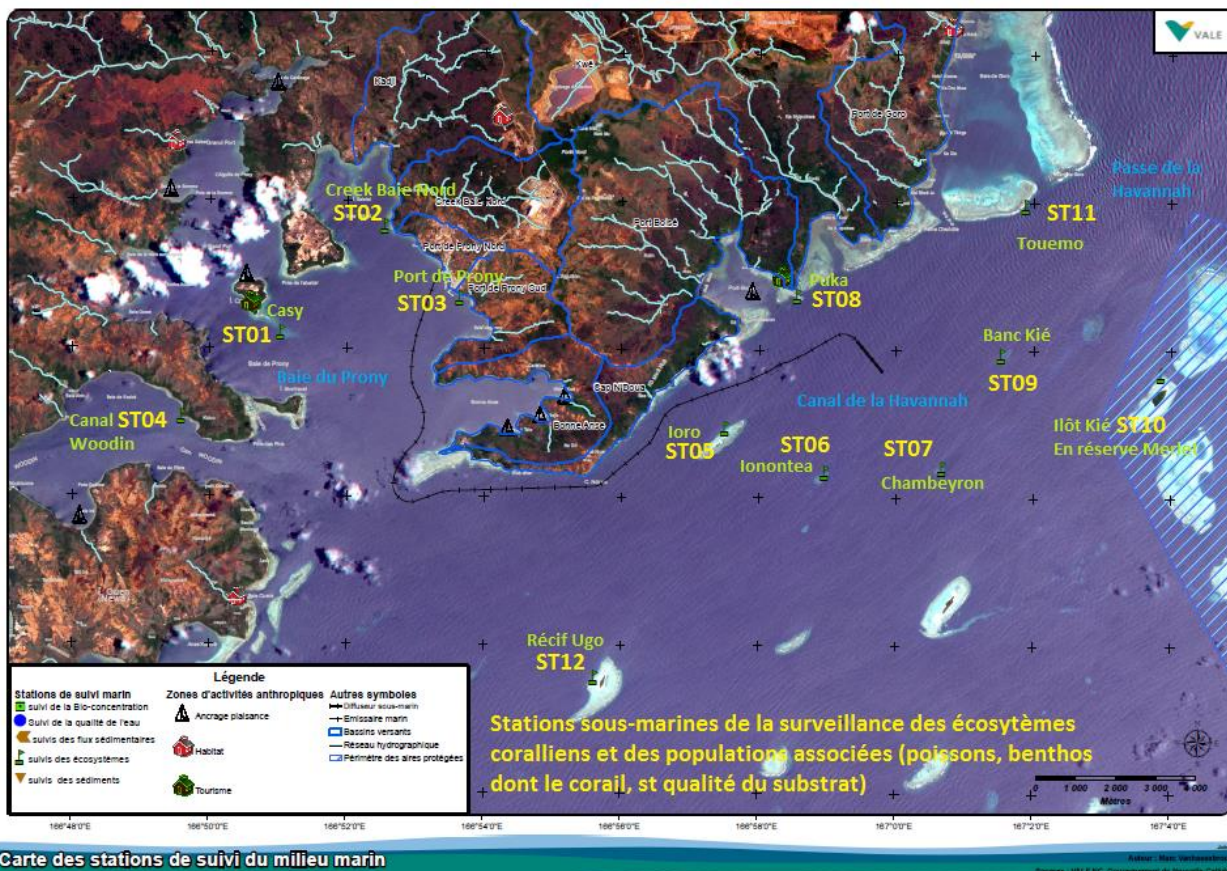
- 7 dans le Canal de la Havannah, dont une en réserve Merlet (une demande d'autorisation spéciale est effectuée auprès de la Province sud afin de pouvoir l'inventorier deux fois par an) ;
- 3 dans la Baie de Prony ;
- 1 station très décentrée, dans le canal Woodin ;
- + 1 station supplémentaire qui est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

La carte suivante présente les stations sous-marines du plan de suivi tel qu'indiqué dans la Convention CCB 2009. Sur le fond du lagon, ces stations sont marquées par des piquets sous-marins (invisibles de la surface) et leur plan géomorphologique est repris dans chaque rapport de mission. Depuis 2007 elles ont toujours été retrouvées, inventoriées et entretenues.

La position du diffuseur sous-marin d'effluent traité a été méticuleusement choisie après études et expertises pour sa localisation sur des fonds marins de plus de 40 mètres, sablo-détritiques et balayés par de forts courants de marées, par choix l'émissaire est éloignée des récifs coralliens riches en biodiversité. Pour cette raison, il ne peut pas y avoir de station de surveillance des récifs coralliens et des populations associées en champ proche du diffuseur. En champ éloigné de plus de 2 km, le diffuseur est encadré par des stations positionnées sur tous les bancs et ilots alentours : ST05, ST06, ST07, ST09 et ST08.

Les numéros des stations sont dus à l'historique des études (états des lieux commencés en 1994) et la nomenclature sera revue dès la prochaine révision/optimisation du plan de suivi.

**Figure 4 : Localisation géographique des stations fixes sous-marines du suivi des écosystèmes (ST)
Suivi des peuplements récifaux et poissons associés**



Une station est constituée de 3 transects fixes délimités sur le fond par des piquets implantés et entretenus à chaque visite.

Elle peut exceptionnellement ne comporter que 2 transects si la topologie du fond ne permet pas d'en placer 3 parce que le fond est entièrement sableux ou vaseux et ne peut porter un transect significatif. ➔

Un schéma structural de chaque station est réalisé, avec iconographie associée, selon l'exemple présenté sur la figure suivante. En cas de nécessité d'évaluation par des biologistes non habitués aux lieux, un tel schéma facilite grandement l'approche de la station sous-marine, surtout si la visibilité est réduite. ⊕

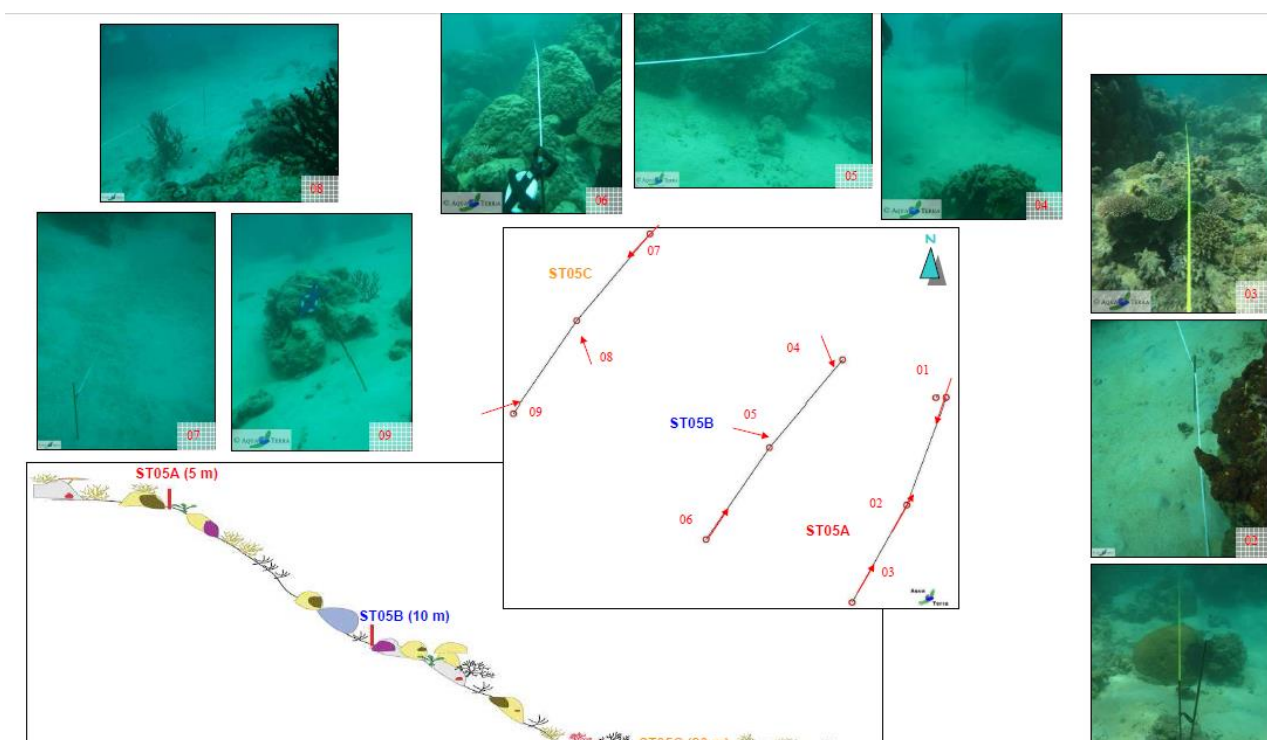
Les stations ciblées par ce plan de suivi ont été inventoriées de façon rigoureusement comparable depuis le début des suivis 2007, 17 inventaires sur celles-ci (à ce jour). Aucune station de suivi n'a été abandonnée ou modifiée. ★

Rappel : Vale NC se conforme aux prescriptions de suivis qui lui sont imposées par les arrêtés ICPE (2007 et 2008) et par la Convention CCB avec la Province Sud (2009). Un atelier a travaillé pour définir la localisation des stations et les méthodologies à suivre en matière de suivi des écosystèmes marins, en mars 2006, sous l'impulsion de la DENV et des biologistes marins calédoniens ayant participé aux états des lieux.

Le suivi éco-systémique est un engagement de la CCB 2009 mais il n'est pas inscrit dans les prescriptions réglementaires des arrêtés ICPE, sauf en baie Kwé via l'arrêté AEM -2016.

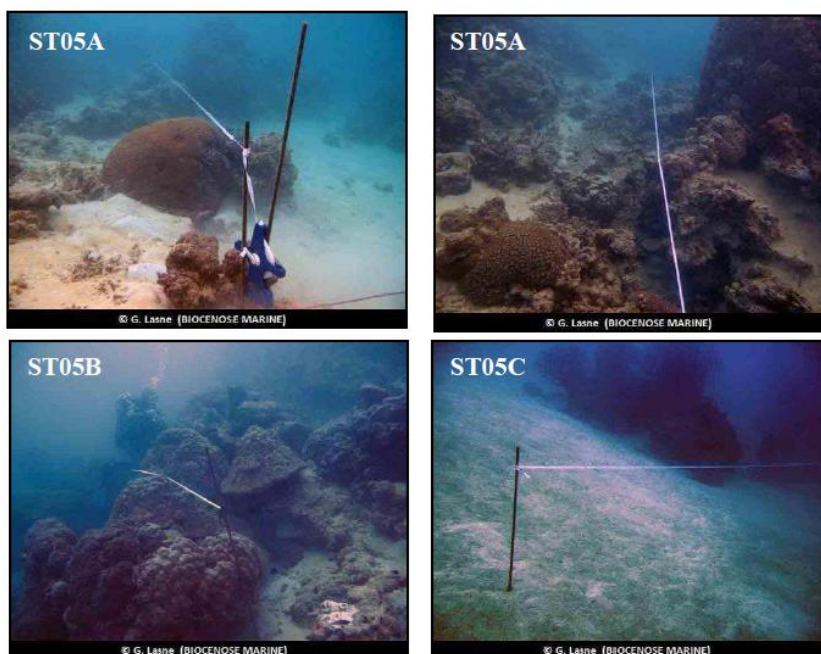
Remarque : d'autres zones et stations peuvent être suivies selon les événements et des suivis supplémentaires, notamment en baie du Prony et dans les baies au Nord du canal de la Havannah.

Figure 5 : Schéma structural qui représente une station sous-marine de suivi des écosystèmes coralliens et populations associées. Exemple : La station ST05



Les 3 transects (A, B et C) sont à 3 profondeurs différentes et sans répliques, selon les exigences du plan de suivi imposé.

Chaque transfert suit une courbe bathymétrique constante, le plus souvent elle est parallèle à la cote.



Vue d'ensemble des transects (ST05)

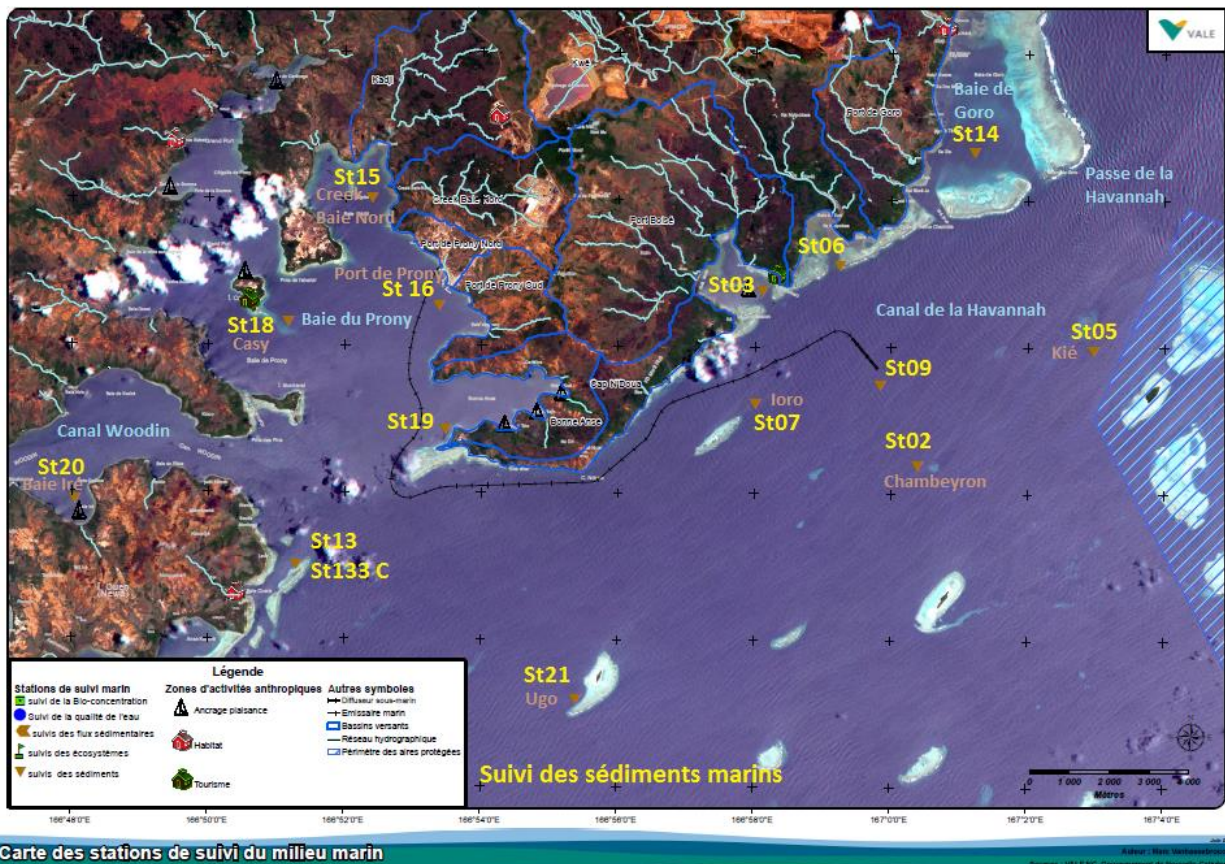
1.1.4. Points de suivi des sédiments – qualité des sédiments, métaux dissous, éléments majeurs et hydrocarbures (Stations : St)

Le suivi de la qualité des sédiments marins est effectué sur les stations indiquées dans le tableau suivant.

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

Localisation 2014	Station	Longitude E	Latitude S	Profondeur (m)
Basse Chambeyron	St 02	167° 00,506	22° 23,599	33
Baie Port Boisé	St 03	166° 58,010	22° 21,190	29
Banc de Kié	St 05	167° 03,100	22° 22,050	34
Récif de la Baie Kwé	St 06	166° 59,112	22° 20,830	20
Récif Ioro	St 07	166° 57,910	22° 22,820	41
Canal de la Havannah	St 09	166° 59,754	22° 22,540	47
Pointe Nord du récif Ma	St 13	166° 51,354	22° 24,914	35
Baie de Goro	St 14	167° 01,160	22° 19,350	37
Prony Creek Baie Nord	St 15	166° 52,590	22° 20,037	25
Port de Prony	St 16	166° 53,365	22° 21,210	44
Prony Ilot Casy	St 18	166° 51,061	22° 21,668	26
Rade de l'est	St 19	166° 53,340	22° 23,170	38
Canal Woodin Baie Iré	St 20	166° 48,150	22° 24,180	25
Ilot Ugo	St 21	166°55,501	22°26,728	36
+ Ile Ouen	St 133	166° 52,398	22° 25,147	60

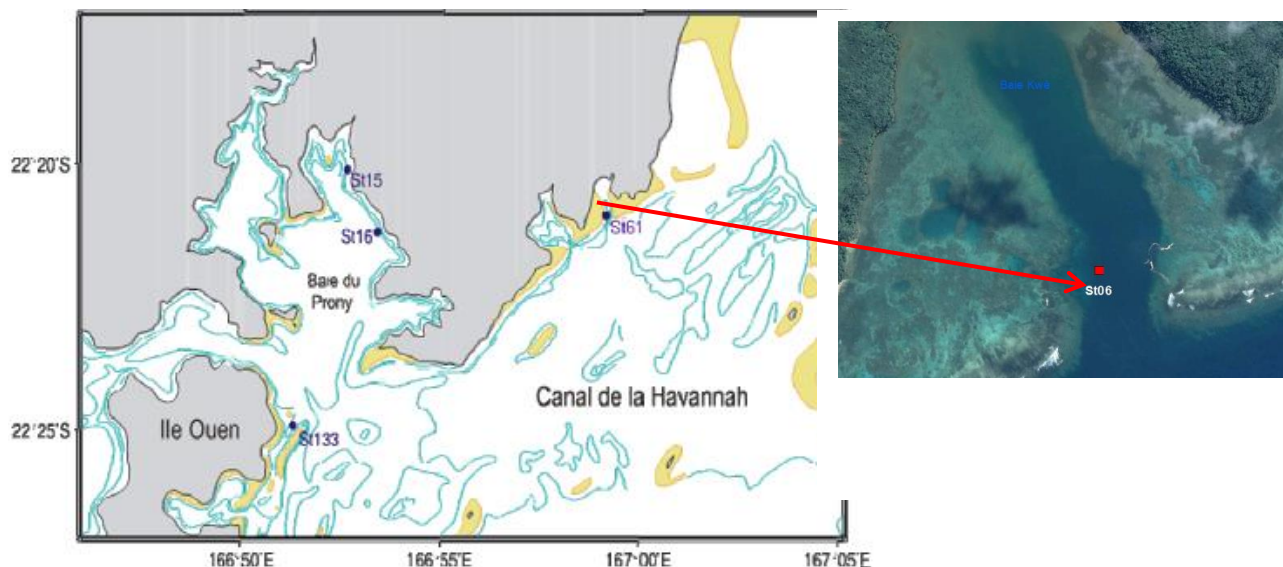
Figure 6 : Localisation géographique des stations de prélèvement des sédiments de surface + carotte St 133 Est- Île Ouen



1.1.5. Points de suivi du taux d'accumulation sédimentaire

Deux stations sont positionnées en baie de Prony : à l'embouchure du creek de la Baie Nord (St 15) et près du port de Prony (St 16) ; une station se trouve dans la baie Kwé (St 06) et une autre, la station ST33, est située à l'Est de l'île Ouen. Ces stations sont suivies de façon triennale (sur conseil des experts des plans de suivi sur la fréquence à suivre pour un taux d'accumulation relativement lent) ;

Figure 7 : Localisation géographique des stations d'étude du taux d'accumulation des sédiments : St 133, St 15, St16 et St 06



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

1.1.6. Points de suivi des flux sédimentaires

Les flux des sédiments transportés par l'eau de mer sont un indicateur intégrateur qui est suivi sur 3 postes indiqués sur le tableau suivant.

► Rappel : Les flux ne sont pas toujours corrélés au taux de sédimentation sur un même point suivi.

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

Station	Latitude S	Longitude E	Profondeur
St15 Prony (creek Baie Nord)	166°59,590	22°20,037	37m
St 60-NE (à 60 m du diffuseur)	22° 22,109	166°59.678	39m
StKW-1 En Baie Kwé	22°20,747	166°59,140	18m

Les photographies et la carte suivantes montrent la position de ces postes de suivis : dans le canal d'ouverture de la Baie Kwé, près de l'embouchure du creek baie Nord et près du diffuseur. Le diffuseur est schématisé par un trait rouge sur la première photographie.

Figure 8 : Points de suivi des flux de MES



Le dispositif de collecte des flux de MES est placé à 3 mètres au-dessus du fond. Cette cote de profondeur est particulièrement importante à respecter pour les pièges mouillés à proximité du diffuseur afin que les orifices de collecte demeurent en contact avec l'effluent, même lorsque les conditions hydrodynamiques des marées de vive-eau s'exercent. Ce prérequis est conforme aux résultats du traçage réalisé à la rhodamine-WT **Les godets doivent être placés dans la zone la plus propice à la collecte des flux d'effluent.**



1.1.7. Zones de 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.

Tableau 6 : Position des quadras de suivi de l'herbier, référentiel RGNC 91-93 LAMBERT

Station	Latitude S	Longitude E	Distance à la cote	Profondeur
Station 01 = HE 01 (Est)	501 835	206 345	62 m	0,5 m
Station 02 = HO 02 (Ouest)	500 885	205 902	220m	0,5 m
Station 03 = HE03 (Est)	501 800	206 274	145m	0,5 m
Station 04 = HO 04 (Ouest)	501 150	205 871	480	0,5 m

Figure 9 : Quadras de suivi de l'herbier en baie Kwé.


1.2. Indicateurs suivis

- **Les indicateurs biologiques** : les paramètres suivis selon les engagements conventionnels sont les suivants :

Tableau 7 : Indicateurs biologiques. Suivis semestriels (2008 / 2017).

Pour le suivi des stations fixes éco-systémiques sur **12 stations et 33 transects**

	Stations	LIT SUBSTRAT 28 items	BENTHOS	POISSONS 1. Nb Individus 2. Densité (poissons /m ²) 3. Biomasse (g/m ²) (Sur liste restreinte imposée)
Baie du Prony	ST01	X	X	XXX
	ST02			
	ST03			
Canal Woodin	ST04			
Canal de la Havannah	ST05	X	X	XXX
	ST06			
	ST07			
	ST08			
	ST09			
	ST11			
Témoins	ST10	X	X	XXX

Une station inventoriée (sans entretien spécial) nécessite 3 plongeurs biologistes et à minima 55 minutes de plongée pour chacun d'entre eux.

33 transects avec :

- 28 items du suivi LIT du substrat
- Poissons (nombre, densité et biomasse sur liste restreinte)
- Macro-benthos.

Pour l'herbier de la baie Kwé (arrêté AEM 2016) :

Tableau 8 : Indicateurs biologiques. Herbier. Suivi triennal (2017)

	Station	Composition spécifique (bio diversité)	% de recouvrement du substrat	Densité de chaque espèce par m ²
Baie Kwé	Station 01 = HE 01 (Est)	x	x	x
	Station 02 = HO 02 (Ouest)	x	x	x
	Station 03 = HE03 (Est)	x	x	x
	Station 04 = HO 04 (Ouest)	x	x	x

- **Les Indicateurs physico-chimiques** :

Les paramètres suivis sont indiqués dans les tableaux suivants, pour la colonne d'eau et pour les sédiments.

Tableaux 8 : Ensemble des paramètres physiques et chimiques suivi selon les obligations réglementaires et conventionnelles, à 3 profondeurs sur chaque station

COLONNE D'EAU

	Station	PHYSICO-CHIMIE					ELEMENTS MAJEURS					SELS NUTRITIFS				MATIERE ORGANIQUE						ELEMENTS METALLIQUES																					
		T	S	F	turb	MES	pH	Ca	K	Mg	Na	CO3	Cl	SO4	NO3	NH4	PO4	SiO4	NOD	POD	COP	NOP	POP	Chl	HCT	Phéo	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	As	Cr	Cr(VI)						
Suivi semestriel (Février/août)	Baie du Prony St14	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	Baie du Prony St15	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Baie du Prony St16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Baie du Prony St18	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Baie du Prony St19	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	C Woodin St20	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Canal de la Havannah St02	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Canal de la Havannah St03	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Canal de la Havannah St05	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Canal de la Havannah St06	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Canal de la Havannah St07	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Canal de la Havannah St09	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Canal de la Havannah St13	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Canal de la Havannah St21	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

HCT= Hydrocarbure totaux ; CO3= Carbonates (Au port ST16 et en face le creek de la Baie Nord ST15) ; S : surface, F : au fond ; T : zone intermédiaire.

	Station	PHYSICO-CHIMIE					ELEMENTS MAJEURS					SELS NUTRITIFS				MATIERE ORGANIQUE						ELEMENTS METALLIQUES																			
		T	S	F	turb	MES	pH	Ca	K	Mg	Na	CO3	Cl	SO4	NO3	NH4	PO4	SiO4	NOD	POD	COP	NOP	POP	Chl	HCT	Phéo	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	As	Cr	Cr(VI)				
Suivi trimestriel (Mai/Nov.)	Baie du Prony St14	x	x	x	x	x	x			x			x												x			x	x		x	x	x	x	x	x		x	x		
	Baie du Prony St15	x	x	x	x	x	x			x			x													x			x	x		x	x		x			x	x		

32 paramètres sur 3 x 14 prélèvements = A minima > 2600 analyses par an. (Hors duplicas pour contrôles AQ/CQ).

GEOCHIMIE DES SEDIMENTS

Station	PHYSICO-CHIMIE					GEOCHIMIE (PHASE OXYDABLE)								GEOCHIMIE (PHASE ACIDO-SOLUBLE)								GEOCHIMIE (PHASE REDUCTIBLE)								GEOCHIMIE (PHASE REFRACTAIRE)									
	Gr	Min	Carb	S-lix	S-éch	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn		
Baie du Prony	St14	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St15	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St18	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St19	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
C Woodin	St20	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Canal de la Havannah	St02	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St03	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St05	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St06	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St07	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	St09	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	St13	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	St21	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Suivi triennal (2015)

Suivi annuel
Baie du Prony St16

Station	PHYSICO-CHIMIE					GEOCHIMIE (PHASE OXYDABLE)								GEOCHIMIE (PHASE ACIDO-SOLUBLE)								GEOCHIMIE (PHASE REDUCTIBLE)								GEOCHIMIE (PHASE REFRACTAIRE)								
	Gr	Min	Carb	S-lix	S-éch	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	
Baie du Prony	St16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

A minima 490 analyses triennales (Hors duplicas pour contrôles AQCQ) et pour le Port / sédiments : + 35 analyses annuelles.

TAUX D'ACCUMULATION

	Station	PHYSICO-CHIMIE					GEOCHIMIE						
		Granulo	Minéralo	Densité	Pb-210	Ra-226	Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	
Suivi triennal	B Kwé	St06	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	C Havannah	St13-3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B du Prony	St15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		St16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

DENSITE DE FLUX PARTICULAIRE

	Station	PHYSICO-CHIMIE						GEOCHIMIE (ELEMENT TOTAUX)						
		Granulo	Minéralo	CaCO3	Obs micros	MES	HCT	Ca	S	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Suivi semestriel	Canal de la Havannah	St60-SW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		St60-NE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		St06-KW1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Flux : A minima 78 données/an

Total du nombre d'analyses (et de données) pour 1 année de suivi (avec 1 suivi triennal des sédiments) : 3340 hors suivi Eco systémique (145 données /an environ selon les stations et la biocénose).

Une rationalisation du nombre de données s'imposera, par retour d'expérience. Par définitions les indicateurs doivent être limités en nombre afin de permettre une vision rapide, synthétique et décisionnelle.

1.3. Méthodes

Les méthodes de suivis sont décrites en annexe 1 de ce rapport

1.4. Rendus semestriels

La rédaction des rapports est confiée au bureau d'étude indépendant qui a assuré la mission. **Il est important que le rédacteur ait bien participé à la mission, lui-même.** (Éviter une seconde sous-traitance).

Les rapports semestriels (ou annuels) présentent les données brutes en annexe,

L'analyse des données comprend :

- Une analyse comparative des résultats avec l'état initial et avec les résultats des campagnes précédentes, elle est effectuée par les experts qui ont effectué la dernière mission.
- Une réflexion sur la cohérence entre les autres suivis et les connaissances antérieures (modélisation, courantologie, météo...) est conduite à chaque suivi semestriel.
- Une réunion entre experts des divers domaines de suivis est effectuée, sous l'appel de Vale NC, afin que tous partagent leurs remarques pour un suivi « global » des tous les indicateurs biologiques, physiques et chimiques.

Cette analyse synthétique est à la fois :

- spatiale (comparaison des stations entre elles) et
- temporelle (comparaison avec l'état initial et avec tous les suivis antérieurs).

Toute tendance qui pourrait évoluer vers un changement du milieu supérieur aux variations saisonnières (ou aux incertitudes méthodologiques) est notée dans le rapport semestriel concerné, pour un suivi attentif de ce paramètre lors des missions suivantes. En cas de confirmation d'une modification significative la conclusion du rapport indiquerait bien ce fait.

Démarche : Pression/Etat/Réponse

- Les commentaires des experts et leurs recommandations sont inclus au rapport intégral.

Les rapports intégraux tels que délivrés par les sous-traitants (missions de suivis externalisées) sont fournis en annexe de ce document, avec les données brutes et les remarques ou recommandations qui font partie de la réflexion du sous-traitant expert en son domaine.

2. BILAN DES DONNEES DISPONIBLES A DATE DE CE RAPPORT

Le présent rapport concerne les suivis suivants : Suivis semestriels effectués pendant les campagnes du premier semestre 2017, il s'agit des missions de surveillance suivantes :

- ✓ Suivi N°1 / 2017 de la structure de la colonne d'eau et de la qualité physico-chimique de l'eau –Mission effectuée les 19, 20 et 21 avril 2017 ;
- ✓ Suivi N°1 / 2017 des écosystèmes coralliens et des populations associées – Mission du premier semestre : Avril 2016 ;
- ✓ Suivi N°1 / 2017 des flux sédimentaires - Immersion des automates durant 48 jours.
- ✓ Suivi de l'herbier de la baie Kwé. Avril 2017.

Les missions de suivis ont été effectuées dans leur intégralité conformément au plan de suivi réglementaire.

Pour ces missions 2017: 4 bureaux d'études et laboratoires différents et indépendants ont participé à ces missions et aux travaux d'analyses.

2.1. Synthèse des suivis du milieu marin effectués en 2017

Le tableau suivant présente l'ensemble des suivis : les mois durant lesquels lesquelles les missions de terrain ont été effectuées et les rapports communiqués (en bleu).

	Préparation de la mission
	Mission en cours ou effectuée durant ce mois
	Analyses des résultats et rapport rendus
	Rapport annuel attendu en fin d'année

← Rapports fournis dans ce bilan

S1 ou S2 : Rapports semestriels

A : Rapport annuel

Tableau 9 : Synthèse des suivis marins effectués durant l'année 2017 (A date AOÛT 2017)

Suivis 2017	Indicateurs	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août 2017	S	O	N	D	Jan 2018	
Structure de la colonne d'eau 14 stations	Physique Chimique							S1						S2	
Qualité de l'eau et concentrations en métaux	Chimique							S1						S2	
Suivi des écosystèmes 12 stations	Biologique Corail Benthos Poissons							S1						S2	
Suivi de l'herbier de la baie Kwé	Suivi des phanérogames							A							
Suivi du taux de sédimentation	Physique	Suivi triennal. Dernières campagnes : 2010 et 2013 Campagne annuelle 2017 en cours												A	
Suivi de la qualité des sédiments	Chimique	Suivi triennal. Dernières campagnes : 2012 et 2015 Prochaine campagne en 2018													
Suivi des flux sédimentaires	Physique Chimique								S1						S1 S2
Suivi spécial zone Portuaire	Biologique Physique Chimique Sédiments														A

2.2. Cartographie : Pressions, zone d'influence et de suivis

La figure suivante est un rappel sur le déploiement du réseau des points de surveillance et sur la numérotation des stations.

Les hydro régions sont délimitées par des traits de couleurs cependant ce sont des gradients qui les délimitent et non pas des « frontières » fixes.

Figure 10 : Les stations de suivi du milieu marin et les « hydorrégions » dans la zone d'étude

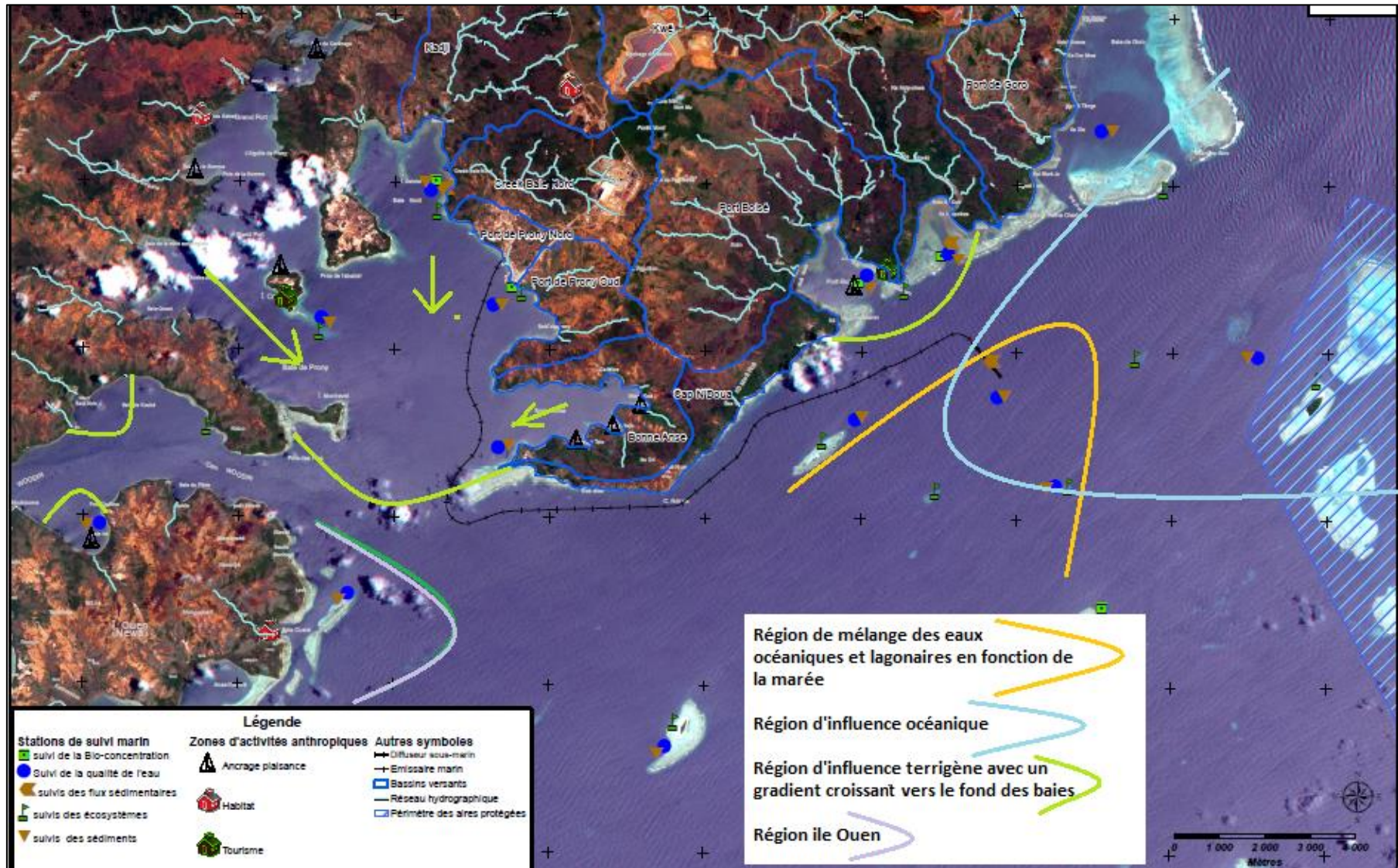


Figure 11 : Carte schématique des bassins versants et des différentes pressions sur le milieu marin

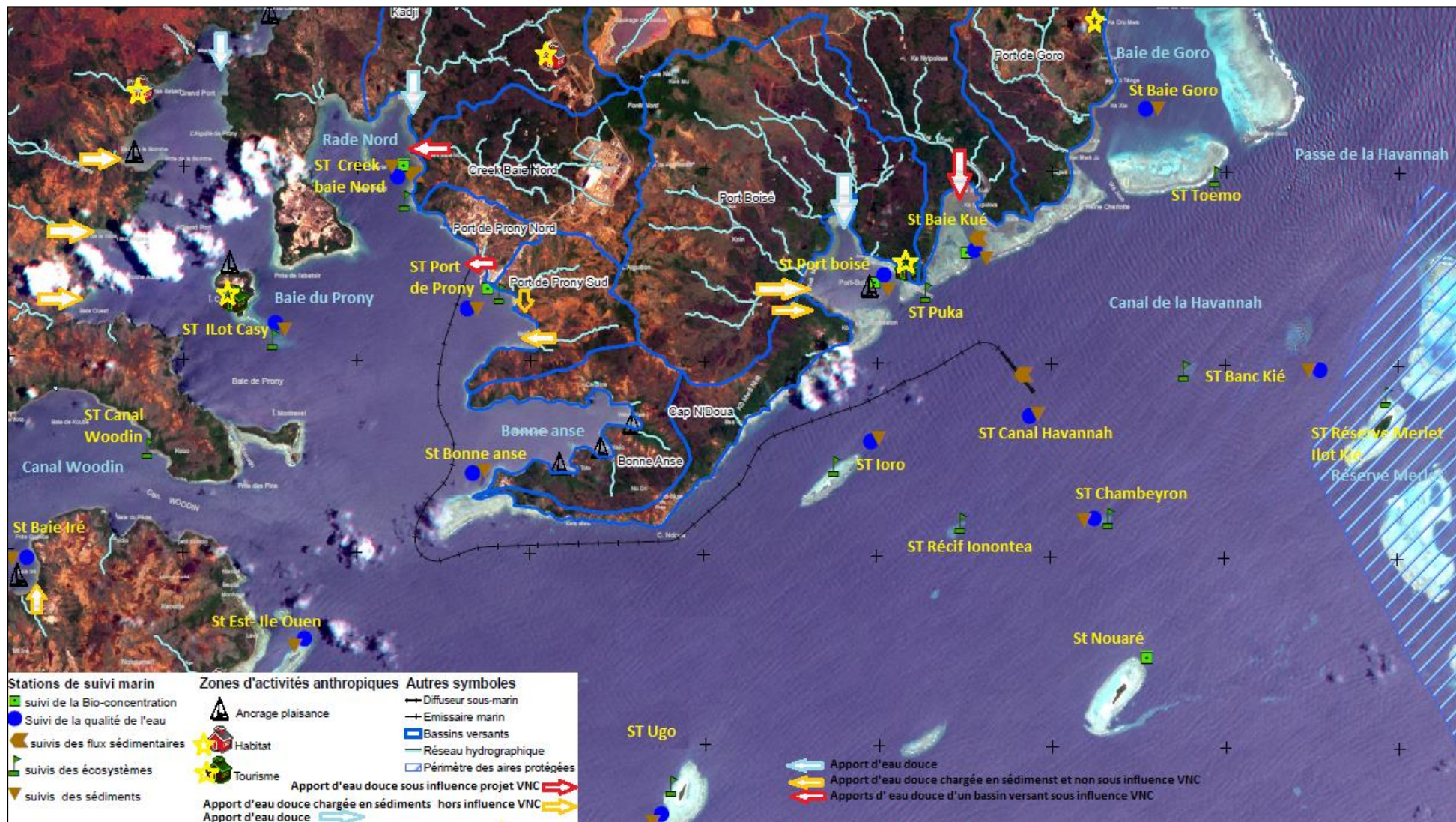
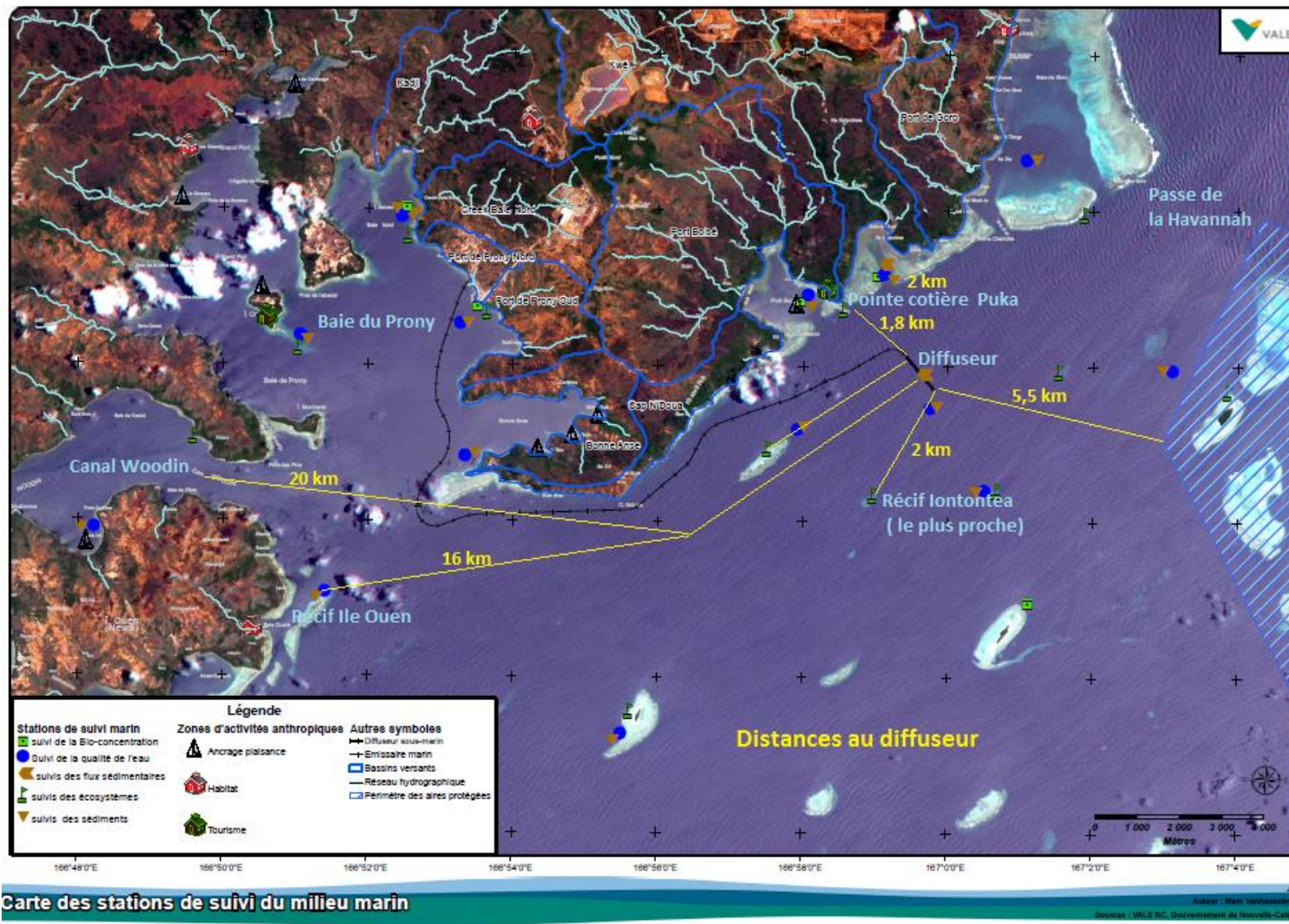


Figure 12 : Distances entre le diffuseur de l'effluent traité et les récifs coralliens les plus proches (+ autres zones remarquables)



3. RESULTATS (S1-2017)

3.1. Valeurs réglementaires et états de références

Pour le suivi du milieu marin il n'y a pas de dépassement de seuils réglementaires proprement dit, il ne s'agit pas d'émissions sujettes à des seuils^{*(1)} mais de la 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 (**Méthode BACI**).

➤ **Les états initiaux (de référence) observés** avant le développement du projet Vale Nouvelle-Calédonie servent de référence (**Before**). Les états de référence sont présentés dans les dossiers ICPE (Caractérisation des milieux, VOLUME III, SECTION A, Caractérisation de l'environnement, Chapitre 5 : Océanographie physique, + Chapitre 7 : Milieu écologique marin.) Les études des états initiaux ont débuté en 1994 et se sont renforcées dès 2000, au niveau du milieu marin. Tous les bureaux d'études et experts en biologie marine ou océanographie du territoire ont participé à ces caractérisations d'état des lieux. Les états de référence doivent bien intégrer la variabilité saisonnière qui peut-être importante sur certains paramètres.

➤ **Les bases de données (issues des missions de suivis antérieures)** permettent une analyse des tendances évolutives. Ce sont ces tendances qui sont analysées par les prestataires qui doivent avoir une expertise et une connaissance statistique suffisantes pour les maîtriser.

Les prestataires qui effectuent les suivis ont en leur possession les bases de données des années précédentes pour pouvoir effectuer ces analyses comparatives, il est à leur charge de les formater pour en tirer une analyse d'évolution temporelle.

➤ **Méthode de suivi BACI (Before/After & Control/Impact)**

Les états de références permettent un suivi de l'évolution temporelle des paramètres, par comparaison avec un état antérieur, selon la méthode classique de suivi : « **Before/After** ».

Cependant les exigences de **la méthode de suivi BACI (Before / After + Control / Impact-Underwood 1991)** plus complète (et qui permet d'éliminer en partie les problèmes inhérents aux seules comparaisons **Before/After**), demandent de suivre en parallèle l'évolution des paramètres sur une station homologue (de **Contrôle- témoin**) à la station surveillée (sous pression d'un **Impact** éventuel). Pour cette raison la Baie de Port-Boisé est suivie en parallèle de la baie Kwé et les conclusions quant à l'évolution de la baie Kwé ne peuvent pas se résumer à une comparaison **Before/After**, elles doivent aussi tenir compte de l'évolution temporelle de la Baie de Port- Boisée, son homologue.

***(1) Le guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie**, élaboré en 2011 par ZONECO/CNRT grâce à de nombreux contributeurs, présente des grilles de lecture ainsi que des références bibliographiques pour chaque type d'indicateur, il peut servir de guide, mais en aucun cas de références « seuils », avec toutes les recommandations interprétatives qu'il préconise, et à conditions de conserver exactement la même méthodologie de suivi que celle utilisée pour les grilles proposées par le guide. Il serait prévu une révision de ce guide en 2017.

Il est essentiel de raisonner en termes de tendances évolutives et il ne serait pas rigoureux de tirer des conclusions sur uniquement quelques données ponctuelles, ni par comparaison avec une grille de lecture universelle ou calédonienne (qui n'existe pas).

Comme le souligne le guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie-2011 : « *Il est impossible de donner une grille de lecture de valeurs seuils, c'est la variabilité temporelle*

(saisonnaire et inter annuelle) ou bien spatiale des valeurs qui permettra de se prononcer sur la signification des résultats après une mission de suivi. Pour mettre en évidence un changement significatif, cette variabilité est une information nécessaire à connaître et affiner au fur et à mesure des années de suivis. »

Toute modification significative observée lors d'un suivi, c'est-à-dire au-delà de la marge des variations saisonnières et des incertitudes inhérentes aux méthodologies, doit être prise en considération et demande un suivi approfondi et une recherche de cause.

Chaque rapport de suivi présente une étude des variations temporelles des paramètres, en comparaison avec les suivis précédents et les états de référence et si possible en comparaison avec le suivi d'une station de contrôle (témoins).

Tout changement significatif est signalé de façon bien visible.

**Tableau 10 : Caractérisation et évaluation du milieu marin,
Etats initiaux ou de référence (en bleu). Missions de suivis déjà effectuées (en orange).
Mission en cours (en noir).**

- **Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer sur toute sa colonne**
 - Rescan, Supplemental Baseline Technical report : Physical Oceanography, octobre 2000 et Supplemental Baseline Technical Report : Marine Environment, novembre 2000 ;
 - Caractérisation physico-chimique des eaux 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)**
 - Dernières campagnes de suivis effectuées : mars 2009, août 2009, mars 2010, août 2010, mars 2011, aout 2011, mars 2012, aout 2012, mars 2013, aout 2013, mars/ avril 2014, aout 2014, mars 2015, aout 2015, mars 2016 et aout 2016.
 - Campagne de : AVRIL 2017 incluse dans ce rapport: (17^{ème} campagne)

- **Sédiments**
 - Rescan 2000
 - Apports sédimentaires à l'embouchure du creek de la rade Nord en baie de Prony IRD 2006
 - **Etat de référence de la qualité physico-chimique des eaux et niveaux de concentration des métaux dans les sédiments 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**
 - Dernières campagnes effectuées : 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016
 - Campagnes 2017 : les flux sédimentaires sont semestriels (S1 / 2017 inclus dans ce rapport).

- **Stations éco-systémiques**
 - La comparaison temporelle est effectuée systématiquement à partir de la base de données des suivis semestriels effectués depuis 2007, les suivis ont été effectués sur les mêmes stations et avec la même méthodologie (Premier semestre 2017 : 18^{ème} mission de suivi même stations & mêmes méthodes).
 - Les études d'état des lieux précédentes (qui ont débuté en 1994) ont fait l'objet d'un travail de synthèse : « Analyse et synthèse des études environnementales du domaine marin du Sud : baie de Prony – Canal de la Havannah », travail commandé par Vale Nouvelle-Calédonie pour la période 1994-2007 au professeur d'Université Claude CHAUVET ACREM, 2008. (Cf. tableau récapitulatif ci-dessous).
 - Dernières campagnes réglementaires: aout 2007, octobre 2008, juin 2009, puis : mars 2010, Aout/septembre 2010 ; mars 2011, et aout 2011 ; mars 2012 et octobre 2012 ; mars/avril 2013 et sept/oct. 2013 ; mars/avril 2014 et octobre 2014, mars 2015, oct. / nov. 2015 ; avril 2016 et novembre 2016.
 - Campagne d'AVRIL 2017 incluse dans ce rapport. (18^{ème} campagne)

D'autres inspections et missions sous-marines peuvent donner lieu à des analyses supplémentaires, comme les 8 missions de suivis supplémentaires de l'embouchure du creek de la baie Nord (suite à avril 2009), ou les suivis écologiques avant et après la pose de l'émissaire sur des stations situées sur l'émissaire. En 2013 et 2014 un état des lieux en baie Kwé a été conduit.

Le tableau suivant rappelle l'ensemble des missions d'évaluation et de suivis sous-marins écosystémiques qui ont été effectués depuis 1994 dans le domaine d'influence de Vale Nouvelle-Calédonie. L'ensemble des bureaux d'études et des spécialistes calédoniens a participé à ce travail sans uniformiser leurs méthodes (d'où l'atelier de 2006 qui a imposé une méthodologie suivie par les plans de suivi depuis 2008).

Tableau 11 : Caractérisation du milieu marin – écosystèmes

Date de l'évaluation	Auteurs et/ou bureaux d'études	Titre
1994	Pierre Thollot / Laurent Wantiez	Caractérisation des milieux marins dans la région de Prony
Aout 2000	Rescan / ACREM /A2EP	Évaluation environnementale du projet Goro Nickel Milieu marin
Juillet 2000	ACREM/ Sebastien Sarramegna	Caractérisation des communautés biologiques coralliennes dans le cadre du projet Goro Nickel
Avril 2004	Rescan/ ACREM	Caractérisation du milieu marin (15 stations)
Mai et juin 2004	Sabrina Virly/ Pierre Laboute	Caractérisation des communautés biologiques du banc Ionontea dans le canal de la Havannah
Nov 2004	Pierre Laboute	Expertise du site : zone du débarcadère en baie du Prony
Mai 2005	Sabrina Virly/Pierre Laboute	Caractérisation des communautés marines biologiques autour du futur émissaire du projet Goro Nickel
Juillet 2005	Pierre Laboute	Caractérisation des communautés marines biologiques sur 6 stations du canal de la Havannah
Aout 2005	A2EP/ACREM	Etat de référence des peuplements récifaux et poissons associés en baie du Prony et dans le canal de la Havannah
Aout 2005	Pierre Laboute	Expertise en baie du Prony
Mars 2007	Melanopus (+P. Laboute)	Etat de référence des habitats coralliens le long du tracé de l'émissaire. Baie Kwé et canal dela Havannah.
Mai 2007	Soproner	Caractérisation du milieu marin le long du tracé de l'émissaire
Nov 2007	Aqua terra/ ACREM	Etat biologique de 5 stations sur le tracé de l'émissaire
Dec 2007	A2EP	Suivi de l'état des communautés coralliennes en baie du Prony et canal de la Havannah
2008 2009 2010a 2010b 2011a 2011b 2012a 2012b 2013a 2013b 2014a 2014b 2015a 2015b 2016a 2016b 2017a	Aqua terra / ACREM / Biocénoze	Suivis de l'état des communautés coralliennes et des populations associées en baie du Prony et dans le canal de la Havannah Suivis semestriels réglementaires selon le cahier des charges de la Convention CCB 2009. 17 campagnes effectuées selon exactement la même méthodologie et sur les mêmes stations

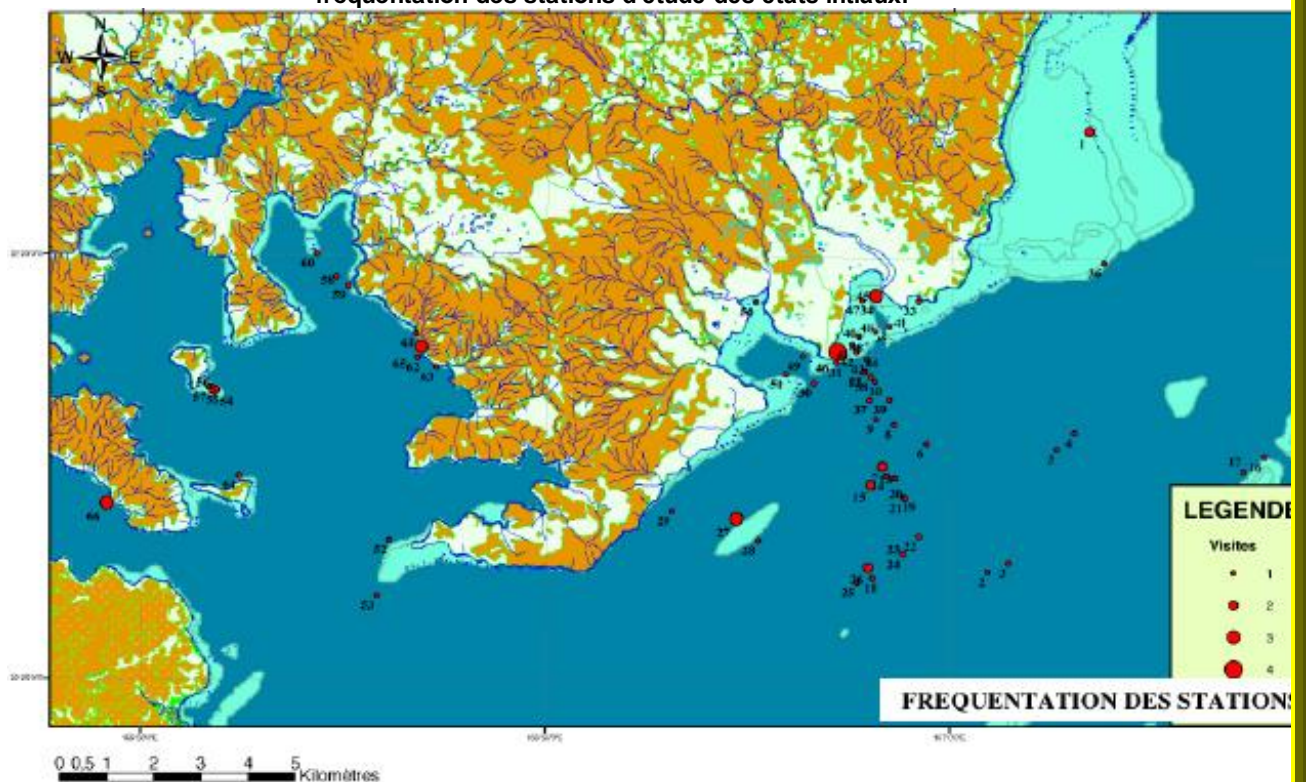
Tous les rapports sur les états de référence ont été communiqués aux administrations compétentes dans les dossiers ICPE (chapitre : Caractérisation des milieux) ainsi que les rapports de suivi et les études. Ils ont aussi été communiqués à l'ŒIL (Observatoire crée en 2009) dès 2010, dans leur intégralité.

La figure suivante montre le déploiement des efforts d'évaluation du milieu écosystémique sous-marin dans la zone d'influence de Vale Nouvelle-Calédonie pour effectuer un état des lieux entre 1994 et 2007.

Il s'agissait alors de la caractérisation de l'état des lieux, toutes les stations inventoriées n'ont pas été retenues pour les suivis une fois le projet Vale NC en fonctionnement. Les études d'état des lieux portent sur un périmètre bien plus vaste que les stations – sentinelles de suivis.

Vale NC se conforme aux stations et aux méthodologies de suivis imposées par les arrêtés ICPE et la Convention 2008 CCB avec la Province Sud, un atelier s'est tenu en mars 2006 sous le pilotage de la DENV (M. Laurent Wantiez de l'UNC en facilitateur) avec les biologistes marins ayant une bonne connaissance du lagon et ayant participé aux caractérisations de l'état des lieux et la méthodologie a alors été indiquée. **Depuis 2007 les suivis, au nombre de 18 missions, sont donc comparables en eux.**

Figure 13 : Stations d'étude pour la caractérisation biologique du milieu marin entre 1994 et 2006 et fréquentation des stations d'étude des états initiaux.



➤ Flux sédimentaires

- L'état de référence des densités de flux verticaux de particules a été déterminé pour le canal de la Havannah et la baie Kwé en 2007 (convention IRD/Goro nickel n°1230)
- **Dernières campagnes réglementaire : 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016**
- Campagnes 2017 incluses dans ce rapport.

3.2. Valeurs obtenues (2017)

3.2.1. Météorologie


Pour rappel : l'année 2013 fut marquée par deux dépressions ayant provoqué une pluviométrie exceptionnelle en janvier et en juillet 2013 avec des précipitations supérieures à 400mm / 24 h, (Cf. les rapports de suivis 2013) ; le milieu marin côtier sous influence terrigène a été affecté par ces précipitations très intenses de 2013.

Cela ne fut pas le cas en 2014 et 2015. 2015 ayant au contraire été une année caractérisée par un déficit hydrique (et une très bonne vitalité des écosystèmes marins côtiers).

Du 20 au 22 novembre 2016, l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie est touché par un épisode météorologique ponctuel fortement perturbé et un épisode de précipitations exceptionnel (sur Kouaoua et sur Houaïlou), provoque un glissement de terrain dramatique.

Rappel des grands épisodes dépressionnaires pluvieux des années précédentes :

- 2003 : 13 mars Cyclone Erica
- 2009 : 25/ 26 mars 2009 Dépression Jasper
- 2011 : Janvier 2011 dépression tropicale forte/cyclone Vania (450mm /24 h sur Goro)
- 2011 : Janvier 2013 dépression Zélia
- 2013 : 2/3 janvier 2013 dépression tropicale Freda (438.4 mm en 24 h à l'usine)
- 2013 : 2/3 juillet 2013 Pluie et inondations exceptionnelles de juillet (540mm/24h)
- 2016 :20/22 novembre. Pluies exceptionnelles sur Houaïlou, avec glissement de terrain.

Fin 2015 est caractérisée par la sécheresse due au phénomène climatique cyclique « El Niño », ce sont les feux de brousse et de forêt qui affectent la Nouvelle-Calédonie de façon intense, cependant le Grand Sud et les bassins versants qui influencent le milieu marin suivi par VNC sont peu affectés. **Ce phénomène « El Niño » se renforce début 2016 de façon intense.** 

2016 : Tout le Pacifique Sud est affecté par « El Niño » depuis les îles Marquises jusqu'à la Grande Barrière australienne, le lagon calédonien est inclus.

Au niveau de la Nouvelle-Calédonie, des records de températures ont été enregistrés en février et mars 2016, accompagnés d'une baisse du régime des vents (Alizés) et d'une absence de couverture nuageuse exceptionnelle qui a permis aux rayonnements solaires d'être intensément perçus en surface sur terre et au niveau du lagon.

En février 2016: 13 stations calédoniennes ont battu leur record absolu (tous mois confondus) de température minimale la plus élevée et 8 stations ont battu leur record absolu de température maximale la plus élevée. Les écarts à la normale sont de +1,8 °C pour les minimales et de +1,9 °C pour les maximales, le mois de février 2016 se place à la deuxième position des mois de février les plus chauds en Calédonie depuis 1970, tandis qu'avec seulement 2 jours de présence (au lieu de 21 en moyenne), l'Alizé a quasiment disparu durant ce mois-ci. Ces phénomènes vont provoquer un blanchissement des coraux dans tout la Pacifique Sud.

Premier semestre 2017 : Le site de Météo France / Nouvelle Calédonie présente les bulletins synthétique mensuels, **le mois d'avril 2017 est affecté par le passage du cyclone Cook** mais la Nouvelle Calédonie est relativement modérément affectée.

<http://www.meteo.nc/nouvelle-caledonie/climat/bulletins-climatiques/bcm-2017>

A l'exception de l'extrême Nord de la Grande-Terre et de l'île de Maré qui ont été relativement épargnés par le passage du cyclone COOK, le bilan pluviométrique est excédentaire partout. Il est de +70 % par rapport à la normale sur la côte Ouest, de +35 % sur la côte Est et de +55 % sur les

Loyauté. Le nombre de jours de pluie*, quant à lui, est globalement inférieur à la normale à l'échelle du territoire (10 jours en moyenne au lieu de 11 habituellement). Cela traduit bien le caractère intense des pluies tombées sur une courte période au passage du cyclone Cook..

Région	Cumul moyen	Normale
Côte Ouest	179 mm	102 mm
Côte Est	235 mm	175 mm
Iles Loyauté	230 mm	150 mm

Figure 14 : Extrait du bulletin mensuel de Météo France-Nouvelle-Calédonie d'avril 2017

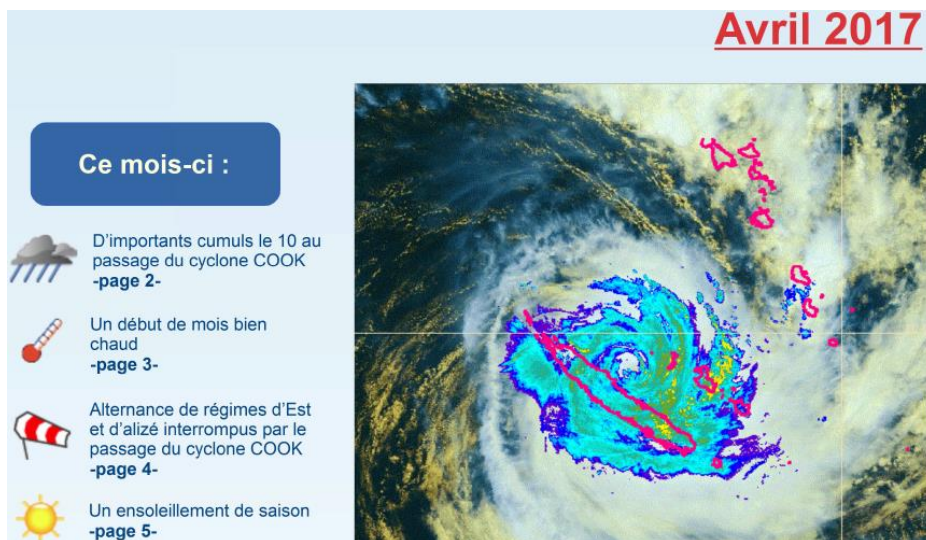


Figure 15 : Rose des vents en avril 2017 sur Nouméa

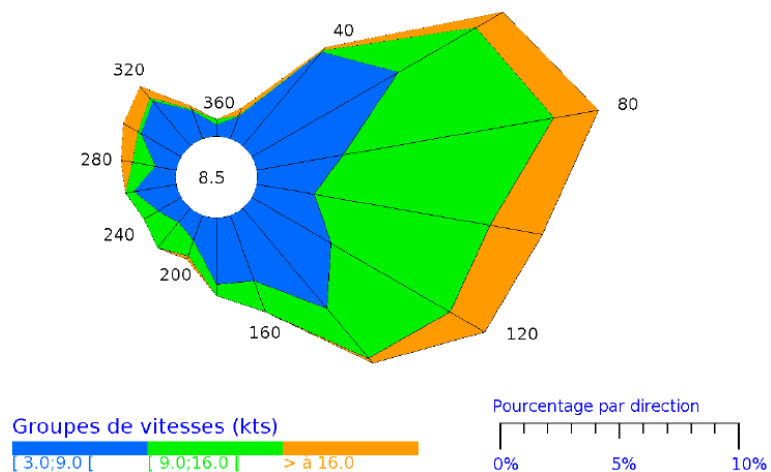
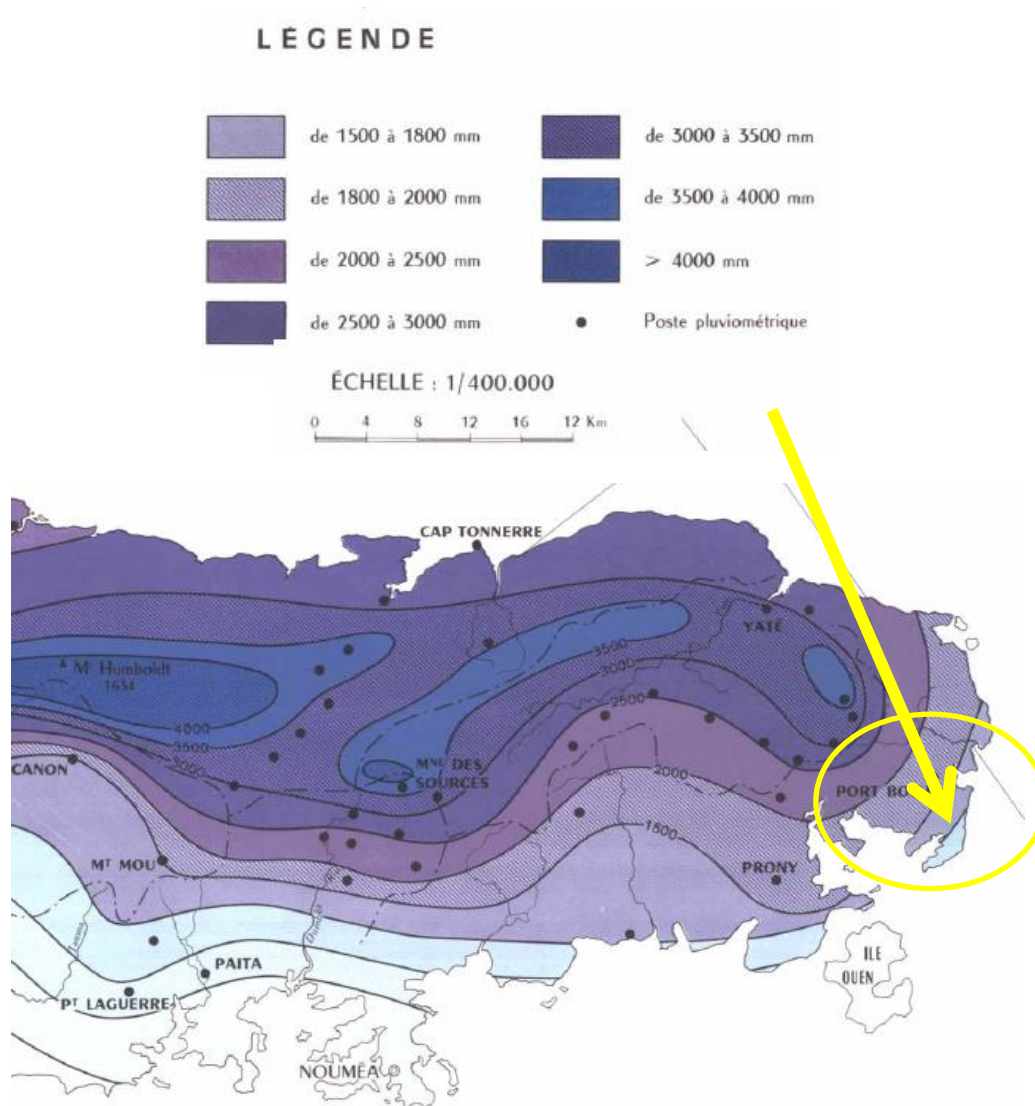


Figure 16 : Rappel du contexte climatique calédonien et de la zone du plateau de Goro influant sur les bassins versants de la zone des suivis Vale NC (mm/pluies cumul annuel)

(Carte ORSTOM)

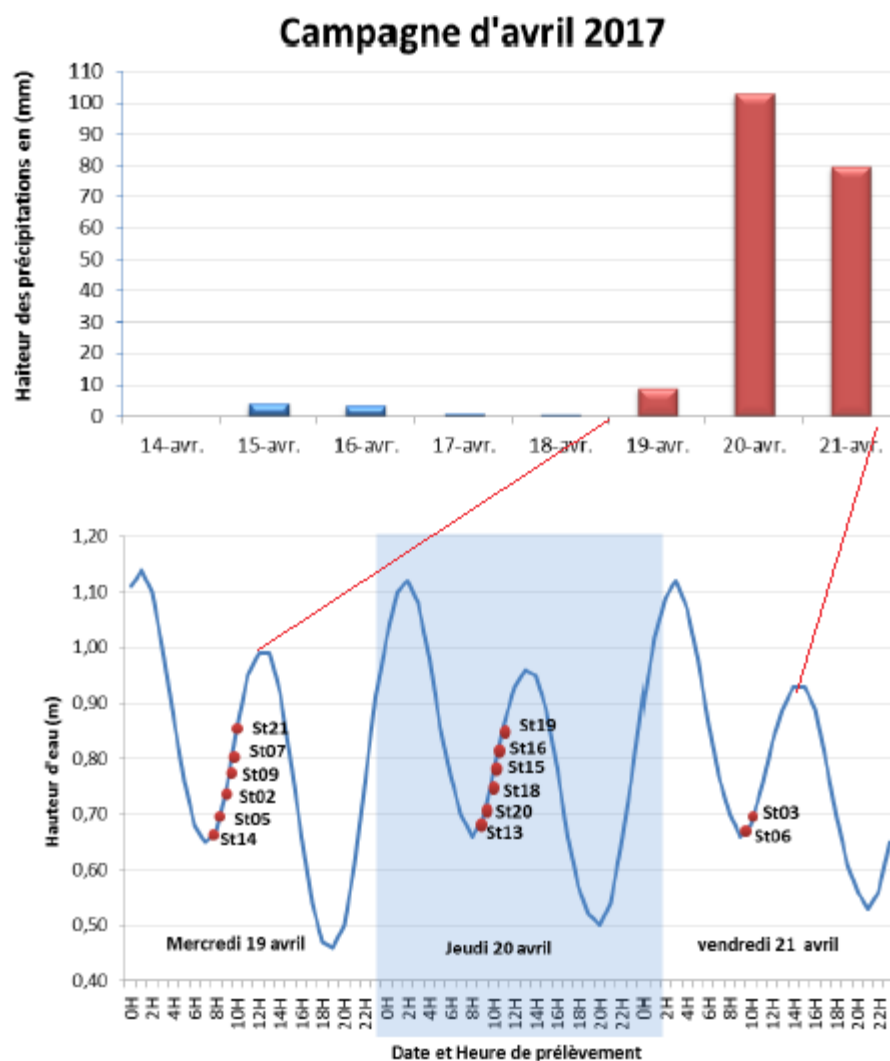


3.2.2. Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer

Les opérations de terrain S1/2017 ont été réalisées les 19, 20 et 21 AVRIL 2016 sur les 14 stations prédéfinies. L'état de la marée et surtout la pluviométrie, pendant et avant la mission, sont des facteurs d'influence de la qualité de l'eau lors des prélèvements ponctuels.

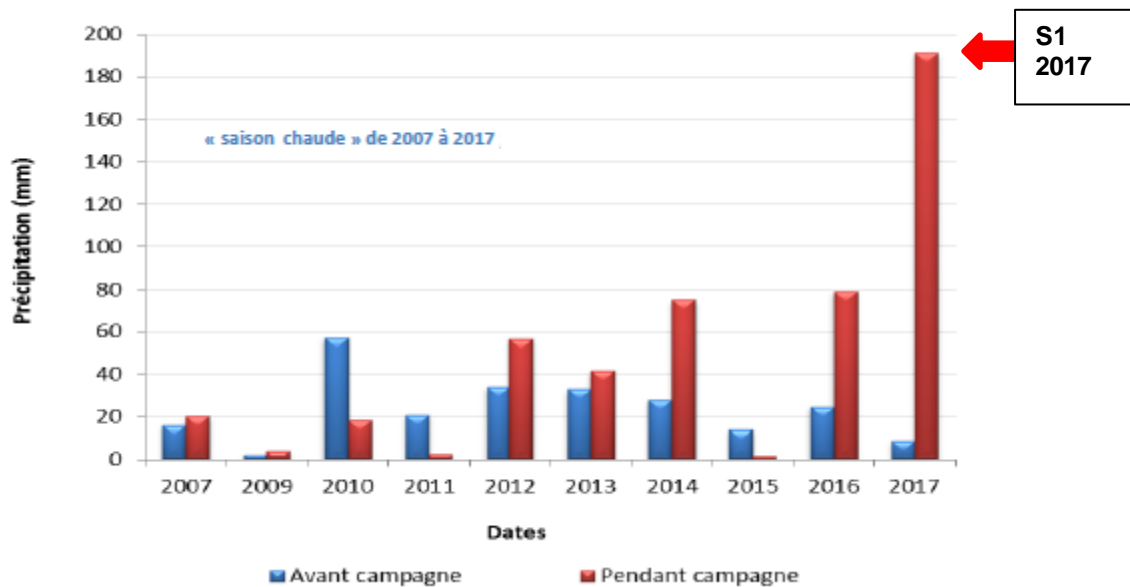
Figure 17: Conditions météorologiques et état de la marée (Campagne AVRIL 2017)

La pluviométrie est indiquée durant la campagne de prélèvement (en rouge) mais aussi durant les 5 jours précédents (en bleu)



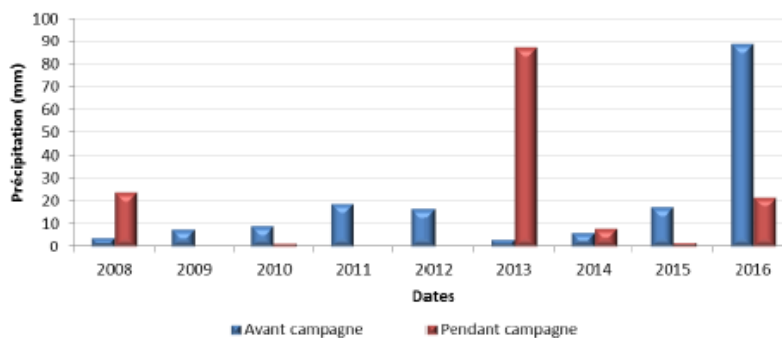
Pour les analyses comparatives temporelles, les résultats obtenus durant la saison chaude sont comparés entre eux, et ceux de la saison fraîche sont comparés entre eux, notamment les données sur la structure des masses d'eau, en effet la corrélation avec la pluviométrie et les températures est forte et la pertinence des conclusions doit tenir compte des saisons. La séparation entre saison sèche et saison humide n'est pas nette, il est plus judicieux de parler de saison fraîche et de saison chaude et de toujours se référer à la pluviométrie.

Figure 18 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement « saison chaude » de 2007 à 2017 ; données météorologiques enregistrées à la station d'observation « Prony Pilot station ».



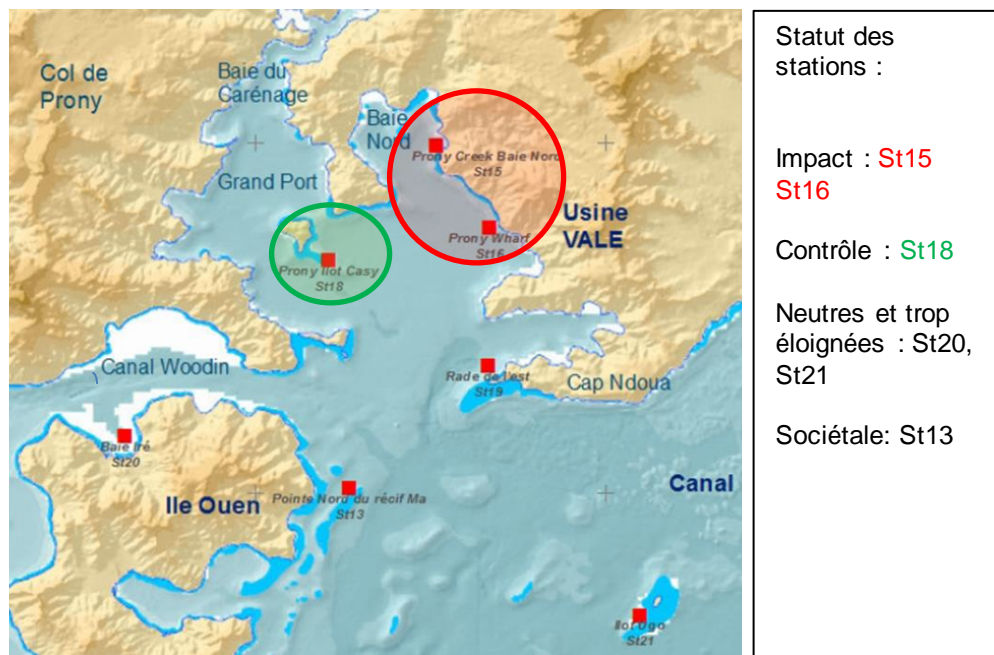
Remarquer que cette mission d'avril 2017 est sous une influence pluviométrique supérieure à celle de toutes les campagnes précédentes, la qualité de l'eau dans les baies côtières sera sous cette influence.

Et : « saison fraîche » de 2007 à 2017 ; données météorologiques enregistrées à la station d'observation « Prony Pilot station ».



Mission AVRIL 2017 (Semestre n°1/ 2017)

Les figures suivantes rappellent la position de ces stations afin de faciliter la lecture du rapport.

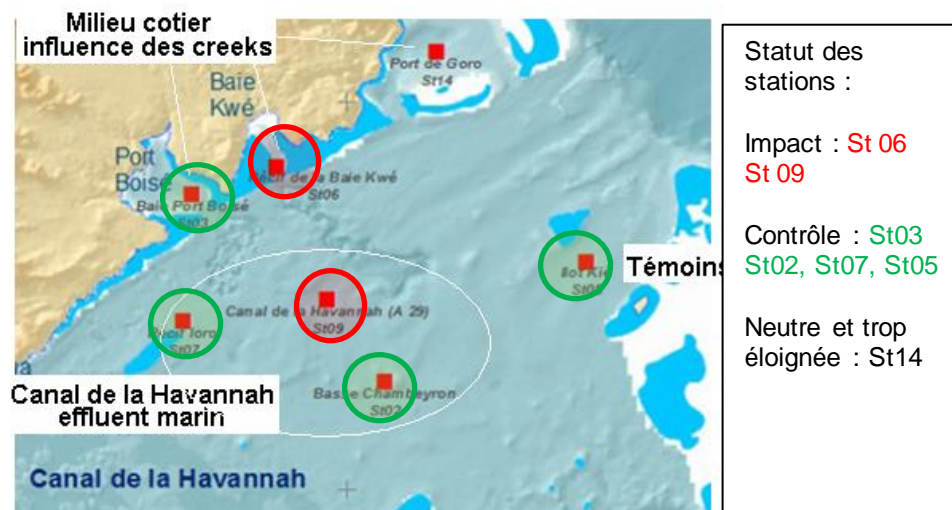
Figure 19: Rappel de la position et de la nomenclature des stations pour le suivi physico chimique (Baie de Prony) et île Ouen


Stations en baie du Prony (sous influence côtière forte) : St 15, St 16 qui sont de statut « Impact ». St 18 est de statut « Contrôle », St 19 est sous influence côtière atténuée.

Stations près de l'île Ouen : St 20 (de type embouchure ou fond de baie) et St 13

La station St20 au Nord de l'île Ouen dans le canal Woodin n'est pas sous influence du projet Vale NC, elle ne peut pas être de statut « Impact » ni de statut « Contrôle ».

+ Récif Ugo : St 21

Figure 20: Rappel de la position et de la nomenclature des stations pour le suivi physico chimique (Canal de la Havannah)


Station dans canal de la Havannah (surveillance de l'effluent) : St 09 en champ proche et St 02, St 05, et St 07 en champ lointain ;

Stations côte Nord du canal : St 03 de statut « Contrôle » en baie de Port Boisé et St 06 ; de statut « Impact » en baie Kwé

+ Station très décentrée et non sous influence, en baie de Goro : St 14.

3.2.2.1. QUALITE- Contrôle qualité

Le laboratoire AEL qui effectue les prélèvements et de nombreuses analyses dont celles de la plupart des métaux est certifié :

Norme ISO 9001- "Analyse des métaux dans l'environnement et expertise ».

Le périmètre des activités certifiées est ciblé sur le travail de prises d'échantillons et d'analyses des métaux dans l'environnement sur des matrices d'eau de mer, de sédiments, de biotes et en atmosphère.

La qualité des mesures effectuées en métaux dissous, lors des campagnes de suivi, est évaluée selon trois approches complémentaires :

- en étudiant la fidélité de la méthode de prélèvement et d'analyse à l'aide de 10 % de triplicatas,
- en étudiant la reproductibilité de la méthode de prélèvement et d'analyse par les analyses inter-laboratoires sur au moins 10 % de duplicatas. Ces duplicatas sont envoyés dans différents laboratoires, en fonction de la mesure à effectuer ;
- en vérifiant la justesse de la méthode d'analyse d'AEL par la participation à un exercice inter-laboratoire international, organisé par Quasimeme.

3.2.2.2. RESULTATS S1 /2017

➤ Les éléments majeurs et le pH

Le pH moyen ne diffère pas entre les zones étudiées. Il est particulièrement homogène dans l'ensemble de la zone d'étude ($8,20 \pm 0,02$) Le pH moyen global mesuré lors de cette campagne est identique à celui obtenu lors de la précédente campagne de 2016 en saison chaude.

Tableau 12: pH et concentrations en éléments majeurs, synthèse.

Zone d'étude	Statistique	pH	Eléments majeurs (mg/L) 'avril 2017					
			Ca	K	Mg	Na	Cl	SO ₄
Canal de la Havannah	Minimum	8,20	403	462	1350	10901	16069	2220
	Maximum	8,20	431	493	1436	11604	21658	2985
	Moyenne	8,20	419	479	1396	11309	19842	2797
	Ecart-type	0,00	9	8	26	202	1580	175
Baies du canal	Minimum	8,20	360	410	1204	9585	18864	1490
	Maximum	8,20	430	492	1426	11574	24453	3200
	Moyenne	8,20	409	470	1366	11044	21658	2564
	Ecart-type	0,00	22	26	71	631	1781	523
Baie du Prony	Minimum	8,10	407	469	1368	11052	21658	2775
	Maximum	8,20	432	493	1437	11599	24453	2995
	Moyenne	8,18	424	486	1416	11415	22997	2882
	Ecart-type	0,04	8	8	23	175	916	68
Ile Ouen	Minimum	8,20	419	484	1410	11374	20960	2350
	Maximum	8,20	433	497	1446	11655	23754	3015
	Moyenne	0,00	427	489	1427	11494	22357	2812
	Ecart-type	0,00	5	4	13	99	884	238

Le pH et les éléments majeurs constitutifs de l'eau de mer n'ont pas, à ce jour, donné des indications d'alerte bien qu'analysés à 3 profondeurs 2 à 4 fois/an sur 14 stations, en 9 années de suivi. Cependant une variation serait notifiée.

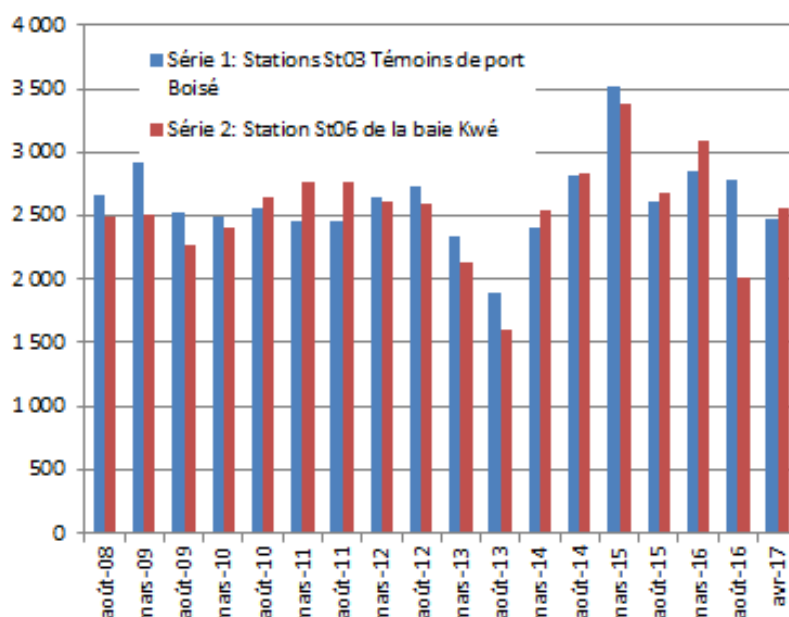
Un focus a cependant été effectué sur les sulfates en baie de Port Boisé et en baie Kwé.

Éléments majeurs constitutifs de l'eau de mer : les sulfates SO_4^{2-}

Le focus cible la baie Kwé (St06) et son témoin de contrôle : la baie de Port-Boisé (St 03), les échantillons d'eau de surface prélevés dans la veine d'eau dessalée (qui présente encore des caractéristiques des eaux des rivières alimentant les baies) sont choisis.

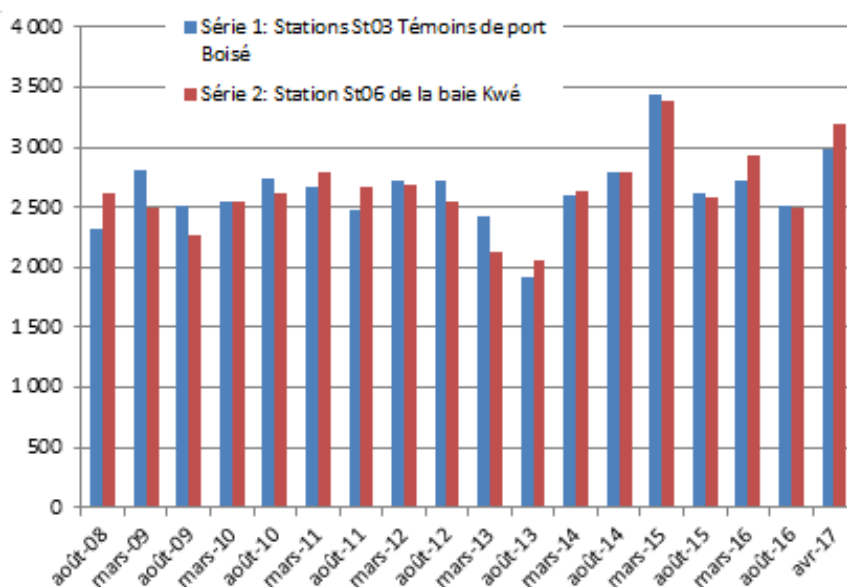
L'évolution temporelle est représentée ci-dessous. Remarquer la similitude des concentrations entre la baie de Port-Boisé (en bleu) et la baie Kwé (en rouge),
La baie Kwé ne présente aucune tendance évolutive au niveau des sulfates.

Figure 21 : Concentration en sulfates en baie Kwé (St06) en mg/L dans l'eau de surface de 2008 à 2017 (et en baie de Port-Boisé son homologue de comparaison)



La cohérence des résultats des prélèvements en surface et analyses est renforcée par les résultats sur les prélèvements des eaux de mi profondeur, cf. la figure suivante.

Figure 22 : Concentration en sulfates en mg/L en baie Kwé (St06) à mi-pronfueur de la colonne d'eau de 2008 à 2017 (et en baie de Port-Boisé son homologue de comparaison)



Les sulfates, ions de composante majeure de l'eau de mer, sont un paramètre suivi mais de faible valeur indicatrice. A leur niveau le parallélisme évolutif entre la baie Kwé et la baie de Port Boisé renforce l'utilisation de la baie de Port Boisé comme témoins de la baie Kwé.

➤ **Hydrocarbures:**

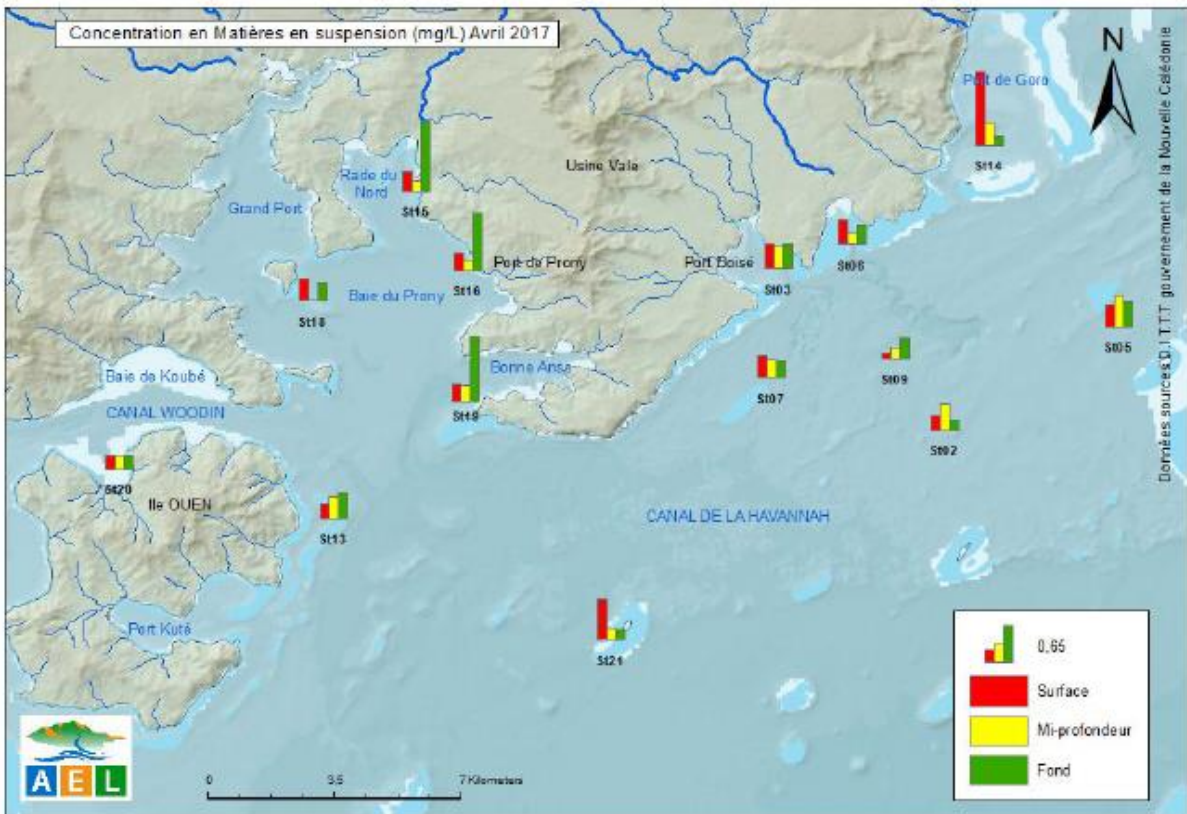
Les analyses des prélèvements à la station St16 du port de Prony n'ont pas permis de mettre en évidence des concentrations en hydrocarbures totaux supérieures à la limite de quantification de la méthode (<0,1 mg/L) aux 3 profondeurs surveillées (dont la surface). Le rapport annuel consacré au port reprendra ces analyses de façon détaillée.

➤ **Matières en suspension totales (MEST) :**

Les matières en suspension (MES) sont définies comme étant l'ensemble du matériel particulaire entraîné passivement dans l'eau (vivant ou détritique, minéral ou organique, carbonatées ou non...) L'ensemble des concentrations en MES sur toutes les stations lors de la mission d'AVRIL 2017 est synthétisé sur la figure suivante et les données brutes sont en annexe.

- Dans le Canal de la Havannah, influencé par les apports océaniques, la concentration moyenne en MES est très faible, de même sur St 09 proche du diffuseur et ceci en surface comme en profondeur.
- Les concentrations en MES mesurées corréleront aux profils de turbidité enregistrés.
- **La forte pluviométrie (Cf. Chapitre 3.2.2 figure 20) lors des campagnes de prélèvements côtiers n'a pas influencé les concentrations en MES des eaux de surface de la baie Kwé et de la baie de Port Boisé qui sont restées faibles**
 . Alors qu'en baie de Prony et baie de de Goro les concentrations en MERS sont marquées par l'influence terrigène et les pluies, de façon normale.

Figure 23 : Concentration en MES dans la zone du lagon sud calédonien en AVRIL 2017



Les interprétations des relevés ponctuels en MES sont un indicateur de puissance faible, le suivi intégrateur des flux est privilégié par les experts.

➤ **Structure de la masse d'eau : Profils de température, salinité, fluorescence et turbidité en fonction de la profondeur :**

Les résultats sont conformes aux valeurs attendues, sur toutes les stations. La caractérisation des stations sous influence terrigène et sous influence marine confirme les analyses des années précédentes et les études en courantologie et modélisation.

Le tableau suivant présente températures, turbidités, fluorescences et salinités sur le domaine étudié en AVRIL 2017.

Tableau 13 : Température, salinité turbidité et fluorescence AVRIL 2017

Zone d'étude	Statistique	Température (°C)	Salinité (‰)	Turbidité (NTU)	Fluorescence (mg/m3)
Canal de la Havannah	Minimum	25,12	35,33	0,12	0,00
	Maximum	25,46	35,55	9,93	0,58
	Moyenne	25,34	35,49	0,45	0,26
	Ecart-type	0,04	0,02	0,45	0,05
Baies du Canal	Minimum	24,03	27,79	0,33	0,19
	Maximum	25,46	35,50	4,58	0,49
	Moyenne	25,10	34,83	0,84	0,31
	Ecart-type	0,26	0,84	0,37	0,00
Baie du Prony	Minimum	24,21	31,19	0,30	0,00
	Maximum	26,55	35,57	11,34	0,87
	Moyenne	25,47	34,94	0,98	0,18
	Ecart-type	0,28	0,54	0,75	0,14
Ile Ouen	Minimum	25,24	35,37	0,28	0,08
	Maximum	25,56	35,54	2,00	1,22
	Moyenne	25,47	35,43	0,46	0,30
	Ecart-type	0,06	0,04	0,15	0,08

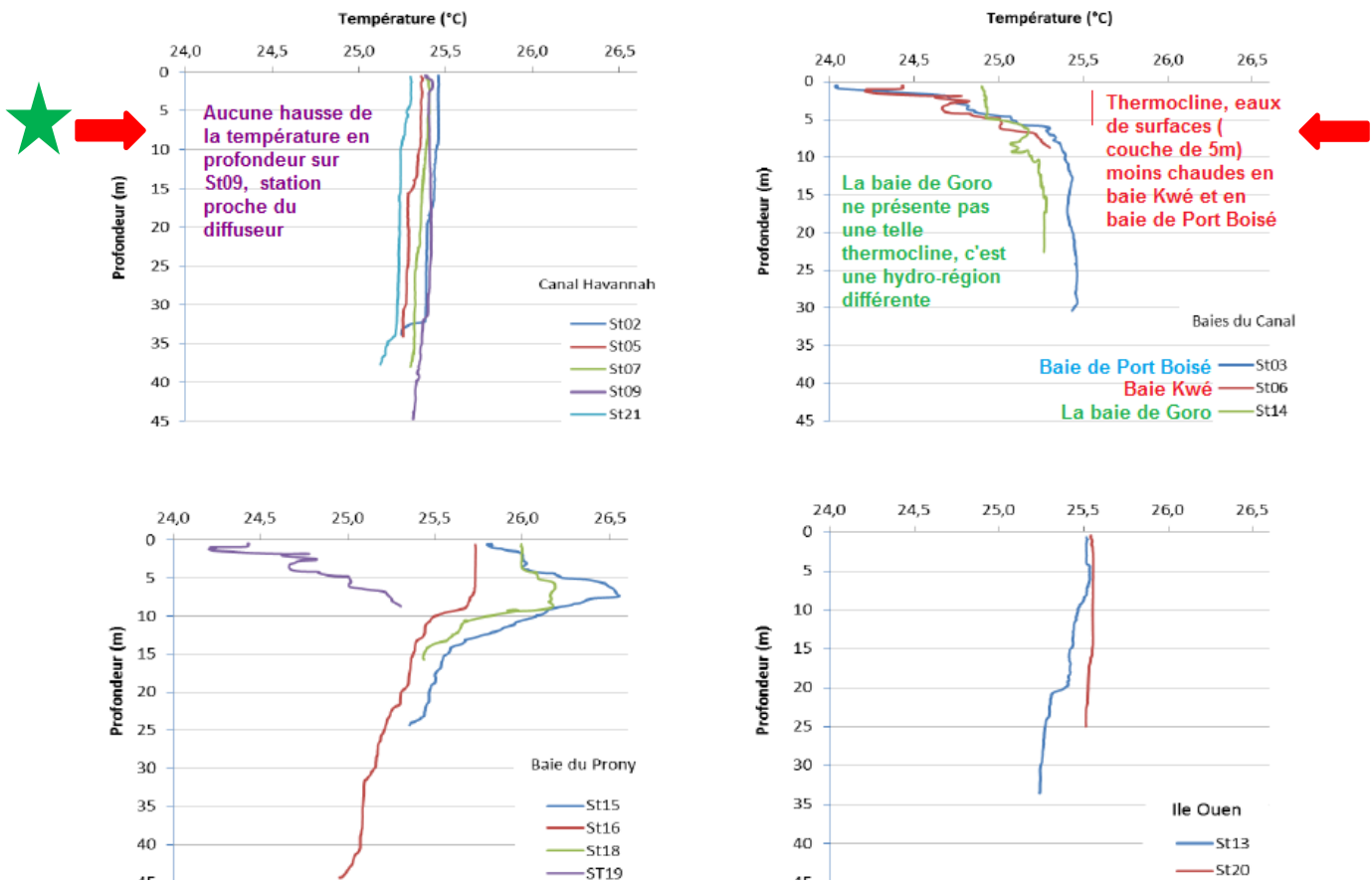
○ **La température :**

Pour les stations St03 (Port boisé) et St06 (Baie Kwé), une thermocline est bien marquée entre vers - 5 m. Dans le canal de la Havannah la température reste très homogène (sans hausse dans sa partie supérieure ni thermocline).

Ces observations sont en cohérence avec la répartition du blanchissement corallien (lors des fortes chaleurs - Janvier 2016) qui n'affecte pas les stations du canal de la Havannah et qui n'affecte que les *transects* supérieurs des stations des baies où l'eau de surface a pu se réchauffer en raison des conditions météorologiques.

Les profils obtenus par les sondes sont présentés ci-dessous.

Figure 24 : Profils de températures en AVRIL 2017 (S1-2017)



Aucune trace de réchauffement en profondeur dans le canal de la Havannah, comme attendu. La station St09 est la plus proche du diffuseur. L'effluent traité rejeté n'est pas détectable à quelques mètres du diffuseur et sa température n'affecte pas la température des masses d'eau du canal, même en profondeur et en champ très proche. Il en est de même pour la salinité .

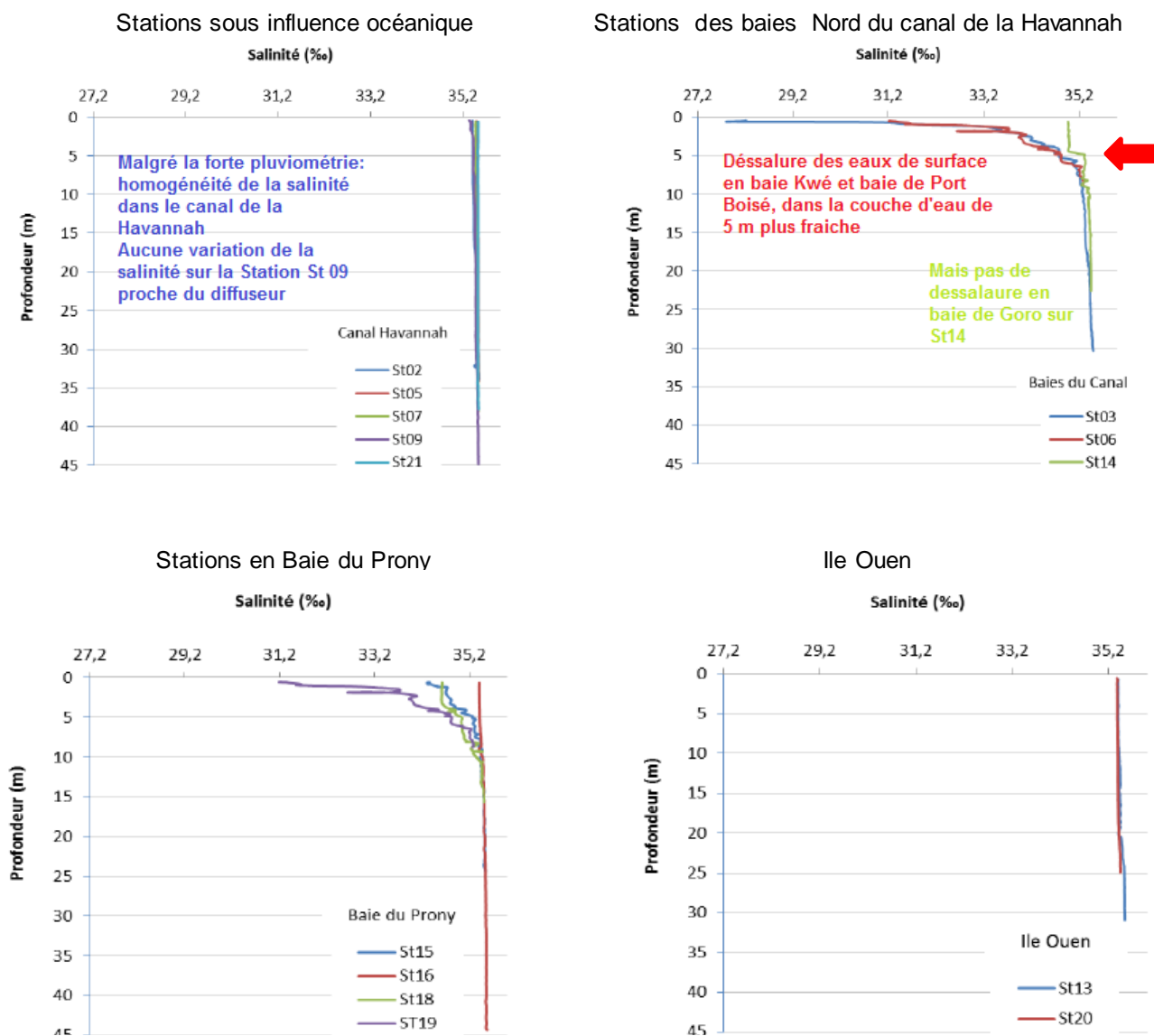
o **La salinité :**

Les baies du Nord du canal de la Havannah (stations St03 -Port Boisé et St06-Baie Kwé) présentent une couche de surface de salinité moindre bien individualisée, (une halocline), comme attendue en face un rejet permanent par un creek ou une rivière. De même en baie du Prony.

La baie de Goro (St 14) ne présente pas cette couche de surface ni une forte thermocline. Elle ne peut pas être une baie de contrôle -témoins de la baie Kwé car elle présente un biotope différent et elle n'est pas homologoue.

Le rejet d'effluent traité n'est aucunement perceptible sur la salinité, comme prévu. (Cf. courbe St 09)

Figure 25 : Profils de salinités des 14 stations échantillonnées dans la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie lors de la campagne semestrielle de AVRIL 2017 (S1-2017)



Le mois d'AVRIL 2017 a été sujet à une forte pluviométrie, les creeks pérennes marquent la couche de surface de l'eau des baies par leur panache dessalé (présence d'une halocline) en baie du Prony et en zone côtière au Nord du canal de la Havannah, comme attendu

La baie de Goro est une vaste entité indépendante originale en soit, comme le sont les baies du canal du canal Woodin proches de l'île Ouen.

Ces résultats sur la structure verticale sont conformes aux valeurs attendues.

○ **La turbidité :**

La turbidité de l'eau provient de la présence de diverses matières en suspension telles que : argiles, limon, matière organique et minérale en fines particules, plancton... Les matières en suspension sont définies comme étant l'ensemble du matériel particulaire entraîné passivement dans l'eau (vivant ou détritique, minérale ou organique). La turbidité correspond à la propriété optique de l'eau qui fait que la lumière incidente est diffusée ou absorbée. Cette campagne ne décèle pas de turbidité qui ne soit en pas cohérente avec l'état initial du milieu.

L'utilisation simple de disque de SECCHI est envisagée.

- o **La fluorescence :**

Cette campagne ne décèle pas de fluorescence qui ne soit pas en cohérence avec l'état initial du milieu.

(Résultats intégraux en annexe de ce document)

- o **L'Oxygène dissous**

Il est envisagé d'ajouter ce capteur à la sonde CTD fin 2017.

➤ **Chlorophylle « a » et phéo-pigments :**

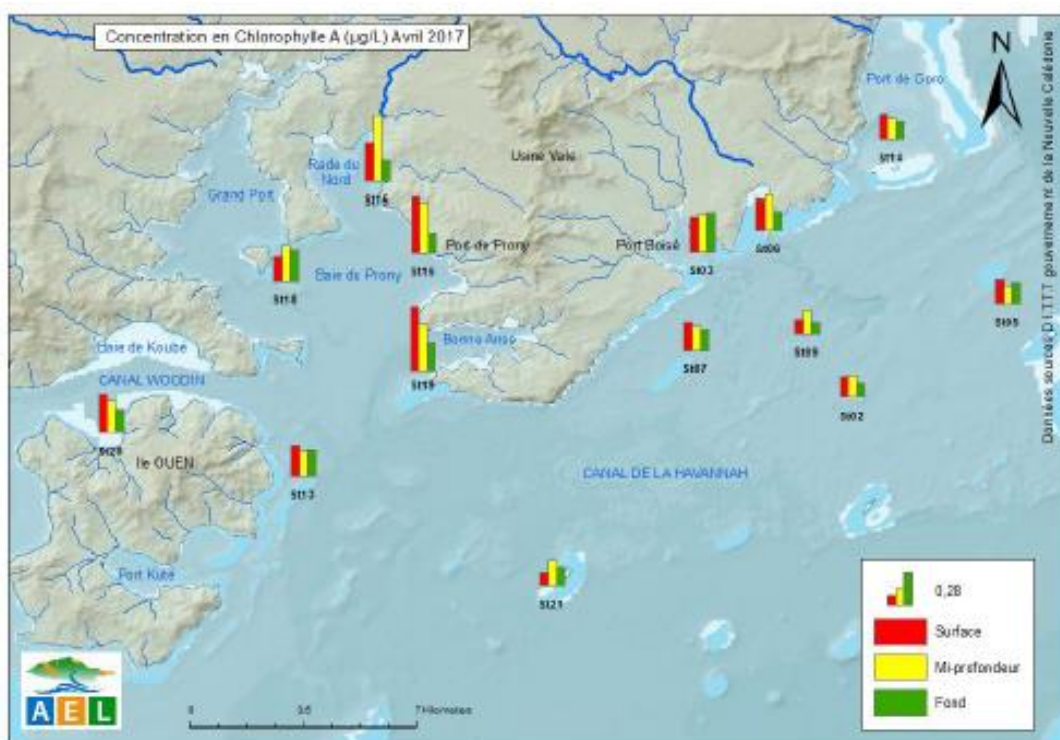
La chlorophylle est indispensable à la photosynthèse des algues, son dosage permet donc d'estimer la biomasse phyto-planctonique et, de ce fait, le niveau trophique du milieu (oligotrophie / eutrophie- Le lagon calédonien fait partie des grands domaines oligotrophes). La dégradation de la chlorophylle donne de nombreux composés, dont principalement les phéo-pigments

A ce jour il n'a jamais été observé le bloom chlorophyllien intense, depuis les premiers suivis de la zone.

En cas de forte mortalité planctonique, un pic en phéo-pigments pourrait être détecté ce qui n'a jamais été le cas.

La baie de Prony, ou autres zones, ne présentent pas d'anomalie au niveau de la Chlorophylle a

Figure 26 : Concentration de chlorophylle a dans la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie lors de la campagne semestrielle de AVRIL 2017 .



La plus forte concentration est sur St19 près du phare de Bonne anse avec **0,5 $\mu\text{g/L}$** . La chlorophylle a toujours montré des variations importantes, dans un cadre de bonne qualité de l'eau ; à titre indicatif :

Le guide CNRT/Zoneco donne une bonne qualité de l'eau des baies avec une concentration en chlorophylle a pouvant aller jusqu' à 1,5 $\mu\text{g/L}$ et un indice plutôt mauvais (à surveiller) si la concentration dépasse 5 $\mu\text{g/L}$, ce qui n'a jamais été le cas dans la zone d'étude.

➤ **Concentrations en sels nutritifs : nitrates et nitrites, ammonium NH_4^+ , phosphates, silicates.**

Les sels minéraux sont suivis avec attention, aucune eutrophisation n'a été décelée, en cohérence avec les suivis éco systémiques qui portent attention au développement des algues.

Pour rappel : la station d'épuration de la base vie Vale NC ne rejette pas ses eaux traitées dans un creek et donc elle ne rejette pas vers une baie du lagon, mais au niveau du diffuseur sous-marin, via l'effluent marin traité.

Un risque d'eutrophisation a été identifié en baie de Port- Boisé (St 03) et sans lien avec Vale NC (Rejet d'un hôtel) ou éventuellement près l'îlot Casy (à vocation touristique).



Tableau 14 : Concentration en sels nutritifs dans les grands domaines de la zone d'étude en AVRIL 2017

Zone d'étude	Statistique	Sels nutritifs ($\mu\text{mol/L}$)			
		NO_3+NO_2	NH_4	PO_4	SiO_4
Canal de la Havannah	Minimum	<0,017	0,115	<0,017	1,726
	Maximum	0,291	0,260	0,291	3,152
	Moyenne	0,120	0,167	0,120	2,208
	Ecart-type	0,074	0,045	0,074	0,438
Baies du canal	Minimum	<0,017	0,207	<0,017	2,300
	Maximum	1,205	1,106	1,205	18,430
	Moyenne	0,391	0,500	0,391	6,170
	Ecart-type	0,338	0,327	0,338	5,675
Baie du Prony	Minimum	<0,017	0,105	<0,017	3,013
	Maximum	1,806	1,721	1,806	8,178
	Moyenne	0,883	0,338	0,883	4,284
	Ecart-type	0,699	0,449	0,699	1,487
Ile Ouen	Minimum	<0,017	0,195	<0,017	1,915
	Maximum	0,226	0,606	0,226	4,454
	Moyenne	0,094	0,307	0,094	3,136
	Ecart-type	0,074	0,152	0,074	0,892

Surhignée en jaune : donnée entre LQ (0,050 $\mu\text{mol/L}$) et LD (0,017 $\mu\text{mol/L}$).

Figure 27 : Répartition spatiale des concentration en ammonium lors de la campagne de AVRIL 2017

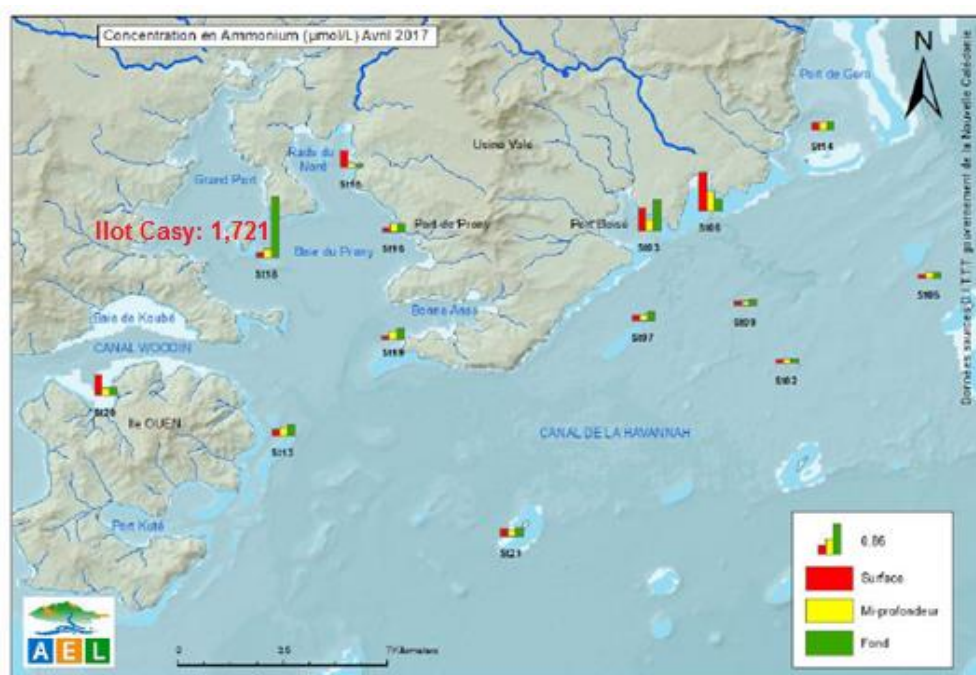
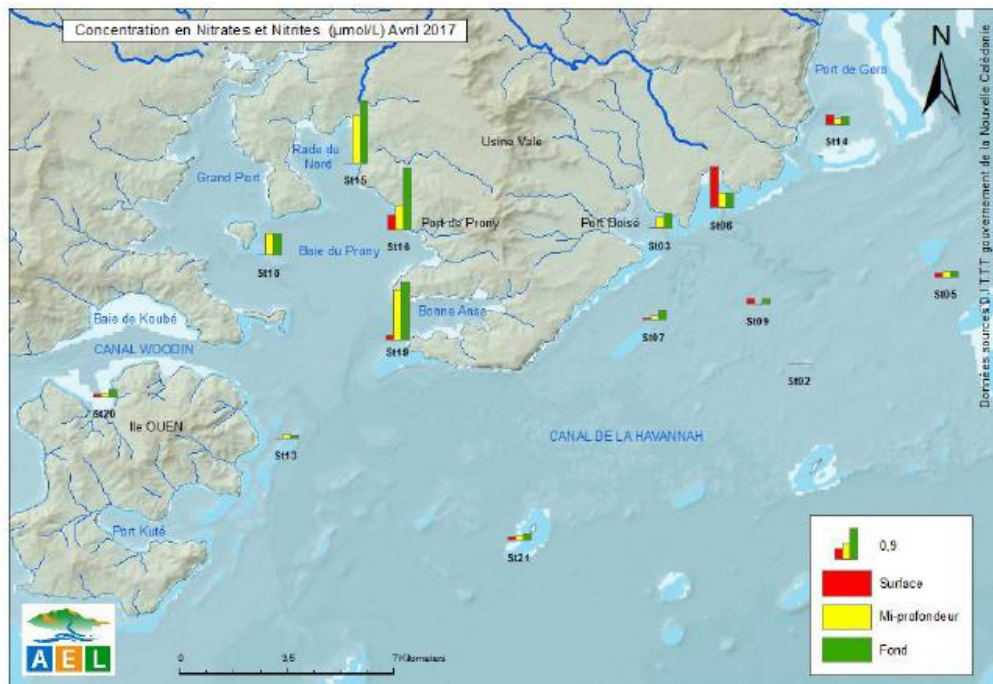


Figure 28 : Répartition spatiale des concentration en Nitrates & Nitrites lors de la campagne de AVRIL 2017



Aucune alerte d'eutrophisation, les concentrations en nutriments restent globalement très inférieures aux indications d'alerte données par le guide CNRT/ Zoneco

Cependant : Pour l'ammonium NH_4^+ une concentration maximale de 0,977 μ moles /L a été relevée en baie de Port Boisé (St03) lors de la dernière campagne (en aout 2016), le guide CNRT/ Zoneco indique que cela correspond à un milieu perturbé et à un risque d'eutrophisation si $\text{NH}_4^+ > 1$ μ moles /L. En avril 2017, cette concentration a diminué et indique une bonne qualité de l'eau.

La station St 18- Ilot Casy présente la concentration maximale en ammonium (NH_4^+) lors de cette campagne d'avril 2017, avec : **1, 721 μ moles /L en ammonium NH_4^+** . Cependant c'est la première fois qu'une telle concentration est relevée sur St18 depuis 2007 et uniquement en profondeur, une seule donnée ne peut être significative et l'évolution des sels nutritifs continuera à être surveillée avec attention.

Rappel : St03 et St18 sont des stations témoins qui ne sont pas sous l'influence du complexe industriel & minier Vale NC. Les suivis écosystémiques en baie de Port Boisé avaient déjà mis en exergue une couverture algale relativement élevée entre l'hôtel et la station- Pointe Puka avec un risque de perturbation plus étendue. En 2014 une mission de suivi de grande ampleur autour des baies de Port Boisé et Baie Kwé, avait montré la présence de bactéries dues à des activités anthropiques (avec un taux relativement élevé) dans la même zone Est de la baie de Port Boisé.. L'attention doit donc être soutenue sur cette zone témoins.

Pour les phosphates, en mer il s'agit d'orthophosphates, sur les 14 stations évaluées à 3 profondeurs les concentrations obtenues sont faibles et d'après le guide du CNRT elles montrent un milieu non perturbé.

Pour les silicates le gradient « cote/large » met en évidence les apports d'eau douce.

La zone Nord Est de la baie du Prony, proche du creek baie Nord, zone sous pression de la base vie Vale NC et de l'usine, ne présente pas d'élévation anormale des concentrations en sels nutritifs.

Il n'y a pas de concentration en sels nutritifs qui puisse indiquer une perturbation sur l'ensemble des zones sous influence de Vale NC.

Une étude de recherche fondamentale pourrait être conduite avec l'ensemble des données relevées en nitrates et nitrites, ammonium NH_4^+ , phosphates et silicates depuis 2007 sur le Grand Sud, sur 14

stations et 3 profondeurs. Cependant cet indicateur, dans le cadre d'un suivi industriel, gagnerait à être recentré sur seulement une ou deux stations sous pression éventuelle et non pas sur une si vaste zone.

- **Carbone, azote et phosphore organiques : NOD, POD, NOP, POP et COP** (selon s'ils sont dissous ou particuliers, la distinction entre la matière dissoute et la matière particulaire étant généralement située à la limite de 0,45 µm.)

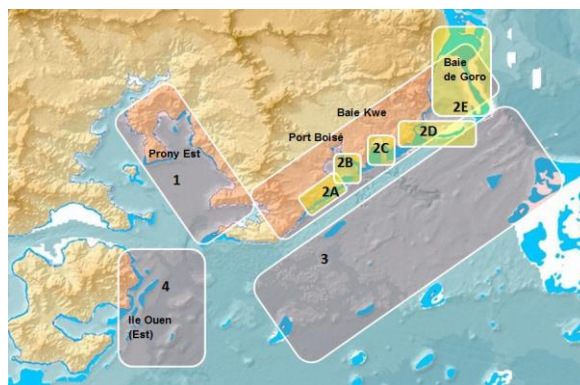
Globalement, les concentrations de NOP, POP et COP mesurées lors de la campagne d'avril 2017 restent dans le même ordre de grandeur que celui des campagnes « saison chaude » depuis 2007.

Après concertation avec les scientifiques océanographes et biochimistes les variations en NOD, POD, NOP et POP qui sont analysées depuis 2008 ne permettent pas de donner des tendances indicatrices et sont de l'ordre de la recherche fondamentale plus que d'un suivi centré sur des indicateurs d'alerte industriels.

(Résultats intégraux en annexe de ce document, avec le rapport intégral de la mission)

➤ **Concentration en métaux :**

Tels qu'observés lors des campagnes précédentes et lors des états initiaux, les métaux naturellement contenus dans les roches latéritiques du Sud calédonien (Co, Mn, Ni, Cr(VI) et Cr (total) se distribuent selon un gradient côte-large bien individualisé. Les stations du Canal de la Havannah (St02, St05, St07, St09 et St21) influencées par les masses d'eau océaniques, se distinguent clairement par des concentrations en métaux d'origine terrigène (Co, Mn, Ni, Cr(VI) et Cr (total) nettement inférieures à celles mesurées aux stations proches des côtes (St03, St06, St14, St15, St18, St19 et St 20).



Zonage et hydro région marines

L'état des lieux et les modélisations ont permis de définir des hydro régions depuis 2009, elles sont rappelées ici dessus et les analyses semestrielles de la qualité de l'eau concordent avec ces domaines respectifs.

AVRIL 2017

► Au niveau du cuivre et du zinc

Ce sont des marqueurs d'activités urbaines (ou portuaires), au port de Prony leur évolution spatiale est suivie avec la plus grande attention. Les suivis sont renforcés au port avec 4 prélèvements à 3 profondeurs /an et un rapport annuel qui lui est dédié.

Pour le Cu, Fe, Pb et Zn, lors de cette campagne d'Avril 2017, seulement quelques concentrations ont pu être quantifiées en raison des concentrations très faibles < aux limites de quantification. Notamment au port de Prony. (Cf. le tableau ci-dessous. Pour le port de Prony un rapport annuel lui est consacré et reprend l'ensemble des données des campagnes trimestrielles en fin d'année)

- Pour le Cu :

- Un maximum ponctuel avait été enregistré dans le canal Woodin en baie Iré (St 20) avec Cu : 0,630µg/L, en mars 2012. Cette concentration avait attiré l'attention des ONG bien que la tendance ne soit pas à la hausse sur cette station dont les variations ponctuelles en Cu sont notables. Le maximum relevé depuis 2007 au niveau du Cu sur toute la zone d'étude avait été de 1,21 µg/L (en 2011) dans l'eau de surface de cette station.
- Au second semestre 2016 la concentration maximale en Cu dissous enregistrée était localisée sur St03 en baie de Port Boisé avec 0,658 µg/L dans l'eau de surface.
- **Lors de cette campagne d'avril 2017 le maximum en Cu est de : 1,318 µg/L sur la station St 14 en baie Goro (hors influence VNC). C'est la concentration maximale en Cu jamais relevée à cette date.**
- **Au niveau du port de Prony (St16) la concentration en Cu maximale enregistrée est de 0,225 µg/L avec une moyenne <0,066, ce qui à ce jour enlève tout risque sur cet élément.**
- Les concentrations ponctuelles en Cu sont très variables dans le temps et dans l'espace sans montrer de tendance significative sur une station.

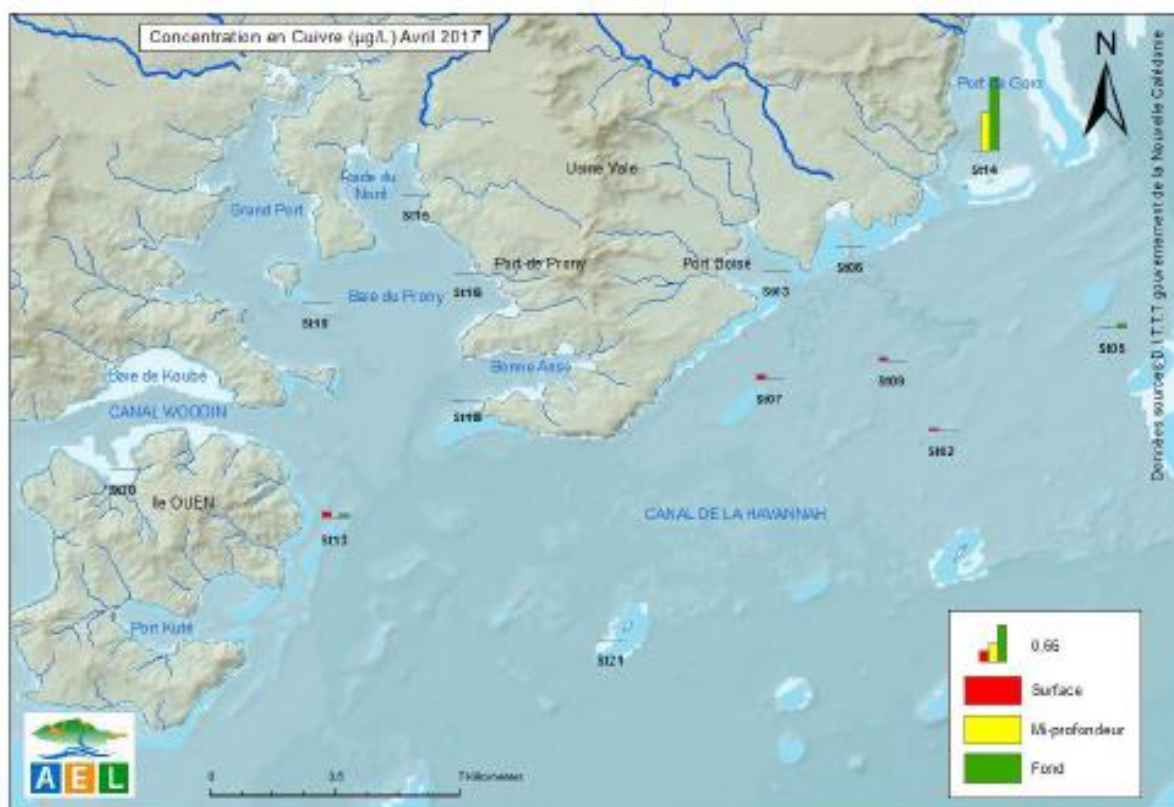
- Pour le Zn :

- les concentrations les plus élevées sont relevées dans les eaux de surface et sur des stations disparates comme le port de Prony mais aussi le canal de la Havannah et la pointe Ma au Nord de l'île Ouen. Le plus souvent elles sont en dessous de la limite de quantification.
- Pour cette mission elles sont maximales en baie de Goro avec 4,8 et 1,3 µg/L en Zn.



Tableau 15 : Concentrations ponctuelles en Cu et Zn sur la station St16 du port de Prony en AVRIL 2017 et comparaison spatiale avec la baie de Goro

Avril 2017	Couche d'eau	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)
Port de Prony	S Surface	0,019	< 0,333
	M Mi profondeur	< 0,008	< 0,333
	F Au fond	0,022	< 0,333
Baie de Goro (hors influence de VNC)	S Surface	0,018	4,838
	M Mi profondeur	0,674	1,308
	F Au fond	1,318	0,489


Aucune concentration de Cd n'a été détectée.

Un recentrage des analyses de Cu et de Zn sur les seules zones qui pourraient être sous la pression de ces métaux via les activités de Vale NC, serait possible, d'autant plus que même le port de Prony n'a jamais présenté d'alerte sur ces deux métaux marqueurs d'activités urbaines ou portuaires, à ce jour, ni de tendance à la hausse.

Le rapport annuel consacré au port de Prony reprendra ces analyses de façon plus approfondie.

Les résultats d'avril 2017 ne montrent aucune élévation signataire des concentrations en Cu ou Zn dissous au niveau du port de Prony.

► Au niveau des métaux indicateurs terrigènes : Ni, Co Cr, Cr (VI), et Mn

Les concentrations Ni, Co Cr, Cr (VI), et Mn aux stations influencées par les apports terrigènes mettent en évidence une distribution verticale prononcée dues aux eaux douces de surface. Comme observé lors des précédentes campagnes, les concentrations ces métaux se distribuent selon un gradient côte-large bien défini. On notera, par ailleurs, une corrélation significative des concentrations pour Co, Cr(VI) et Ni (mais pas le Fer) qui sont des indicateurs terrigènes du contexte géologique de la région.

Les stations du canal de la Havannah sous influence océanique (St02, St05, St07, St09 et St21) se différencient nettement des stations de baies influencées par les apports terrigènes (St03, St06, St15,

St16, St18 et St19). Autour de l'Île Ouen et au niveau du Port de Goro, les niveaux de concentrations sont intermédiaires (St13, St20 et St14).

Tableau 16 : Concentrations en métaux dissous en µg/L. AVRIL 2017.

Zone d'étude	Statistique	Métaux dissous (µg/L)				
		As*	Cr ^{VI}	Cr-total	Co	Cu
Canal de la Havannah	Minimum	1,2	0,116	0,142	<-0,009	<-0,008
	Maximum	2,4	0,145	0,249	0,017	0,079
	Moyenne	1,8	0,131	0,163	0,009	0,023
	Ecart-type	0,4	0,007	0,026	0,004	0,026
Baies du Canal	Minimum	1,6	0,112	0,162	0,020	<-0,008
	Maximum	2,8	0,934	1,058	0,067	1,318
	Moyenne	1,9	0,299	0,382	0,035	0,232
	Ecart-type	0,4	0,281	0,304	0,017	0,462
Baie du Prony	Minimum	1,2	0,107	0,142	0,015	<-0,008
	Maximum	2,1	0,524	0,622	0,102	0,027
	Moyenne	1,7	0,218	0,327	0,037	0,014
	Ecart-type	0,3	0,140	0,178	0,025	0,007
Île Ouen	Minimum	1,1	0,136	0,188	<-0,009	<-0,008
	Maximum	1,5	0,214	0,257	0,040	0,111
	Moyenne	1,4	0,191	0,225	0,021	0,039
	Ecart-type	0,2	0,030	0,024	0,012	0,042

Surignée en jaune : donnée entre <LQ (0,027 pour Co) et >LD (0,009 µg/L)

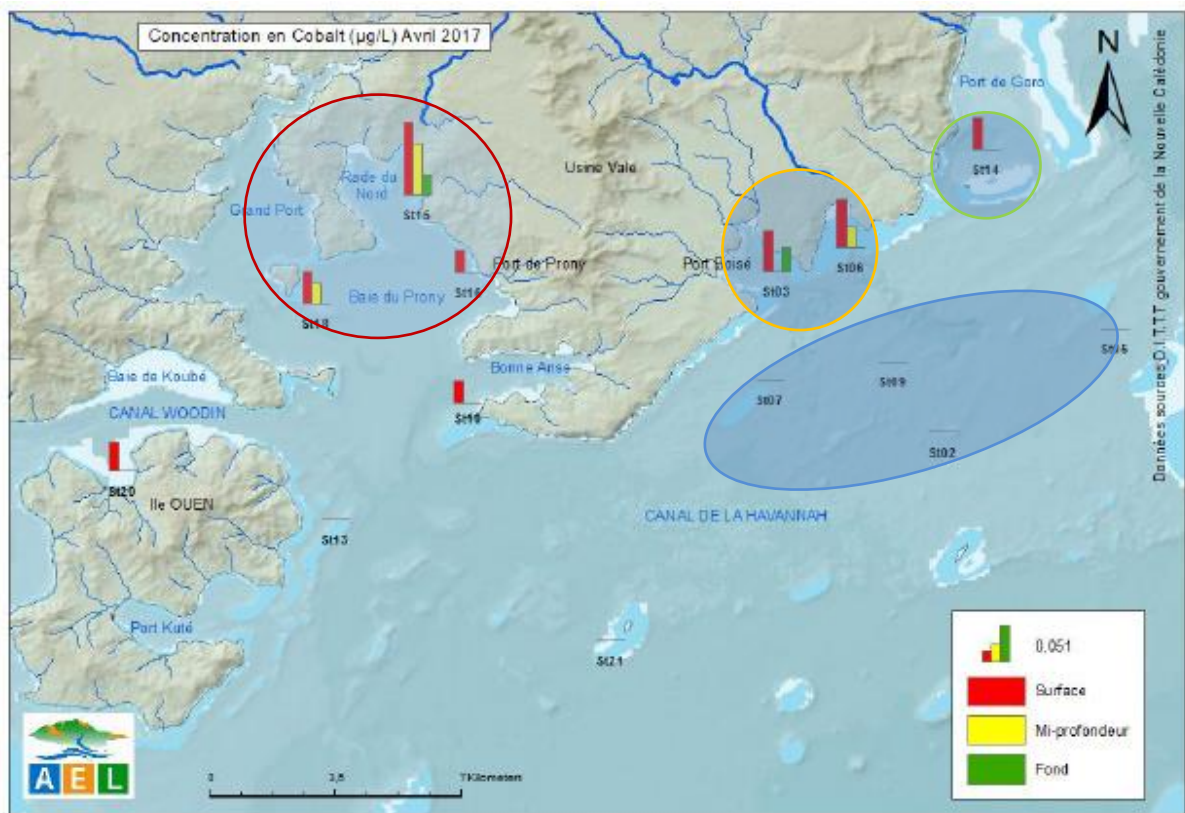
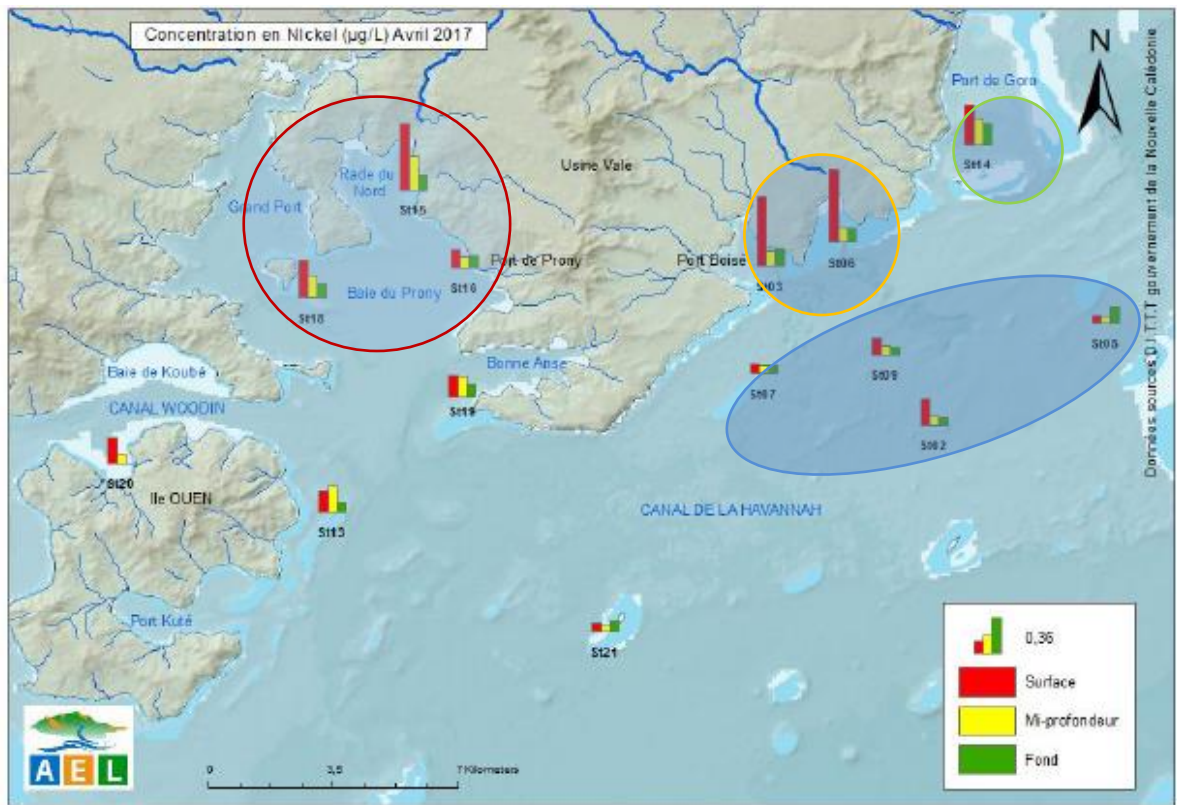
Zone d'étude	Statistique	Métaux dissous (µg/L)				
		Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Canal de la Havannah	Minimum	0,033	0,018	0,058	<0,033	<0,333
	Maximum	1,203	0,239	0,262	0,307	1,448
	Moyenne	0,162	0,075	0,107	0,079	0,576
	Ecart-type	0,294	0,064	0,054	0,072	0,334
Baies du canal	Minimum	<0,023	0,095	0,145	<0,033	<0,333
	Maximum	0,185	0,353	0,726	0,688	4,838
	Moyenne	0,092	0,205	0,325	0,123	0,942
	Ecart-type	0,058	0,106	0,233	0,213	1,502
Baie du Prony	Minimum	<0,023	0,057	0,108	<0,033	<0,333
	Maximum	0,163	0,253	0,670	0,097	0,479
	Moyenne	0,043	0,147	0,236	0,044	0,343
	Ecart-type	0,039	0,068	0,161	0,023	0,079
Île Ouen	Minimum	<0,023	<0,009	<0,022	<0,033	<0,333
	Maximum	0,197	0,268	0,264	0,140	1,166
	Moyenne	0,097	0,110	0,154	0,065	0,503
	Ecart-type	0,060	0,099	0,105	0,043	0,358

Surignée en jaune : donnée entre <LQ (0,068, 0,028, 0,100 µg/L, respectivement pour Fe, Mn, Pb) et >LD (0,023, 0,009, 0,033 µg/L, respectivement, Fe, Mn, Pb).

Les concentrations de Cd demeurent non quantifiables.

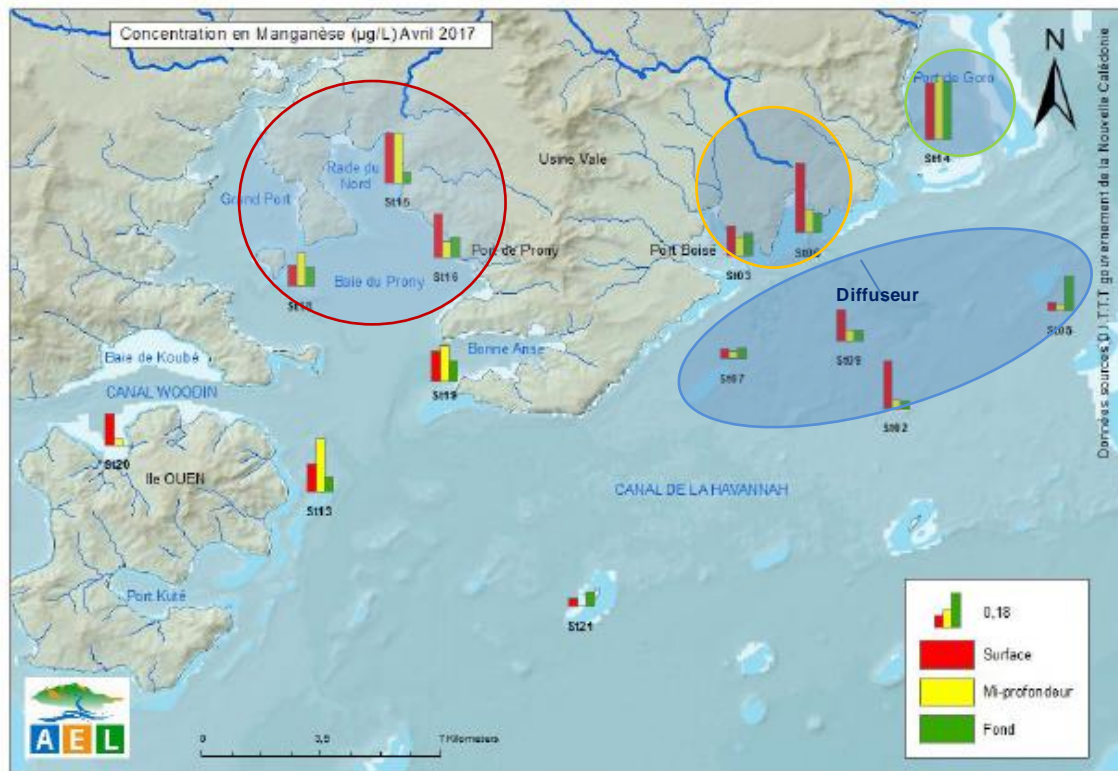
Les données brutes intégrales semestrielles des concentrations en métaux, station par station et aux 3 profondeurs pour ce suivi semestriel de la qualité de l'eau de mer sont données en annexe de ce rapport. Les résultats des tests AQCQ sont fournis dans la même annexe.

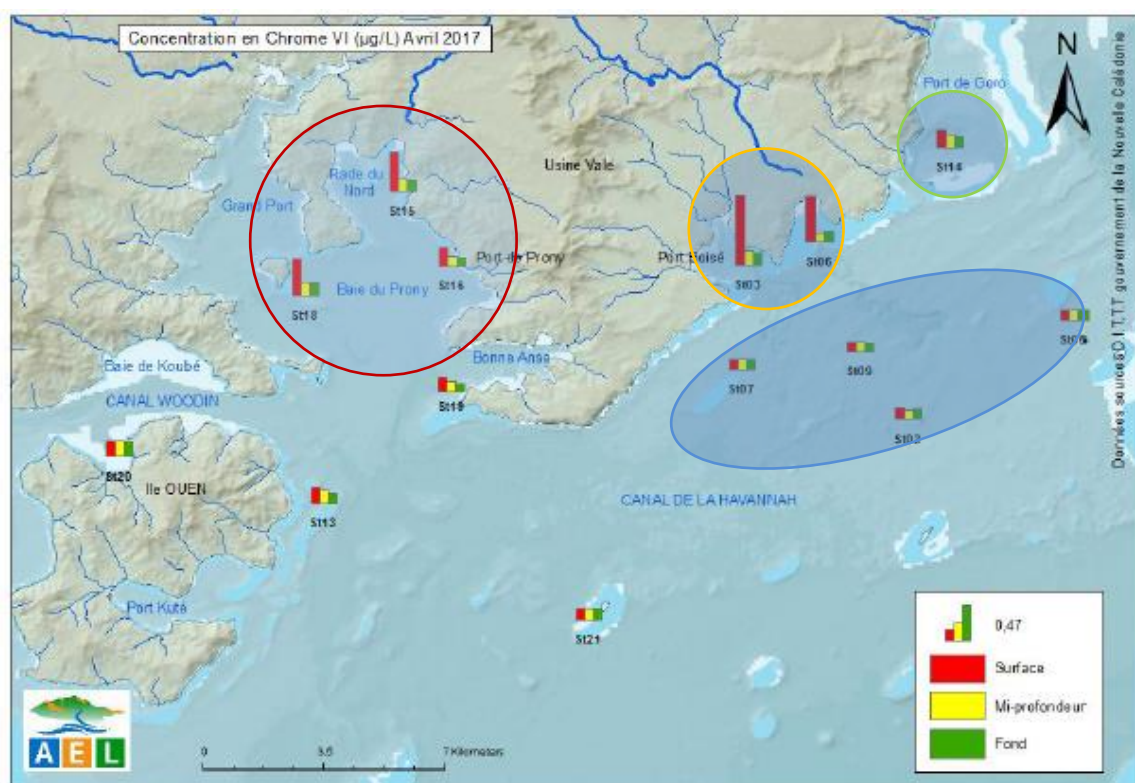
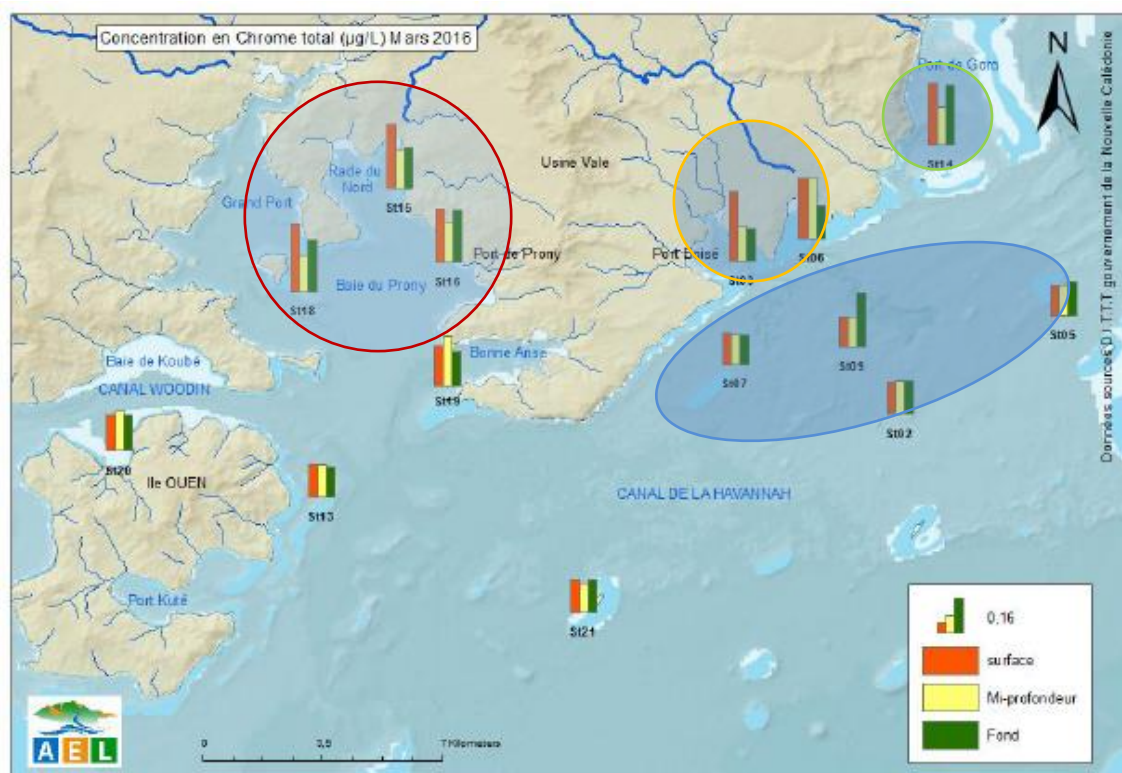
Les comparaisons spatiales donnent les résultats suivants :

Figures 29 : Concentrations en Ni, Co, Mn et Cr sur toutes les stations AVRIL 2017


- Remarquer le « parallélisme » des deux stations: Baie Kwé (St 06- Impact) et Port Boisé (St03- Control- témoins).

- Ce parallélisme est aussi notable sur les stations du centre du canal de la Havannah, sans variation sur St09 qui est dans le champ de surveillance des rejets du diffuseur et St 02 son témoin.
- La baie de Goro évolue indépendamment.
- Les échantillonnages ont été effectués durant une période très pluvieuse, les eaux de surface côtières sont donc « signées » par les indicateurs terrigènes.
- Lors de ces prélèvements les concentrations en Mn sur St09 proche du diffuseur sont inférieures ou comparables à celles des stations témoins St02, St 07 ou St 05.
- Pour rappel : un suivi supplémentaire des concentrations en Mn est effectué en 2017 dans le champ proche du diffuseur et il ne montre aucune anomalie.





Co, Ni, Mn et Cr sont des marqueurs qui signent les apports d'influences terrigènes véhiculés par les eaux de surface dessalées, en baie de Port boisé St03 (qui n'est pas sous l'influence de la mine VNC) comme en baie Kwé St 06 (sous influence de la mine Vale NC) tout comme dans l'ensemble de la baie du Prony.

La baie de Goro est beaucoup moins marquée (St14).

Leurs concentrations sont corrélées à la pluviométrie et au débit des creeks en fonction des bassins versants. Les concentrations en Ni, Co, Cr et Mn dans le canal de la Havannah sont très faibles,

comme attendu en raison de l'influence marine qui domine dans le canal et du rabattement des eaux côtières par la barrière hydrodynamique du canal.

Aucune augmentation de manganèse Mn dans le canal de la Havannah dans la zone proche du diffuseur

► Un suivi supplémentaire du Mn en champ très proche du diffuseur, a été mis en place dans le canal de la Havannah, avec des capteurs intégrateurs DGT et des dispositifs d'automates, ce qui permet un suivi continu sur plusieurs semaines. Les rapports ont été communiqués aux autorités de tutelle. Une synthèse sera effectuée dans le bilan de fin d'année, à ce jour les résultats confirment qu'il n'y a aucune hausse de la concentration en Mn pouvant porter atteinte à la bonne qualité de l'eau et la santé des écosystèmes dans le canal de la Havannah.

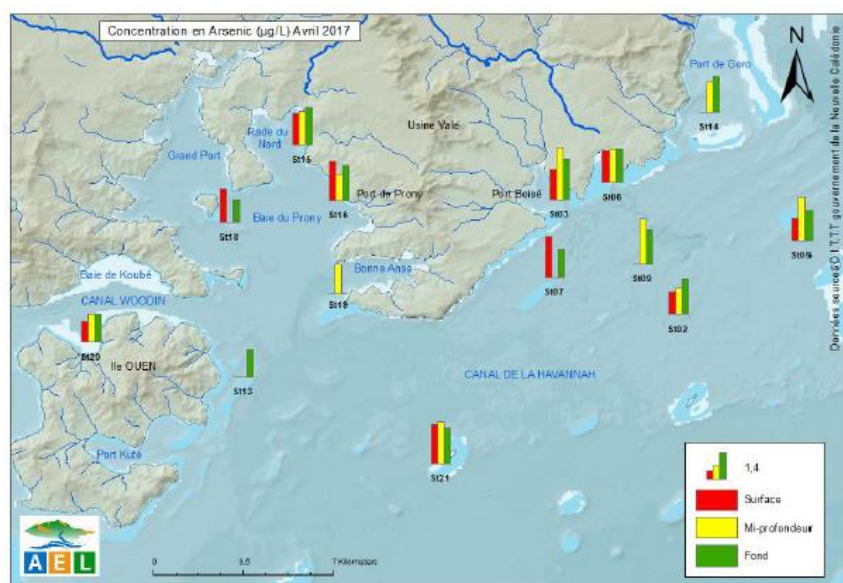
► Les stations St03 et St 06 de Port Boisé et de la baie Kwé ont des caractéristiques très similaires à l'égard de la composition et de la structure de leurs masses d'eau, la couche d'eau dessalée de surface identifiée par la sonde CTD (sur 3 à 5 m d'épaisseur) est due aux creeks et rivières permanents qui coulent même en saison sèche, cette couche présente les concentrations maximales en métaux indicateurs terrigènes (Ni, Co, Cr, Mn). De même en baie du Prony mais le débit moindre du creek de la Baie Nord montre une eau de surface moins caractéristique (station St15).

Fe : Les concentrations en Fer, quant à elles, sont souvent en dessous de la limite de quantification (0,068µg/L) et n'évoluent pas de façon corrélables.

As : Les concentrations en As sont légèrement supérieures en milieu océanique qu'en milieu lagunaire et côtier calédoniens; par exemple en Province Nord, dans la zone côtière proche de la mangrove une concentration moyenne située entre 0,8 et 1 µg/L est courante tandis que plus au large du lagon la concentration augmentera vers 1,6 µg/L ou plus haut.

La concentration en As n'est pas un indicateur d'apport terrigène en Nouvelle-Calédonie (les apports terrigènes des cours d'eau de NC ne sont pas des vecteurs d'As), **au contraire, l'arsenic est un indicateur d'influence océanique** et il est donc tout à fait normal qu'il soit légèrement plus élevé dans le canal de la Havannah et dans les hydro- régions sous influence marine, notamment lorsque les prélèvements instantanés sont effectués à marée montante. (Entrée du flux océanique).

Figure 30 : Concentrations en Arsenic en toutes les stations en AVRIL 2017



Le tableau suivant synthétise les résultats pour le premier semestre 2017, en comparaison avec les grilles du guide du CNRT / Zonoco (2011), (grilles qui ne sont pas des seuils mais des valeurs indicatrices). Ce guide est en cours de réactualisation en 2017.

La forte pluviométrie associée à cette campagne de prélèvements (> 180 mm en 3 jours de mission, depuis 2007 les prélèvements n'avaient jamais été effectués sous une telle pression pluviométrique- Cf. la figure suivante) explique la présence d'indicateurs terrigènes dans les eaux côtières (Baie Kwé, Baie de Port Boisé et Baie du Prony), cependant, exceptées pour CR (VI) ; les indicateurs Ni et Mn restent dans des concentrations indiquant un milieu non perturbé.

La baie Témoins de Port Boisé (St03) montre une concentration moyenne en Cr(VI) supérieure à celle de la Baie Kwé (St06).

Figure 31 : Pluviométrie lors des campagnes de prélèvements S1 2017 et antérieures

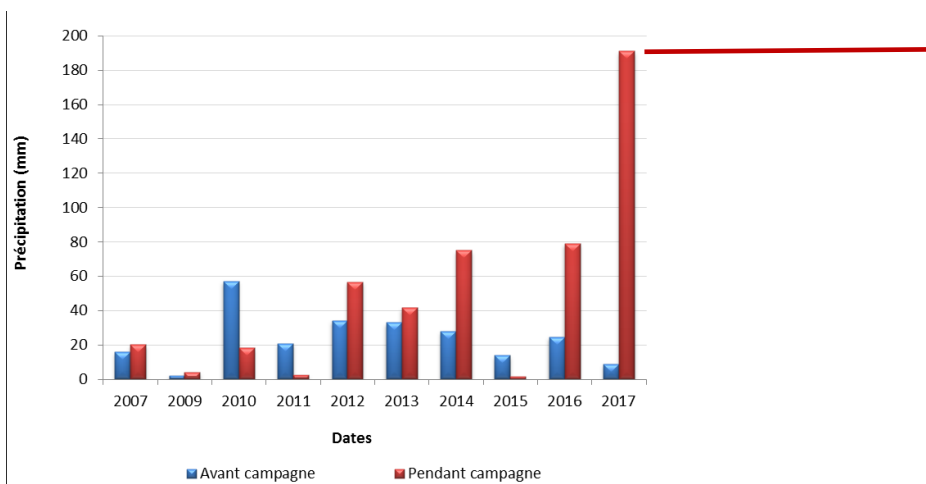


Tableau 17 : Comparaisons des concentrations en métaux indicateurs terrigènes pour le premier semestre 2017, entre une station d'impact et sa station de contrôle témoin associée et comparaisons avec les indications du guide CNRT -ZoNeCo- pour le lagon calédonien

Indicateurs terrigènes	Statut	Hydro-région	Concentration moyenne sur la colonne d'eau en µg/L				Indications du guide CNRT /Zoneco
			Cr (VI)	Ni	Co	Mn	
S1- 2017	Impact/T émoins						Guide
St 06 Baie Kwé	Impact	Baie côtière	0,290	0,342	0,039	0,193	Milieu légèrement perturbé par apports eaux terrigènes (CrVI)
St 03 Baie de Port Boisé	Contrôle Témoins	Baie côtière	0,428	0,342	0,038	0,122	Milieu légèrement perturbé par apports eaux terrigènes (CrVI)
St 16 Port de Prony	Impact	Baie côtière	0,168	0,135	0,023	0,132	Milieu non perturbé
St 18 en baie du Prony îlot Casy	Contrôle Témoins	Baie côtière	0,278	0,243	0,032	0,122	Milieu légèrement perturbé par apports eaux terrigènes (CrVI)
St 09 Diffuseur	Impact	Canal Havannah	0,119	0,119	<0,009	0,090	Milieu non perturbé
St 02 Canal Havannah	Contrôle Témoins	Canal Havannah	0,136	0,143	<0,009	0,107	Milieu non perturbé

*1 : Moyenne des concentrations sur 3 échantillons prélevés et analysés par station

Tableau 18 : Grille indicatrice du guide CNRT/ZoNeCo pour le suivi de la qualité du milieu marin calédonien

Cr(VI) (µg/L)	Milieu considéré comme non perturbé	Milieu considéré comme modérément perturbé	Milieu considéré comme fortement perturbé
Fond de baie, littoral	< 0.25	]0.25 - 0.60[	≥ 0.60
Lagon en milieu côtier	< 0.20	]0.20 - 0.30[	≥ 0.30

Ni (µg/L)	Milieu considéré comme non perturbé	Milieu considéré comme modérément perturbé	Milieu considéré comme fortement perturbé
Fond de baie, littoral	< 0.40	]0.40 - 0.75[	≥ 0.75
Lagon en milieu côtier	< 0.30	]0.30 - 0.50[	≥ 0.50

Mn (µg/L)	Milieu considéré comme non perturbé	Milieu considéré comme modérément perturbé	Milieu considéré comme fortement perturbé
Fond de baie, littoral	< 0.35	]0.35 - 0.80[	≥ 0.80
Lagon en milieu côtier	< 0.25	]0.25 - 0.50[	≥ 0.50

Ce guide CNRT / Zoneco 2011 est en cours d'actualisation

Le chapitre suivant est très important, il s'agit de l'analyse de l'évolution des paramètres au fil des missions effectuées.

En effet, il est nécessaire de raisonner non pas uniquement en photographies d'un instant « t » parce que l'état ponctuel est dépendant du fond géologique et géographique ainsi que de la météorologie et de la courantologie de l'hydro- région concernée, mais il est nécessaire d'analyser les évolutions des paramètres, en corrélation avec les évènements climatiques qui peuvent être très intenses sous les tropiques et les fluctuations saisonnières.

Les variations elles-mêmes doivent être significatives et prendre en compte les cycles saisonniers (sur les algues par exemple), une comparaison entre deux seules années consécutives n'a pas de sens, d'autre part des années exceptionnellement favorables (2015 par exemple, au niveau du corail et des poissons) ne peuvent qu'être suivies d'une année moins exceptionnelle, sans pour cela que cela soit un signe alarmiste.

3.2.2.3. ANALYSES TEMPORELLES des fluctuations des paramètres

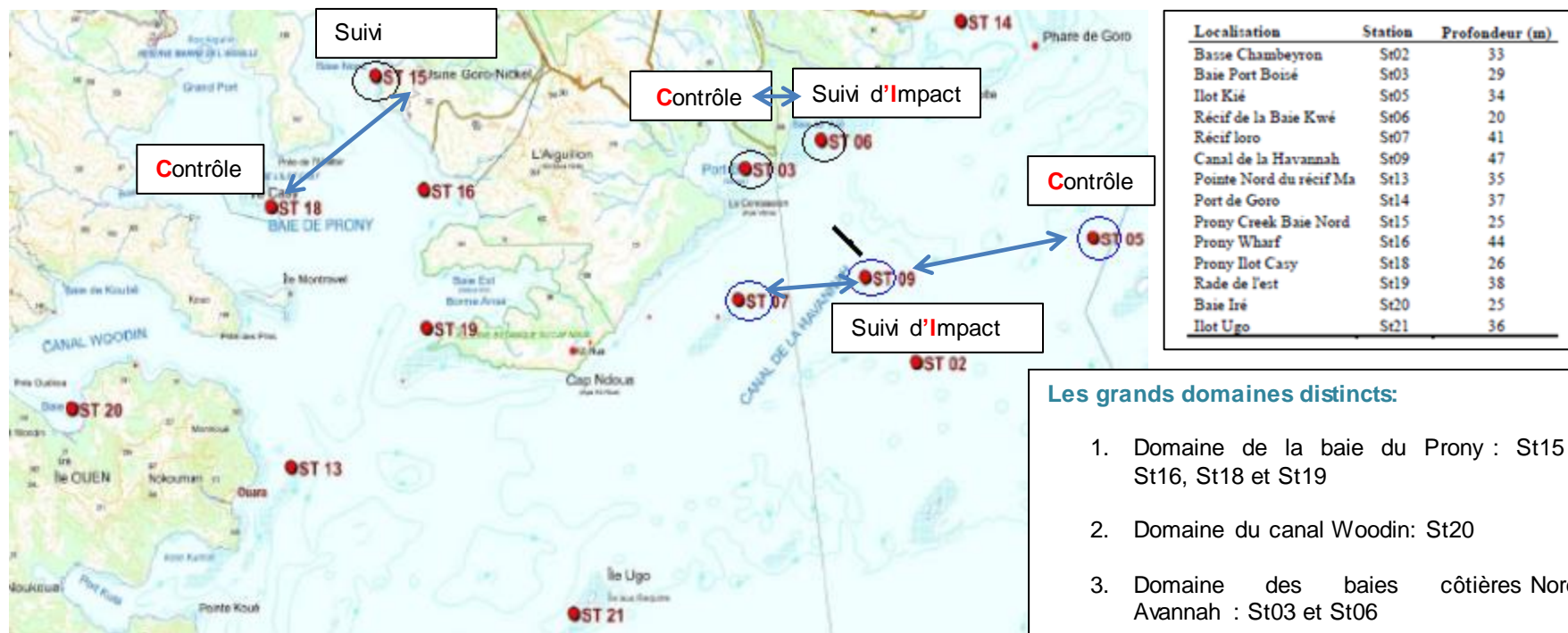
Les stations sentinelles présentées ici pour cette analyse temporelles sont :

- **St 15 : Baie du Prony Rade Nord**
- **St 06 : Baie Kwé (sous Influence VNC)**
- **St 03 : Baie de Port boisé (son « homologue » de Contrôle -témoins hors influence minière)**
- **St 09 : Proche de la zone du rejet effluent marin- Canal de la Havannah station I**
- **St 07 : Canal de la Havannah au Sud du rejet de l'effluent I**
- **St 05 : Témoins canal de la Havannah sous influence marine C**

Si possible allant par paires avec 1 station sous influence Vale NC et son homologue hors influence.

Méthode: **BACI** (Before/After & Impact /Control)

Figure 32: Rappel de la position et de la nomenclature des stations suivies



- Les grands domaines distincts:
1. Domaine de la baie du Prony : St15 ; St16, St18 et St19
 2. Domaine du canal Woodin: St20
 3. Domaine des baies côtières Nord Avannah : St03 et St06
 4. Domaine du canal de la Havannah : St09, St02, St05, et St 21.
- Les stations proches du diffuseur sont : St09, St07 et St02

Les figures suivantes présentent l'évolution temporelle des concentrations en métaux
Entre 2007 et 2017

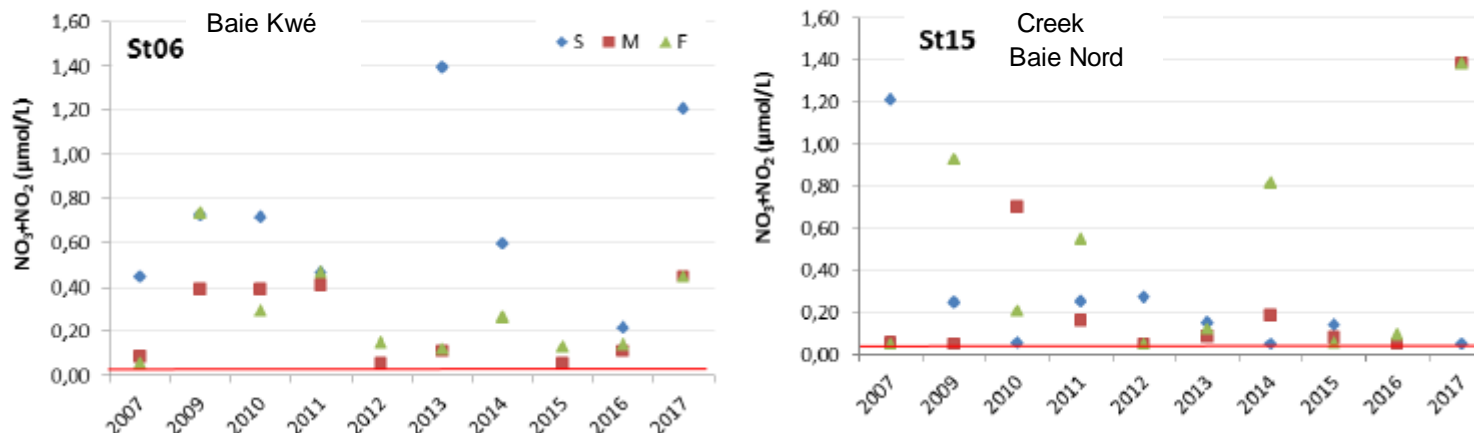
Sur des stations sélectionnées comme sentinelles et si possible allant de pair : station sous influence Vale NC et son homologue hors influence

(Méthode de suivi : Impact/Control qui, couplée au suivi temporel de la station sentinelle surveillée : Before/After, conduit à une stratégie BACI)

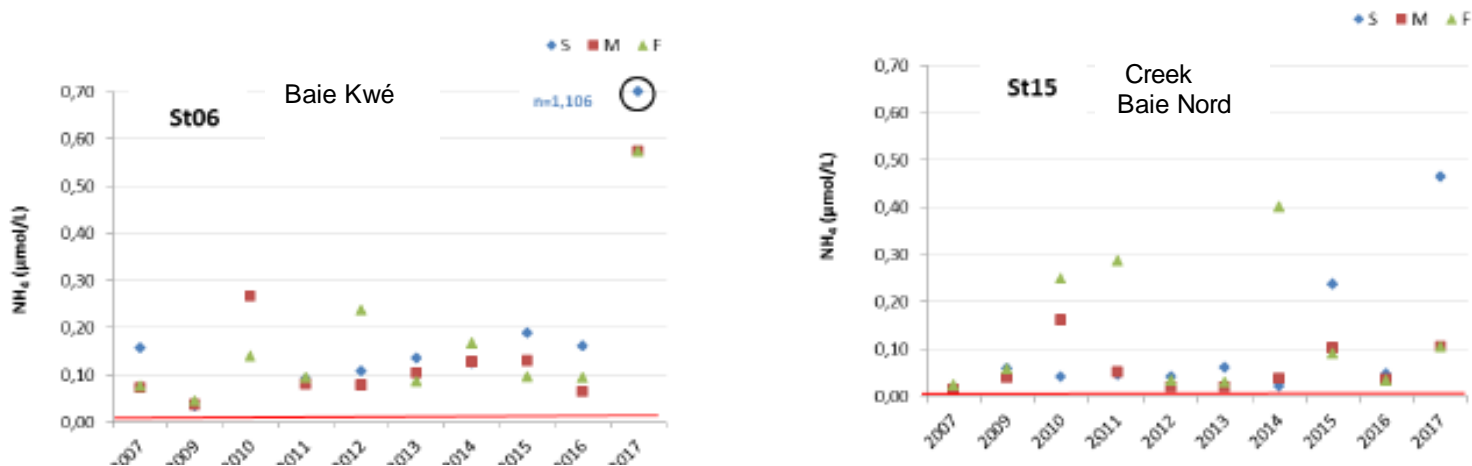


Figure 33 : Evolution des concentrations Nitrates et Nitrites (NO_3+NO_2) et Ammonium (NH_4^+) aux stations les plus pertinentes à leurs égards : Baie Kwé (St06) et Creek baie Nord (St15) entre 2007 et 2017

(S : en surface ; M : à mi profondeur ; F : au fond) La ligne rouge représente la limite de quantification

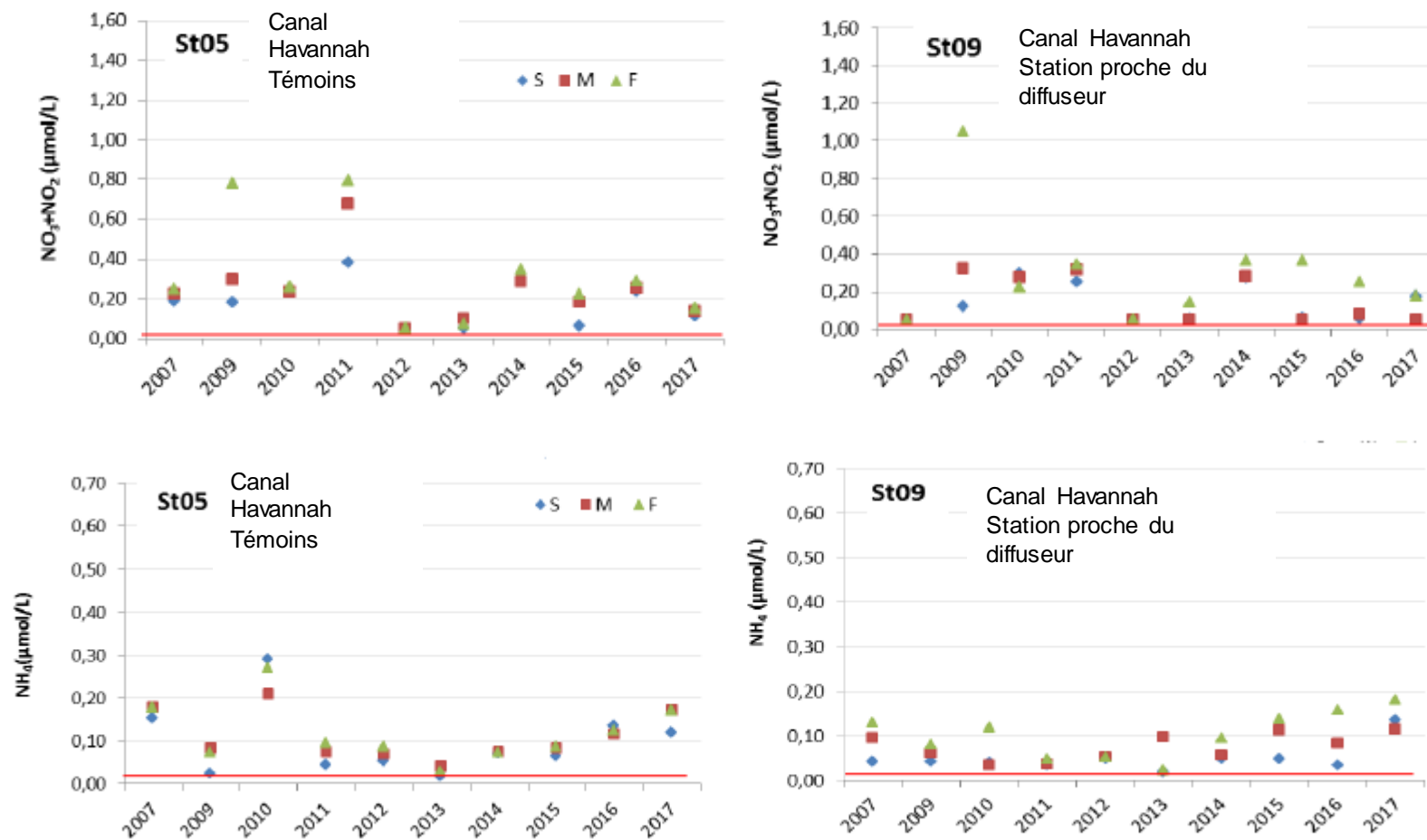


La limite de risque d'eutrophisation est de $\text{NO}_3 > 3 \mu\text{moles/L}$ (pour les nitrates seuls – Guide CNRT/Zoneco), ces concentrations en [nitrates + nitrites] relevées depuis 2007 sont rassurantes et n'indiquent pas de pollution. Pour l'ammonium NH_4 le guide indique une perturbation si $\text{NH}_4 > 0,5 \mu\text{moles/L}$.



La station ST09 « surveillance » le rejet d'effluent traité, elle n'indique aucune perturbation et reste comparable à la station témoins St 05 du canal de la Havannah.

Figure 34 : Evolution des concentrations Nitrates et Nitrites (NO_3+NO_2) et Amminium (NH_4) sur St09 proche du diffuseur et sur son homologue témoins St05



Le guide du CNRT/Zonoco indique pour l'ammonium une bonne qualité de l'eau et un milieu non perturbé avec des concentrations $\text{NH}_4 < 0,3 \mu\text{moles/L}$ et pour les nitrates $\text{NO}_3 < 0,5 \mu\text{moles/L}$

Figure 35 : Evolution des concentrations en **Cobalt (Co)** aux stations sentinelles entre 2007 et 2017 en saison chaude (S : en surface ; M : à mi profondeur ; F : au fond) La ligne rouge est la limite de quantification (0,027 µg/L).

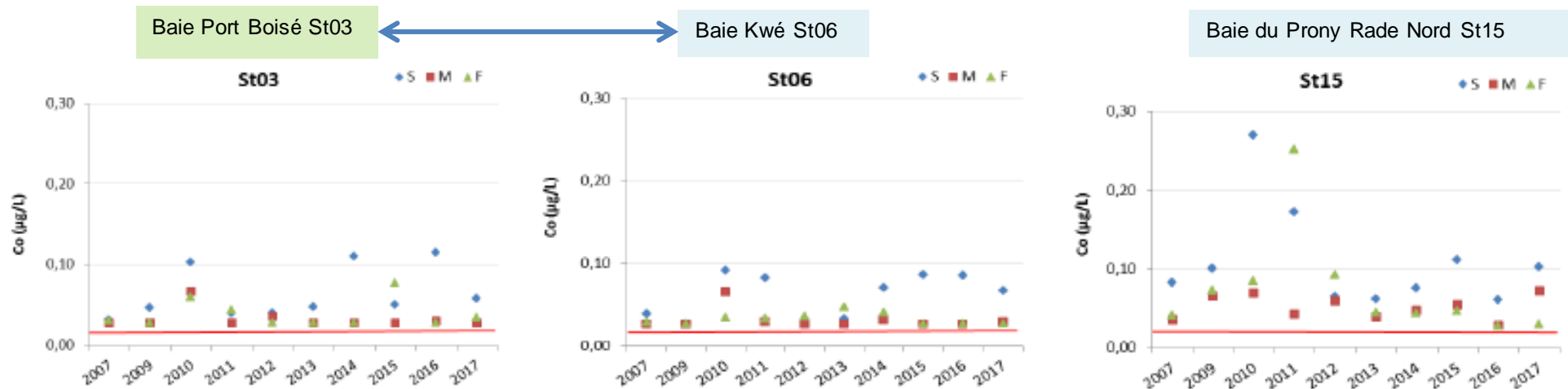
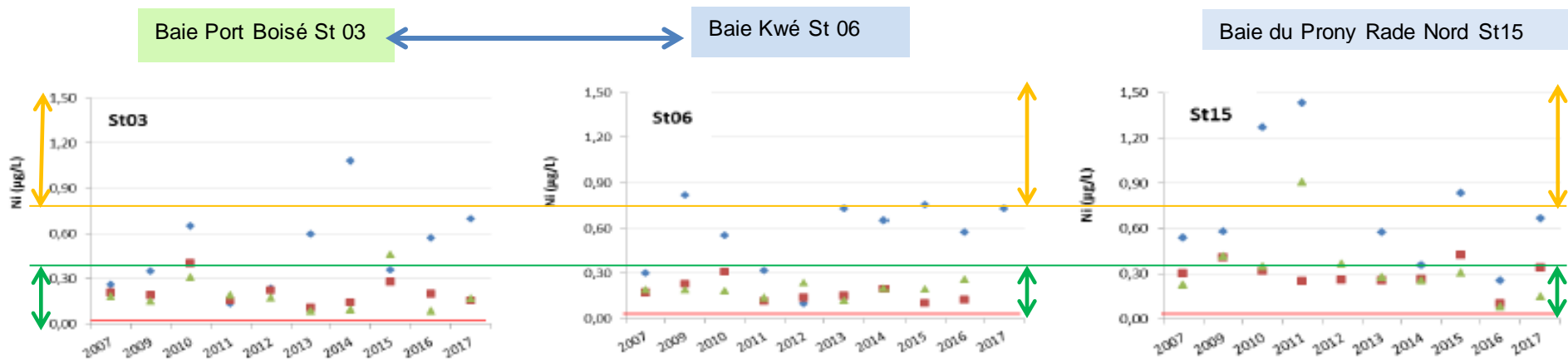
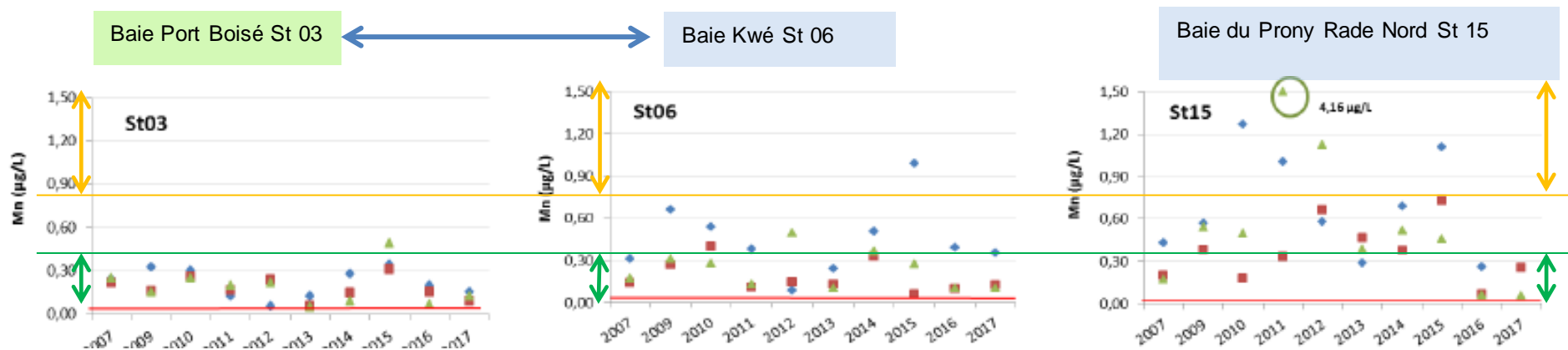


Figure 36 : Evolution des concentrations en **Nickel (Ni)** aux stations sentinelles entre 2007 et 2017 en saison chaude



Le trait rouge représente la limite de quantification pour cet élément. A titre indicatif ne faisant pas office de seuil : **en vert la concentration donnant une indication de très bonne qualité du milieu non perturbé** et **en orange la concentration indiquant une perturbation éventuelle si valeur supérieure** (anthropique ou autre cause comme un cyclone) d'après le guide du CNRT/ZoNeCo 2011. (Ces indications ne sont données que pour le Ni, le Mn et le Cr (VI), de plus le guide est en cours d'optimisation.)

Figure 37 : Evolution des concentrations en Manganèse (Mn) aux stations sentinelles entre 2007 et 2017 en saison chaude .



Le trait rouge représente la limite de quantification. A titre indicatif ne faisant pas office de seuil : en vert la concertation donnant une indication de très bonne qualité du milieu non perturbé et en orange la concentration indiquant une perturbation pour une valeur supérieure (anthropique ou autre cause comme un cyclone) d'après le guide du CNRT/ZoNeCo 2011.

Figure 38 : Evolution des concentrations en Chrome hexavalent (CrVI) aux stations sentinelles entre 2008 et 2017 en saison chaude.

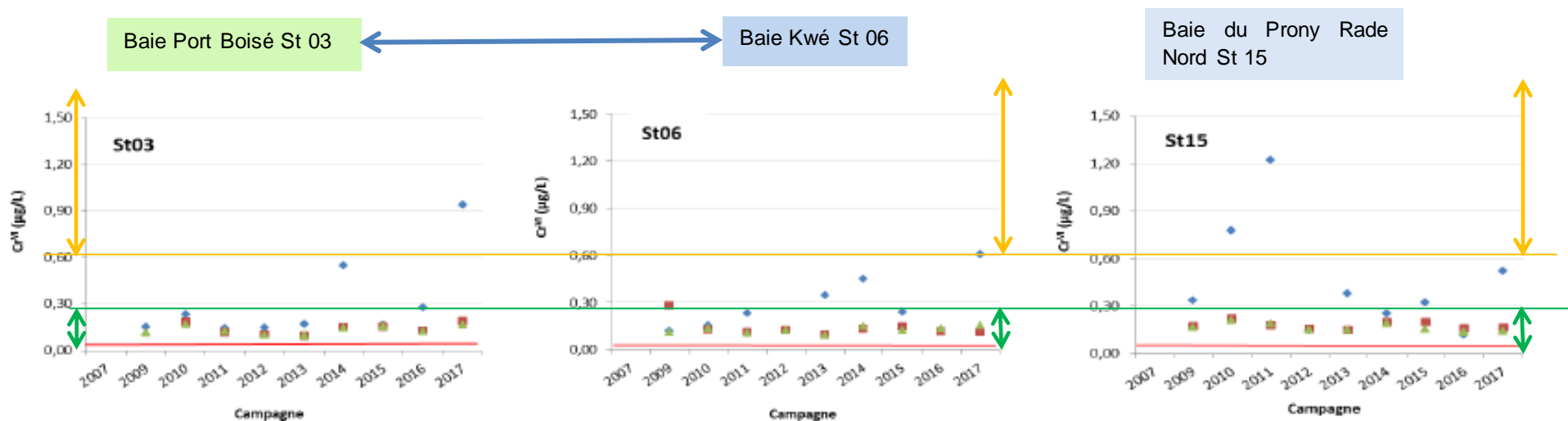


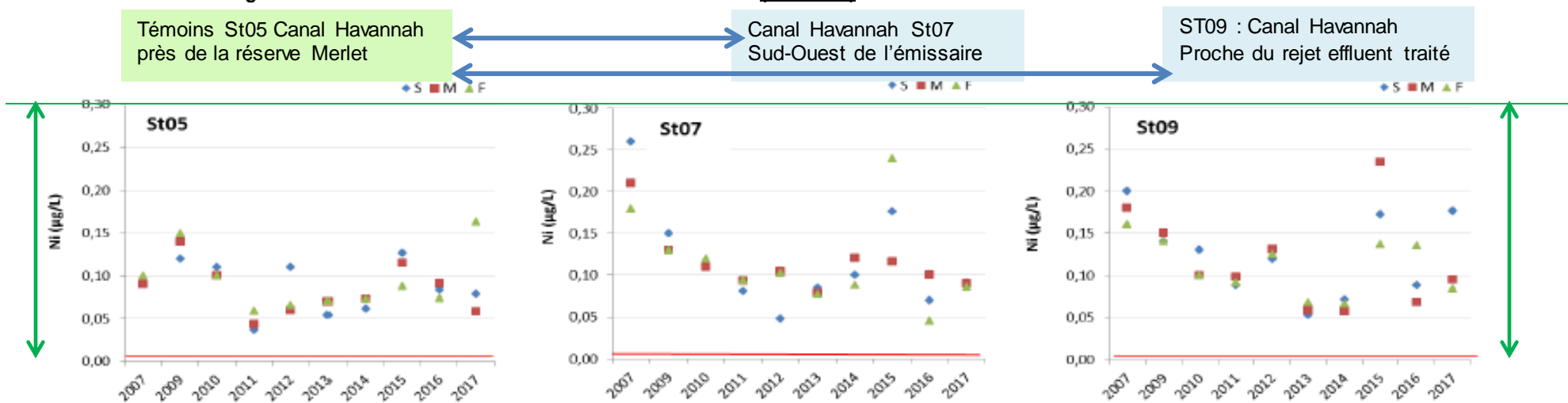
Figure 39 : Evolution des concentration en métaux dissous (Le Nickel) dans le canal de la Havannah entre 2007 et 2017 –


Figure 40 : Evolution en métaux dissous dans le canal de la Havannah entre 2007 et 2017

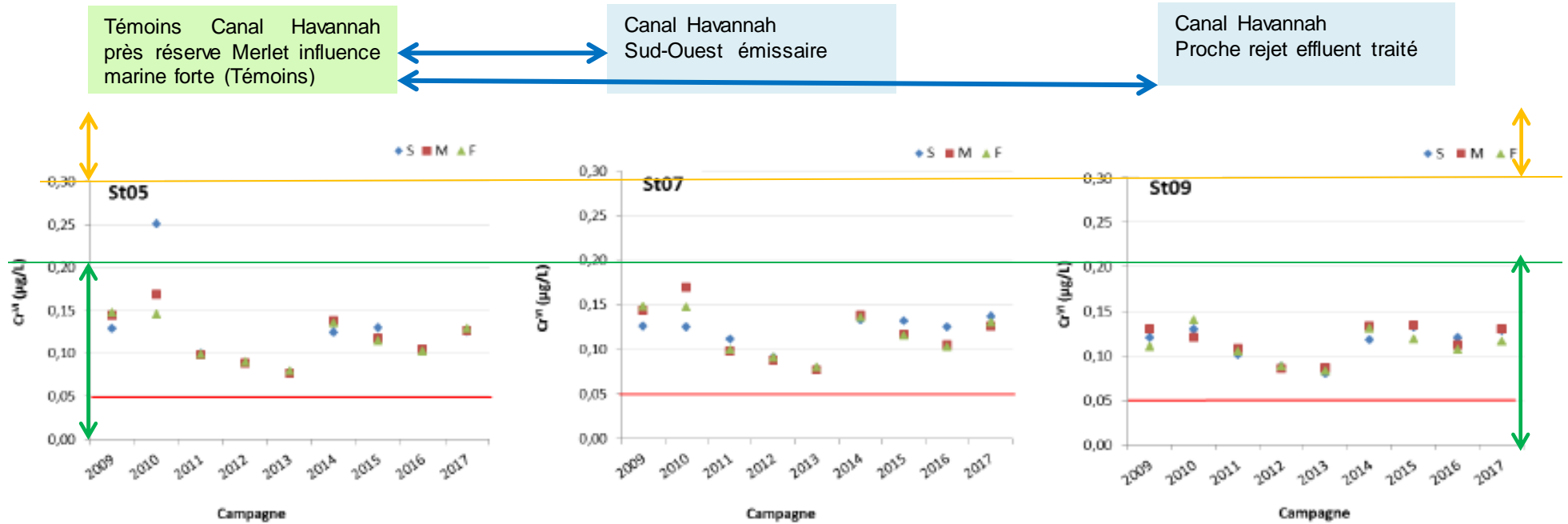
Manganèse (Mn)



Le trait rouge représente la limite de quantification. A titre indicatif ne faisant pas office de seuil : en vert la concentration donnant une indication de très bonne qualité du milieu non perturbé et en orange la concentration indiquant une perturbation pour une valeur supérieure (anthropique ou autre cause comme un cyclone) d'après le guide de CNRT/ZoNeCo 2011

Figure 41: Evolution en métaux dissous dans le canal de la Havannah entre 2007 et 2017

Le Chrome VI



Le trait rouge représente la limite de quantification. A titre indicatif ne faisant pas office de seuil : en vert la concertation donnant une indication de très bonne qualité du milieu non perturbé et en orange la concentration indiquant une perturbation pour une valeur supérieure (anthropique ou autre cause comme un cyclone) d'après le guide du CNRT/ZoNeCo 2011

CONCLUSION : (SUIVI QUALITE PHYSICO CHIMIQUE DE L'EAU DE MER S1 / 2017)

Au cours de la campagne du premier semestre 2017 il n'apparaît aucune non-conformité aux valeurs attendues :

- **par rapport aux valeurs des états de référence**
- **par rapport aux campagnes précédentes,**
- **ni par comparaison avec des stations homologues hors zone d'influence**

Le rapport intégral et les données brutes sont disponibles en intégralité dans l'annexe 2 de ce document.

3.2.3. Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées

Il n'y a eu aucun manquement à l'égard du suivi réglementaire. Le suivi conventionnel de la station située en réserve Merlet n'a pas eu lieu par manque d'obtention des autorisations nécessaires à temps. Il est cependant prévu au second semestre 2017.

Les missions de suivi du premier semestre 2017 se sont déroulées en avril 2017, les conditions météorologiques ayant été défavorables auparavant. Les phases lunaires de mortes eaux sont privilégiées. (Cf. annexe 1 sur la méthodologie) car les missions ciblent les périodes de moindre marée (syzygie lunaire) et de courants relativement faibles, notamment aux heures d'étales.

Tableau 19 : RAPPEL : Caractéristiques et position des stations et de leurs transects et carte associée

Stations	Statut	Localisation	Longitude	Latitude	Profondeur des transects (mètres)		
					A	B	C
ST05	C	Récif Ioro	166°57.507	22°23.072	5	10	20
ST06	I	Banc Ionontea	166°58.995	22°23.650	9	15	21
ST07	C	Basse Chambeyron	167°00.671	22°23.591	7	17	22
ST08	I	Récif Pointe Puka	166°58.566	22°21.243	9	12	-
ST09	C	Banc de Kié	167°01.529	22°22.070	7	17	20
ST010	N	Ilot Kié	167°03.862	22°22.324	10	16	21
ST011	N	Récif Touémo	167°01.875	22°20.046	6	11	20
ST012	N	Ugo	166°55.625	22°26.438	5	13	-

Stations	Statut	Localisation	Longitude	Latitude	Profondeur des transects en m		
ST01	C	Ilot Casy	166°51.033	22°21.799	7	10	-
ST02	I	Creek de la baie Nord	166°52.546	22°20.356	10	12	-
ST03	I	Port de Prony	166°53.639	22°21.312	5	10	13
ST04	N	Canal Woodin	166°49.593	22°22.933	4	11	21

C : station de contrôle témoins ; I : station de surveillance d'Impact ; N : station éloignée « neutre »

Figure 42 : Rappel de la position des stations de suivis écosystémiques et de leur distance au diffuseur d'effluent traité (la station Ugo et la station dans le canal Woodin ne sont pas indiquées ici)



3.2.3.1. Rappels des évènements météorologiques d'influence sur les écosystèmes

Il convient de se remémorer qu'en janvier 2011 le **cyclone Vania** (450.6mm en 24 h sur la mine) et de forts épisodes dépressionnaires (**dépression Zélia**) avaient affecté La Nouvelle-Calédonie. Puis, 2013, deux épisodes météorologiques forts (exceptionnels de récurrence supérieure à 10 ans) ont eu lieu : le **cyclone Freda** le 2 janvier 2013 et le **très fort épisode pluvieux du 2 juillet 2013**.

- **Mars 2011** : Après **Vania et Zélia**, des dégradations mécaniques dues au fort hydrodynamisme étaient observées aux niveaux bathymétriques supérieurs du canal de la Havannah. L'indicateur corallien (fixe et sensible) avait montré une variation du taux de blanchissement pour les *transects* supérieurs situés à proximité des creeks et des rivières (baie de Prony) et pour les *transects* supérieurs les plus soumis aux agents hydrodynamiques du canal de la Havannah et du canal Woodin. Dans la baie de Prony (milieu protégé), les principales dégradations avaient pour cause une dessalure des eaux de surface causée par les forts apports d'eau douce, notamment dans la baie du carénage qui est une zone témoins. Les populations de poissons quant à elles n'indiquaient pas un effet du passage de ces dépressions ; densité, biomasse et diversité étaient en augmentation.

8 mois après Zélia, le blanchissement avait nettement diminué, laissant derrière lui une mortalité réduite et de nombreuses colonies avaient réintégré leurs zooxanthelles. Ce phénomène de résilience rapide est analysé et quantifié dans le rapport 2011. L'étude de sa cinétique va au-delà d'un suivi industriel mais ces missions donnent de bonnes indications.

La couverture de cyanophycées n'avait pas profité de cet affaiblissement corallien.

Suite à un évènement d'une ampleur exceptionnelle tel qu'un cyclone, les inventaires spécifiques montrent que la recolonisation se fait dans le semestre suivant pour les biocénoses benthiques, par contre l'édification corallienne est plus lente.

- **2 janvier 2013** : **Freda** (438.4 mm / 24 h à l'usine) : le suivi du premier semestre 2013 enregistre ses conséquences. (Remarque : Une mission spéciale a été conduite en baie du Prony pour mieux suivre l'impact et la résilience des coraux inféodés aux hydro- régions de fonds de baie et qui subissent de forts apports d'eau douce et de sédiments, il s'agissait du 6^{me} suivi de ce type en baie du Prony, en 2014 ce sont 8 suivis de ce type ont été effectués).
- **2 et 3 juillet 2013** : **Inondations exceptionnelles** (540 mm / 24 h sur la plaine des lacs ; sur le plateau de la mine Goro 470mm /24 h et 103mm/1 h) entraînent à nouveau des conséquences non pas mécaniques mais dues aux apports d'eau douce et de sédiments dans les baies ; des missions d'évaluation supplémentaires font suite à cet évènement
- **2014 et 2015** : **Pas d'évènement météorologique intense**. La résilience a eu lieu par rapport à 2011 et 2013. L'ensemble des indicateurs est en hausse, notamment en 2015 qui est une année « record ».
- **Janvier/ février 2016** : **Phénomène « El Niño intense »**. Records de températures élevées, vents faibles et ensoleillement (u.v.) maximum sur le lagon calédonien. Phénomène de blanchissement corallien généralisé dans le Pacifique Sud. Résilience suivie et à tendance plus lente qu'après un cyclone. (Cf. chapitre 3.2.1 sur la météorologie de la saison concernée).
- **20/22 novembre 2016**. **Pluies exceptionnelles sur Houaïlou**, avec glissement de terrain
- **Premier semestre 2017** : **Cyclone Cook le 10 avril**. Rafales maximales relevées : 180 km/h. On a recueilli 250 mm en 24 heures sur le Sud-Est et le relief Sud, voire 400 mm en 24 heures sur la région de Thio. Ailleurs, il est tombé entre 100 et 150 mm en 24 heures, ce qui correspond souvent à un mois de pluie.

3.2.3.2. Bilan des observations par station suivie (Premier semestre 2017)

La baie du Prony

► La station ST01 (Ilot Casy, face Sud) - Station C : Témoins de contrôle

- Recouvrement corallien de 9% sur le transect A et 4,5 % sur B. Le transect B, par 10m de fond quasi abiotique est peu significatif, il n'y a pas de 3eme transect C car la zone est quasi abiotique.
- Croissance des *Pocillopora damicornis* moyenne estimée à 3.06 cm / 8 mois
- **Présence de 12 spécimens d'étoile de mer *Acanthaster planci* A SUIVRE !**
- La présence d'étoile de mer dévoreuse du corail (la première depuis 2007) doit être suivie ainsi que la prolifération algale cyclique mais à surveiller sur cette station.
- Absence de l'algue rouge *Asparagopsis taxiformis* (ciblée comme éventuellement envahissante) et cyanobactéries stables.
- **Recouvrement important en algues brunes (*Lobophora variegata*, *Sargassum*, *Distromium*, *Dictyota* et quelques *Padina*).**
- Poissons : Densité **2,27 poissons/m²** pour une biomasse de **12 g/m²** Cette station assez « pauvre » jusqu'en 2013 présente depuis mars 2014 des valeurs en hausse. Placée comme station de contrôle hors zone d'influence, sujette à la transplantation de coraux en 2005, elle est relativement stable.

► La station ST02 (Sud de l'embouchure du creek Baie Nord) Station I : impact éventuel

- Station à la richesse spécifique corallienne la plus importante des stations de la baie de Prony (**120 espèces coralliennes dont 114 espèces de scléractiniaires**).
- Le recouvrement corallien était en forte hausse en 2015, puis en baisse en avril 2016 suite au blanchissement généralisé des coraux du Pacifique sud (El Niño) avec 26% du transect A. (Ce qui reste cependant un % élevé). Il repart en légère hausse fin 2016 avec 27% puis 28% en avril 2017.
- **Blanchissement corallien** : très faible en 2015 (2/119 espèces de scléractiniaires soit seulement 0,23% de la surface), il devient plus important en avril 2016, surtout au niveau bathymétrique sup. (34/116 espèces de scléractiniaires et 3.35% de la surface totale observée). Cela reste dans un ordre de grandeur modéré en cycle « El nino ». Fin 2016, la résilience est amorcée et se poursuit en 2018.
- Absence d'*Acanthaster planci* et de *Calcita novaeguineae*.
- Absence de l'algue rouge *Asparagopsis taxiformis*
- **Cyanobactéries en diminution**
- Poissons : Densité **0,98 poissons/m²** pour une biomasse en hausse : **15,73g /m²**. En hausse. Il y a toujours beaucoup de poissons juvéniles.
- Station très diversifiée dont la sédimentation n'affecte pas les esp adaptées à ce type d'écosystème.

► La station ST03 à l'Est du port de Prony Station I : impact éventuel

- **Biodiversité corallienne importante et stable (117 espèces dont 113 de scléractiniaires)**
- Recouvrement corallien stable avec **6 %** en A, **26 %** en B et **12 %** en C
- En 2015 : Aucun blanchissement corallien (très rare en zone côtière). **Le blanchissement d'avril 2016 devient important du point de vue spécifique et dans une moindre mesure en recouvrement** (45/111 espèces de scléractiniaires et 1.33% de la surface totale observée). Fin 2016 **la résilience est amorcée avec un blanchissement en nette diminution.**
- Dépôt sédimentaire léger sur quelques colonies coralliennes.
- Absence d'*Acanthaster planci* ni de *Calcita novaeguineae* et de *Drupella cornus*
- Algue brune *Lobophora* en augmentation sur le transect B et à surveiller.
- Absence de l'algue rouge *Asparagopsis taxiformis*
- Poissons : Densité **1 poisson/m²** pour une biomasse de **2,08 g/m²**. En Hausse. Les indicateurs sont au-dessus de la moyenne et les poissons sont tous des juvéniles.

► Conclusion : Etat actuel (S1/2017) en baie du Prony (Typologie : Fond de baie)

Le blanchissement observé sur de nombreuses espèces coralliennes (sur 11 à 40 espèces par transects, il y a plus de 115 esp. coralliennes dans cette baie) début 2016 lors du phénomène de blanchissement généralisé n'atteignait pas le niveau d'impact que le blanchissement corallien peut montrer dans d'autres régions du Pacifique. **Fin 2016 ce blanchissement a nettement diminué mais certaines colonies coralliennes sont mortes, sans affecter la biodiversité toujours importante. La résilience se poursuit début 2017. Les indices « poissons » sont stables ou en hausse.**

La présence de 12 étoiles de mer dévoreuses de corail sur la station de l'îlot Casy est inquiétante et à surveiller, il n'y en a pas sur les stations Creek baie Nord et Port de Prony.



Stations du canal de la Havannah

Les dégradations sont importantes pour les récifs exposés aux agents hydrodynamiques, elles se propagent en profondeur par éboulis consécutifs.

► **La station ST08 (côtère pointe Puka en sortie Ouest de la Baie Kwé) Station I : impact éventuel**

Elle était dégradée depuis mars 2011 (tempête tropicale Vania) puis suite aux très fortes dépressions de 2013 (pluies de juillet 2013). En 2014 la résilience était bien amorcée et elle s'est poursuivie en 2015 où le blanchissement corallien était absent. Début 2016 elle reste relativement stable malgré le blanchissement généralisé du à « El nino » Fin 2016 la richesse corallienne augmente avec la présence de colonies juvéniles. Les nouvelles espèces sont adaptées à la turbidité.

La biodiversité corallienne est importante et en légère augmentation

- Recouvrement corallien stable **18,5 %** en A et **2 %** en B
- Blanchissement corallien faible qui diminue fin 2016 puis augmente légèrement en avril 2017.
- Absence de *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*. Présence de *Drupella cornus*
- Cynobactéries stables, tuff algal et Algues rouges *Asparagopsis taxiformis* + Algues brunes *Lobophora* mais sans bloom
- Sédimentation toujours observée ;
- Poissons stables : densité **1,15 poisson/m²** pour une biomasse de **56,92g/m²**.

► **La station ST06 d'Ionontea (la plus proche du diffuseur) Station I : impact éventuel**

La plus proche du diffuseur (dans la direction de la diffusion par marée montante), elle rivalise avec la réserve Merlet pour ses excellents indices « poissons ». Des indications montrant que c'est une zone de pêche bien fréquentée sont notables. Bonne diversité coralliennes (**123 esp** dont **117 esp. de Scléactiniaires**).

- Forte courantologie et brisures mécaniques des coraux robustes adaptées à ces conditions
- Recouvrement corallien important : 27%, 20,5% et 9 %
- Pas d'étoile de mer dévoreuse des coraux.
- Densité des poissons : **3,48 poisson/m²** et Biomasse : **527,28 g/m²**. **En Hausse.**
- Au niveau des indicateurs poissons les stations sur Ioro, Ionontea et Chambeyron rivalisent avec la réserve Merlet pour leurs excellents scores.

► **Les stations dans le canal de la Havannah (ST05, ST06, ST07, ST09 et ST12) Stations C : Témoins de contrôle**

Elles ne présentent aucune non-conformité à l'égard des suivis précédents et ont été peu affectées par le phénomène général de blanchissement corallien qui a sévi dans le Pacifique sud début 2016

- **Aucune espèce exogène n'a été observée**
- **Pas de menace par étoiles de mer dévoreuses du corail**

► Une station globalement en excellente santé ne présente pas une absence totale de stress, plus le suivi est finement réalisé par des spécialistes attentifs, et d'avantages de maladies ou anomalies sont détectées, donc certains indices sont notifiés « en rouge » mais ces stress sont d'origine naturelle et n'indiquent pas un impact ou une menace anthropique. **L'état « originel » d'un écosystème n'est pas un état idéal parfaitement dépourvu de toute marque de stress.**

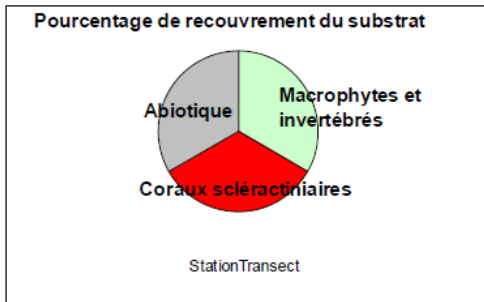
Les 12 stations sont décrites transect par transect dans le rapport intégral en annexe de ce bilan semestriel, ainsi que les données brutes.

3.2.3.3. Comparaisons spatiales des stations entre elles au temps t de la mission

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

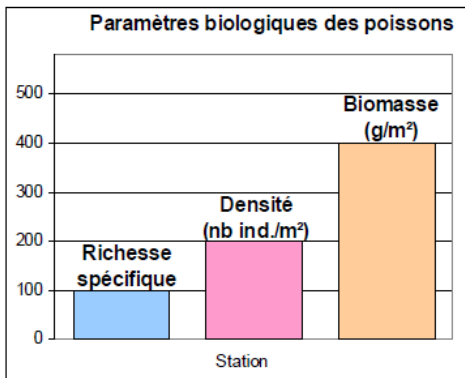
Ces représentations sont données dans le rapport intégral

Figure 43: Représentation cartographique – légende
(Carte intégrale sous forme de poster dans le rapport intégral)



La légende de cette carte indique :

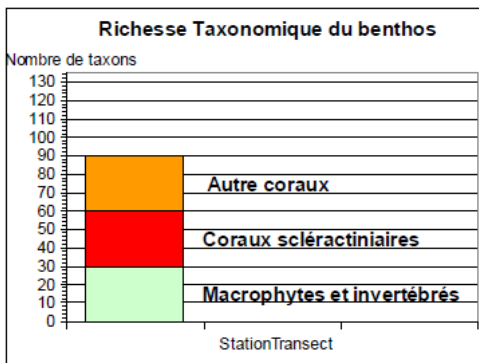
- Le SUBSTRAT : camembert présentant le pourcentage
- Abiotique (en gris) du LIT sur chaque *transect* et à chaque station ;
 - le pourcentage de coraux durs (Scléactiniaires) en rouge
 - et les Macrophytes (algues) et Invertébrés.



Les POISSONS : histogramme présentant :

- la richesse spécifique,
- la densité et
- la biomasse

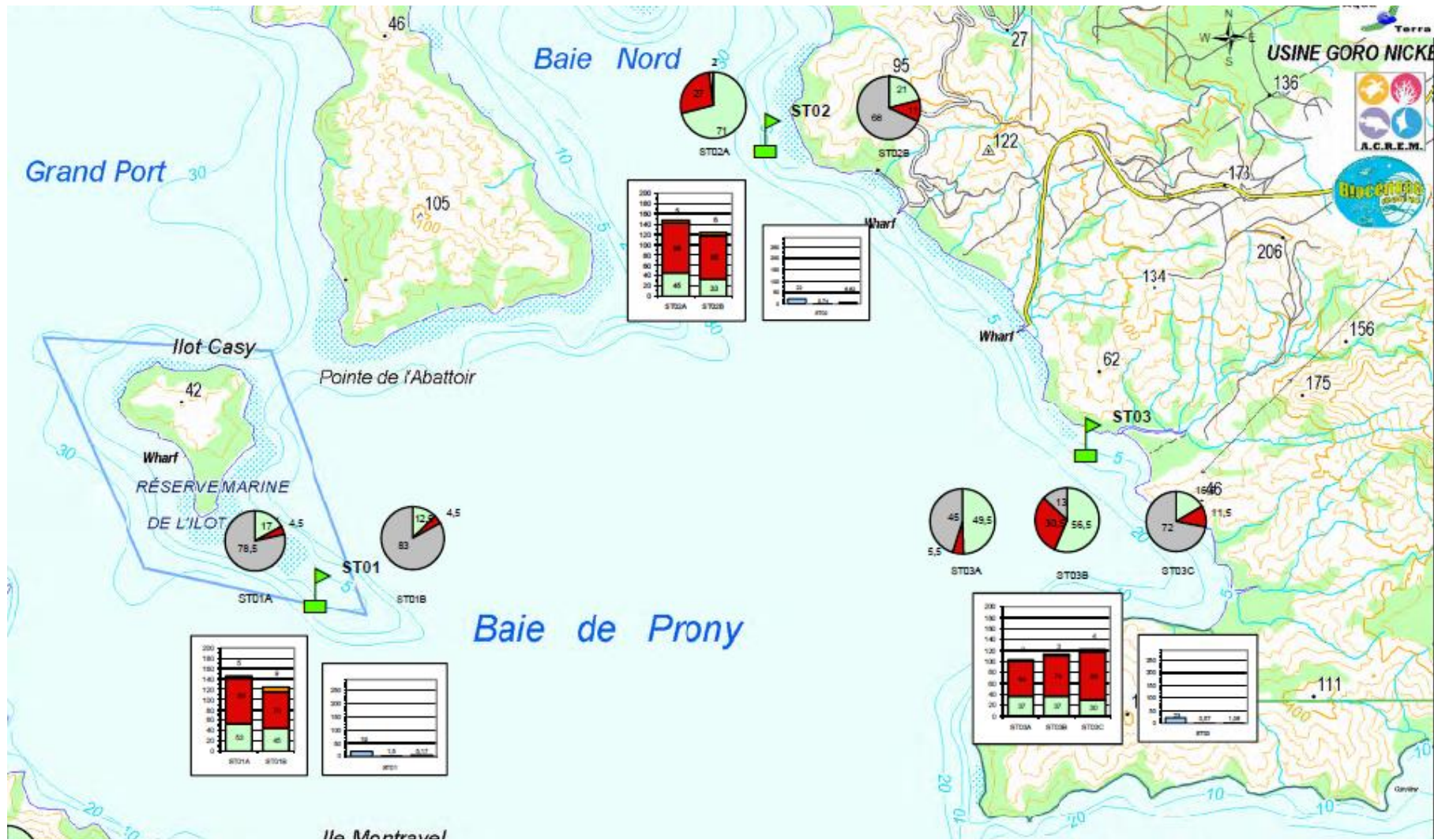
Sur liste restreintes règlementaires et par station.



Le BENTHOS : en nombre de taxons par couloir d'inventaire sur chaque *transect* de chaque station avec :

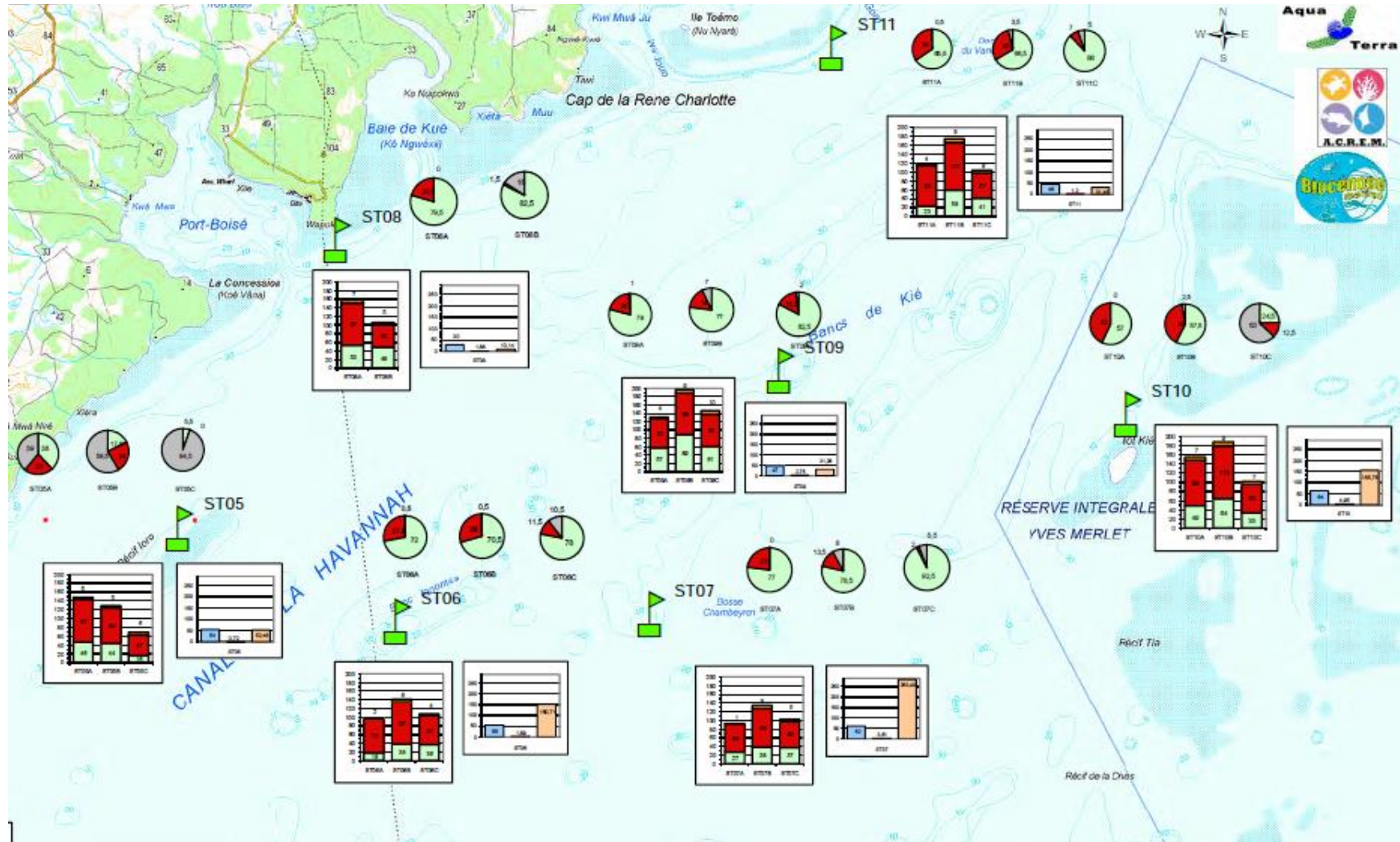
- les coraux durs (Scléactiniaires) en rouge,
- les autres coraux et les
- Macrophytes (algues) + autres invertébrés.

Figure 44 : Résultats de la campagne de suivi, AVRIL 2017. Baie du Prony : Ilot Casy ST01, baie Nord /Creek baie Nord ST02 et Port de Prony ST03



(Carte intégrale sous forme de poster facilement lisible dans le rapport intégral, pages 247/248)

Figure 45: Résultats de la campagne de suivi, AVRIL 2017 (canal de la Havannah)



(Carte intégrale facilement lisible pour une comparaison spatiale de stations entre elles, sous forme de poster, dans le rapport intégral, page 248)

Les figures et le tableau suivants comparent les stations entre elles en ce qui concerne :

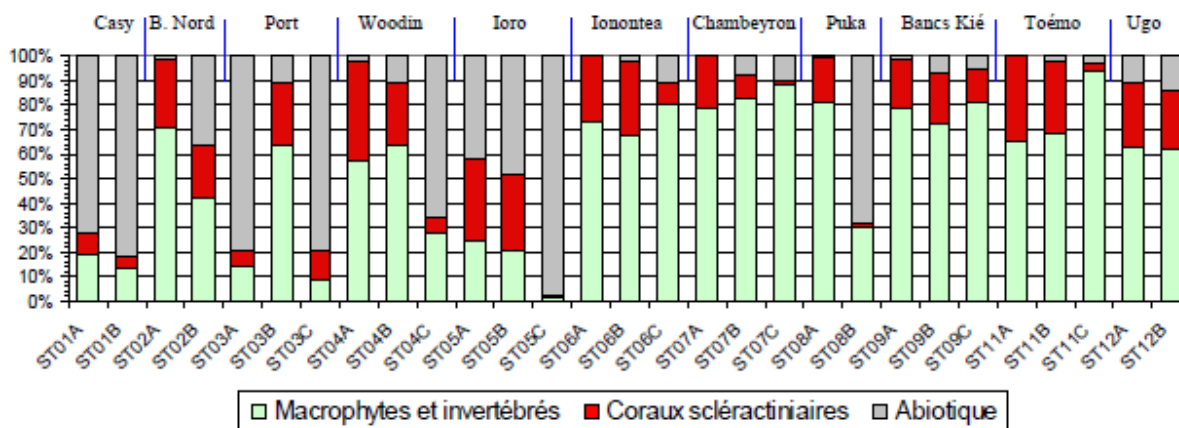
- 1)-Le substrat (sur transects fixes LIT)
- 2)-Le benthos (sur couloirs fixes)
- 3)-Les poissons (selon la liste restreinte imposée)

Figure 46 : **SUBSTRAT** (sous le cordon fixe de 20m de long)

Comparaison entre stations pour le substrat, AVRIL 2017

Recouvrement en % du substrat sur chaque *transect* LIT en considérant des compartiments clefs : biotique et abiotique

► **SUBSTRAT** : La partie biotique est divisée en deux groupes : les **coraux scléactiniaires** et le reste (c'est-à-dire, les **macrophytes, invertébrés, autres coraux, etc. regroupés sous « macrophytes & invertébrés »**)

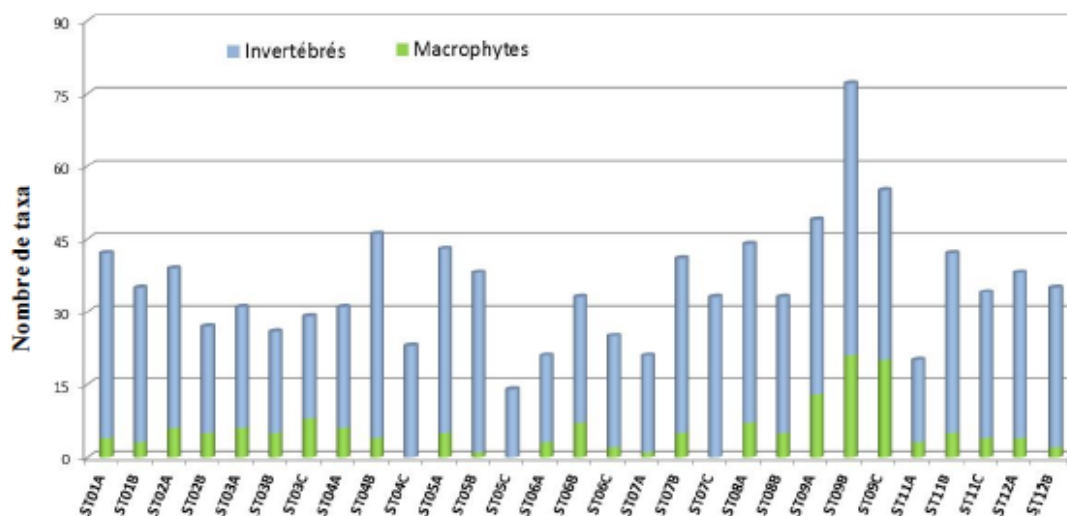


Les transects les plus profonds ont un taux de recouvrement biotique significativement plus bas que celui des transects supérieurs (5 à 10 m de profondeur). Certains transects majoritairement abiotiques ou avec très peu de coraux durs continuent à être suivis, car réglementairement imposés mais leur valeur indicatrice est faible.

Figure 47: **BENTHOS** sur couloir de 100m² Richesse taxonomique du benthos dans 2 groupes clés. Comparaisons entre stations pour le benthos, AVRIL 2017.

► **BENTHOS**

- Les Invertébrés (coraux compris)
- Les Macrophytes (algues)



► **Biodiversité corallienne** : Les espèces inféodées à la baie de Prony développent des adaptations particulières, les paramètres environnementaux de cette baie rendant le développement des coraux unique. Certaines espèces sont considérées comme rares dans les eaux calédoniennes (*Alveopora catalai*, *Blastomussa merleti*...). La richesse spécifique des stations de la baie de Prony est relativement plus faible que pour les stations du canal de la Havannah, sauf pour la station ST02 (Creek baie nord) qui recense un nombre très important d'espèces et elle revêt une importance haute et un bon choix de suivi.

► **Algues** : La biodiversité des macrophytes est suivie avec attention. Une extension de la couverture algale significative au-delà des variations saisonnière serait signalée et étudiée de plus près. Cela n'est pas le cas.

► **Les principales espèces concurrentes des coraux sont ciblées pour un suivi attentif**

Les étoiles de mer corallivores : *Acanthaster* et *Culcita*, les cyanobactéries, les mollusques corallivores (*Drupella cornus*) et les éponges encroûtante *Cliona orientalis* et *C. jullienei*.

La présence d'*Acanthaster* sur la station de l'îlot Casy est une première jamais observée auparavant.

► **POISSONS :**

- Nb : nombre moyen de poissons sur un transect ;
- Dens. : Densité (Nb/m²) moyenne sur la station ;
- Biom. : Biomasse (g/m²) moyenne sur la station ;
- Biod.1 : Espèces de la liste du Cahier des charges présentes sur les transects ;
En Supplément :
- Biod.2 : Espèces de la liste du Cahier des charges présentes sur la station ;
- Et + Biod.3 : Toutes espèces présentes sur la station ; Int. de Conf. : Intervalle de confiance de la moyenne au risque $\alpha=0,025$.
- Ish : Indice de Shannon ; Eq : Indice d'éguitabilité ; Int. de Conf. : Intervalle de confiance de la moyenne au risque $\alpha = 0,025$.

Tableau 20 : Relevés ichtyologiques. Comparaison des stations entre elles au temps t. AVRIL 2017

Liste restreinte imposée

2017a	Stations	Nb	Dens	Biom	Biod.1	Biod.2	Biod.3	Ish	Eq
Baie de PRONY	ST01 ILOT CASY	136,00	2,27	12	24	47	75	3,342	0,729
	ST02 CREEK BAIENORD	88,50	0,98	16	20	30	53	3,329	0,770
	ST03 PORT	61,33	1,00	2	16	43	60	3,156	0,789
	Variances (σ^2)	369	0,00	94	8,00	84,50	24,50	0,01	0,00
	Ecart types (σ)	19	0,01	10	2,83	9,19	4,95	0,12	0,01
	Moyennes (μ)	75	0,99	9	18,00	36,50	56,50	3,24	0,78
	Coef. de Var (σ/μ)	0,26	0,01	1,09	0,16	0,25	0,09	0,04	0,02
Int. de Conf. 95%	13	0,01	6	1,89	6,13	3,30	0,08	0,01	
Canal de la HAVANNAH	ST04 WOODIN	472,00	5,65	250	73	97	126	4,716	0,762
	ST05 IORO	131,33	0,96	170	43	67	94	4,347	0,801
	ST06 IONONTEA	290,67	3,48	527	66	85	125	4,517	0,747
	ST07 B. CHAMBEYRON	202,33	2,91	275	66	83	117	4,995	0,826
	ST08 PUKA	61,00	1,15	57	31	64	88	4,203	0,848
	ST09 BANCS KIE	188,00	2,35	40	52	77	114	4,714	0,827
	ST011 TOEMO	215,33	1,84	19	53	77	111	4,221	0,737
	ST012 UGO	150,50	2,82	20	31	60	87	3,872	0,782
	Variances (σ^2)	15362	2,23	31412	256,70	150,50	253,64	0,13	0,00
	Ecart types (σ)	124	1,49	177	16,02	12,27	15,93	0,36	0,04
Moyennes (μ)	214	2,65	170	51,88	76,25	107,75	4,45	0,79	
Coef. de Var (σ/μ)	0,58	0,56	1,04	0,31	0,16	0,15	0,08	0,05	
Int. de Conf. 95%	83	1,00	118	10,68	8,18	10,62	0,24	0,03	

Nb : nombre moyen de poissons sur un transect ; Dens. : Densité (Nb/m²) moyenne sur la station ; Biom. : Biomasse (g/m²) moyenne sur la station ; Biod.1 : Espèces de la liste du Cahier des charges présentes sur les transects ; Biod.2 : Espèces de la liste du Cahier des charges présentes sur la station ; Biod.3 : Toutes espèces présentes sur la station ; Ish : Indice de Shannon ; Eq : Indice d'éguitabilité ; Int. de Conf. : Intervalle de confiance de la moyenne au risque $\alpha = 0,025$.

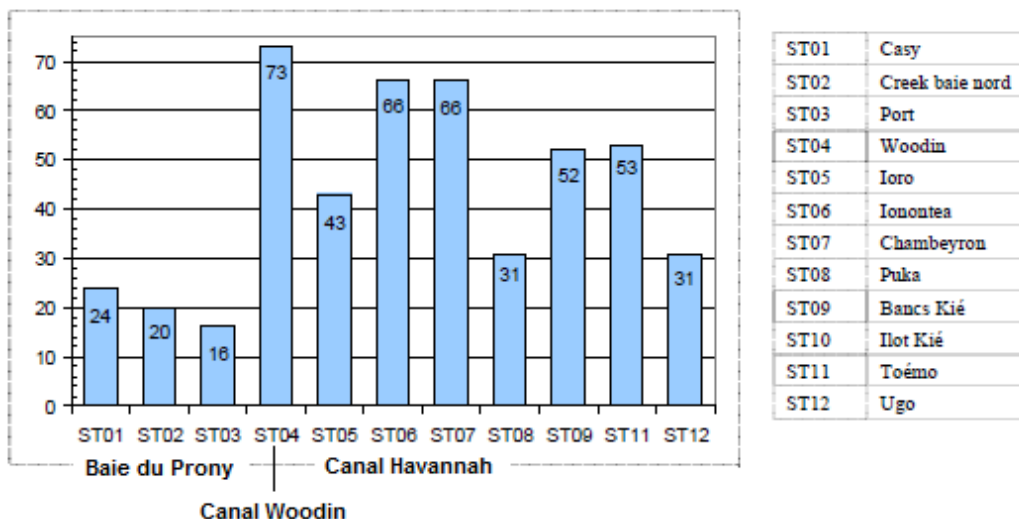
Rappel : Les 3 indicateurs imposés par le plan de suivi sont :

- La richesse spécifique (mais sur liste restreinte, c'est la Biod 1),
- la densité et
- la biomasse.

RICHESSSE SPECIFIQUE

Figure 48: Richesse spécifique de l'ichtyo faune par station (sur liste restreinte imposée)

AVRIL 2017



Les stations situées en baie du Prony ont toujours montré une moindre richesse spécifique que celles situées sur des récifs du canal de la Havannah, il est en de même dans les états initiaux, il s'agit de deux biotopes très différents. Les espèces juvéniles représentent la majorité des poissons en baie du Prony.

La station ST04, dans le canal Woodin est exceptionnelle d'un point de vue ichthyologique, elle surpasse régulièrement la station en réserve Merlet (ST10, non inventoriée lors de cette mission d'avril 2017 et qui avoisine les 65 esp). Le récif Ionontea (ST 06, massif corallien le plus proche du diffuseur) est aussi très riche en diversité de poissons et peut surpasser la station en réserve Merlet.

Figure 49 : Densité de l'ichtyo faune par station (liste restreinte imposée)

AVRIL 2017

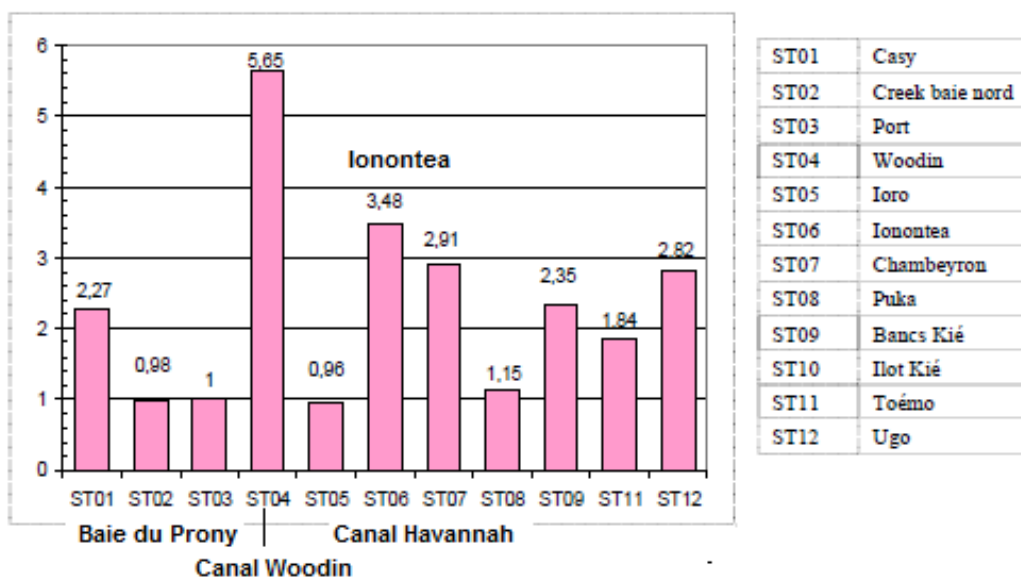
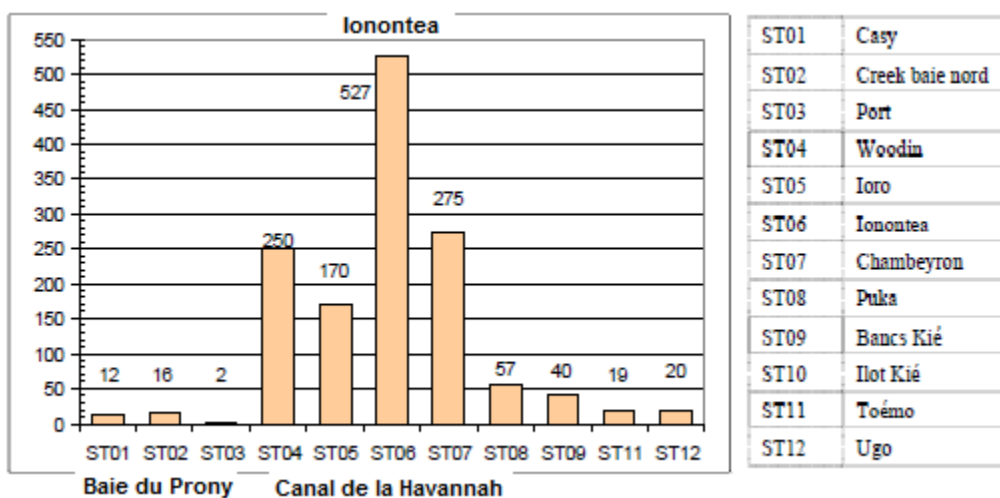


Figure 50 : Biomasse de l'ichtyofaune par station (liste restreinte imposée)

AVRIL 2017



ST01	Casy
ST02	Creek baie nord
ST03	Port
ST04	Woodin
ST05	Ioro
ST06	Ionontea
ST07	Chambeyron
ST08	Puka
ST09	Bancs Kié
ST10	Ilot Kié
ST11	Toémo
ST12	Ugo

La station du canal Woodin ST04 présente des indicateurs « poissons » exceptionnellement bons en 2016 et en 2017. Elle rivalise avec la réserve Merlet (ST10) et pour la seconde fois, comme la station du banc Ionontea du canal de la Havannah.

La présence du diffuseur n'est, comme prévu dans les modélisations et études prédictives, aucunement affectante pour la biodiversité des coraux et poissons sur les bancs et massifs les plus proches, notamment les indices poissons sont très bons sur ST06, ST05 et ST07.

Aucune formation corallienne plus proche de la zone de rejet n'est présente dans le canal de la Havannah (choix de la zone de rejet à cet égard : une zone éloignée de tout récif sensible) et une station en indicateurs « poissons » comprables aux autres ne peut donc pas être placée plus proche du diffuseur.

La comparaison des indicateurs biologiques entre les stations corrobore exactement les déductions dues aux études des paramètres physico-chimiques, à savoir des unités fonctionnelles très différentes entre la baie de Prony, le centre du canal de la Havannah soumis à un fort hydrodynamisme, et les stations côtières.

De façon résumée et synthétique on peut différencier différents systèmes (ou hydro-régions) :

- celui de la baie de Prony avec un gradient du Nord au Sud entre typologie de « fond de baie » et l'influence du canal de la Havannah
- celui du canal de la Havannah (la station de la réserve Merlet s'en rapproche mais avec une richesse habituellement supérieure en densité et biomasse des poissons),
- celui du canal Woodin
- celui des baies avec apports terrigènes au Nord du canal : baie de port Boisé et baie Kwé
- celui de la baie de Goro étant à part, c'est une hydro-région en soit.

Un gradient de croissance des influences marines ou terrestres sépare (ou relie) ces systèmes. Les études des populations de poissons sont en cohérence avec celles de leurs habitats (corail) et avec les études en modélisation et indicateurs physico-chimiques.

Des réunions fréquentes avec les spécialistes dédiés à chaque type de suivis physiques, chimiques et biologiques permettent de mieux saisir la globalité synthétique et complexe du lagon sud.

Pour plus de précisions Cf. les rapports intégraux en annexe des bilans semestriels et les chapitres supplémentaires consacrés aux peuplements de poissons.

Pour les poissons : comparaison des stations entre elles et au fil des ans
Tableau 21 : Moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des missions de 2008 à 2017) par station

Stations	Densité			Biomasse			Biodiv 1			Biodiv 3		
	2017a	Moy.	σ	2017a	Moy.	σ	2017a	Moy.	σ	2017a	Moy.	σ
Ilot CASY	2,27	1,2	0,5	12	11	5	24	16,0	3,6	75	56,0	8,4
CREEK	0,98	1,5	0,7	16	29	15	20	15,7	4,2	53	52,3	7,7
Le PORT	1,00	1,0	0,4	2	5	3	16	17,7	3,4	60	57,2	6,8
WOODIN	5,65	3,2	0,9	250	326	295	73	52,1	8,3	126	103,6	11,3
IORO	0,96	1,6	0,5	170	163	92	43	44,9	6,7	94	90,3	11,6
IONONTEA	3,48	2,2	0,4	527	399	189	66	51,0	7,3	125	109,4	14,2
B. CHB	2,91	2,3	0,5	275	259	139	66	49,2	6,4	117	102,1	9,0
PUKA	1,15	1,3	0,5	57	37	19	31	28,2	2,8	88	79,9	10,8
Bancs KIE	2,35	2,4	0,5	40	179	102	52	42,6	4,8	114	93,1	12,4
TOEMO	1,04	1,7	0,3	19	84	25	53	46,2	5,4	111	98,2	10,2
UGO	2,82	2,1	0,5	20	75	49	31	30,0	3,2	87	81,2	5,9
Moyenne	2,31		1,4	126		166	43,2		20,1	95,5		25,4

L'ichtyologue qui a effectué ces missions de surveillance sous -marines depuis 2008 a aussi effectué un classement des stations à partir des données « poissons » qu'il bancarise depuis 2007. Pour cela il donne une cotation selon la biomasse (g/m²), la densité (nombre d'individus /m²) et la biodiversité qu'il a enregistré sur chaque transect et sur chaque station, pour en formuler un INDICE IAS – Indice Annuel par Station).

La démarche méthodologique est expliquée dans le rapport intégral en annexe de ce bilan, en voici les conclusions pour AVRIL 2017 comparées à celles de 2015, avec un rappel des missions antérieures.

Tableau 22 : Classement des stations (A) à partir des paramètres « poissons » évalués en AVRIL 2017 en comparaison avec la mission précédente 2016

A - Stations	Classement des Stations					
	D	B	BxI	note	Rangs	
					2017a	2016b
CASY	6	2	3	3,50	9	9
CREEK	2	3	2	2,25	10	10
PORT	3	1	1	1,50	11	11
WOODIN	11	9	11	10,50	1	2
IORO	1	8	6	5,25	7	5
IONONTEA	10	11	9	9,75	2	3
B. CHBEY	9	10	10	9,75	2	1
PUKA	4	7	4	4,75	8	8
Banc KIE	7	6	7	6,75	4	4
Ilot KIE						
TOEMO	5	4	8	6,25	5	6
UGO	8	5	5	5,75	6	7

Pour plus d'information cf. le rapport intégral de l'ichtyologue en annexe de ce rapport

3.2.3.4. Analyse de l'évolution temporelle au cours des années de suivis, depuis 2007

La seconde moitié du rapport intégral des suivis semestriels est consacrée à l'étude des variations temporelles, grâce à l'historique du suivi des stations depuis 2007. Cela répond au cahier des charges du plan de suivi réglementaire. Seuls quelques indicateurs sont rapportés ici, le document intégral se trouve en annexe du présent rapport.


- Toute modification d'un paramètre supérieure aux variations saisonnières (– qui se dessinent de plus en plus clairement au fur et à mesure des campagnes –) et aux biais méthodologiques est systématiquement approfondie par les experts et elle est notifiée dans leur rapport.
- Une corrélation avec les résultats du suivi physico-chimique de la qualité de l'eau et des sédiments est effectuée et en cas d'une incohérence une analyse approfondie est conduite par les experts.
- L'externalisation des missions de suivi du milieu marin permet aux experts de conclure selon leurs analyses raisonnées et Vale NC ne fait que relever leurs conclusions dans le présent rapport.
- Si une variation significative apparaît lors d'une mission d'évaluation, une nouvelle mission supplémentaire est conduite afin d'effectuer un suivi approfondi des paramètres suspectés d'avoir variés, dans le but de confirmer ou infirmer la modification et d'en rechercher les causes. (Exemple ; Station PUKA en 2013 et 2014)

➤ Le substrat (LIT fixes)

Pour suivre une évolution globale, il est impossible de suivre l'évolution de 28 items, sans trop alourdir les bilans. L'audit INERIS/IFRMER conseille par ailleurs de diminuer ce nombre d'item en regroupant certains. Il a été comparé les résultats (en pourcentage de recouvrement) des deux compartiments :

- **BIOTIQUE** (en deux groupes : les coraux Scléactiniaires et les autres organismes vivants, rangés sous le terme de « Macrophytes et invertébrés ») et des fonds
- **ABIOTIQUE** (non vivants : vase, roches, sable...).

On peut aussi suivre 2 compartiments : **CORAIL DUR VIVANT / AUTRES** composantes.

Au niveau des zones de fond de baie ce sont les compartiments **VASE / AUTRES** composantes qui sont suivis avec attention, notamment au port. 

Il est nécessaire de pondérer cette approche binaire qui présente des biais : en effet ce ratio peut varier de façon significative (>20%) alors qu'il s'agit d'un cycle de déplacement d'un banc de sable même minime (sur les transects inférieurs) ou du cycle de présence /absence de tuf algal sur des débris coralliens. (Avec turf : biotique/ sans turf : abiotique).

Pour ce qui est du recouvrement en scléactiniaires

Pour cette mission, la moyenne des variations du recouvrement en scléactiniaires par rapport à la mission précédente (novembre 2016) est un gain de + 1.7%. Cela contrebalance les pertes enregistrées en 2016 (-1.4% en avril et -0.6% en novembre) et prouve la résilience des récifs de la zone d'étude à cette période de blanchissement corallien intense dans tout le Pacifique Sud



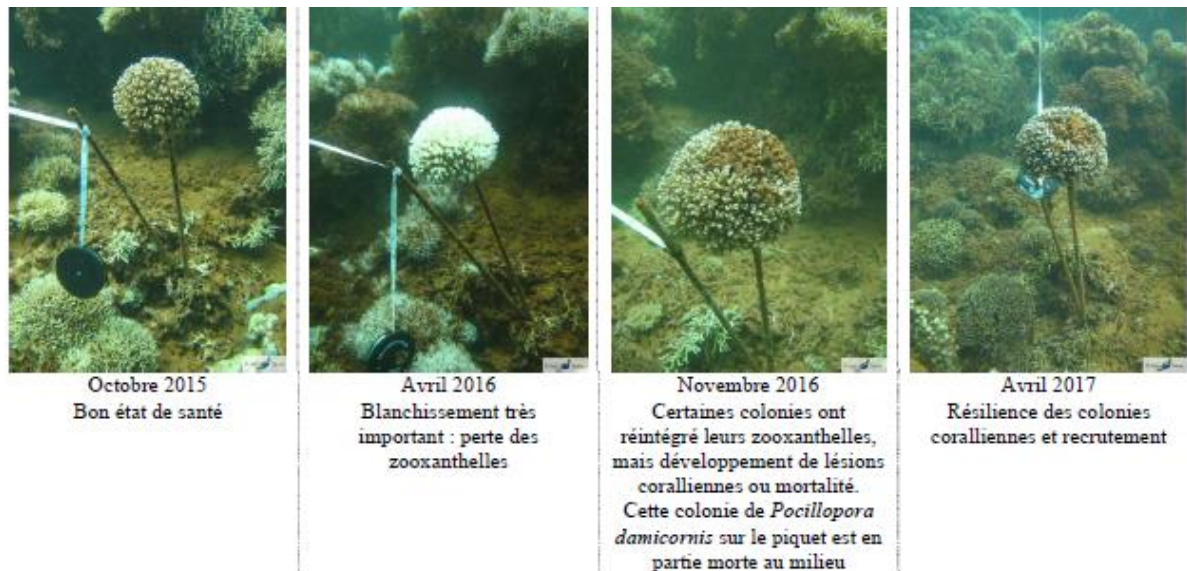
- Il y a une « explosion » positive (+ 22%) en ST04A (Woodin), ce qui ramène le taux de corail « dur » à celui d'octobre 2015, avant le blanchissement de 2016. La reconstruction du récif serait effective en une année : la mortalité de 2016 (Blanchissement général des coraux du Pacifique Sud du à « El Niño ») n'est plus apparente en avril 2017.
- Le transect haut de la ST02 (Creek baie nord) gagne 1% et n'est donc pas encore « totalement remis » de la mortalité enregistrée en avril 2016. Par contre, le transect moyen (B) gagne 11%, ce qui rattrape la baisse de 2016.
- **Forte hausse à Ioro (ST05) : + 10.5% et + 6.5% respectivement pour les 2 transects. Ioro étant une station dite « relativement proche » de la zone de rejet du diffuseur, ce fait est à noter.**



- A contrario, le transect haut de ST08 (Puka) a encore perdu -2%. Il est à surveiller.

En avril 2017, malgré les précipitations induites par le cyclone Cook, aucun blanchissement massif des récifs n'a été enregistré lors de ce suivi. Cependant, les colonies coralliennes sont fragilisées dans les niveaux bathymétriques supérieurs.

Figure 51 : Colonie corallienne remarquable geo référencée et suivie au fil des missions

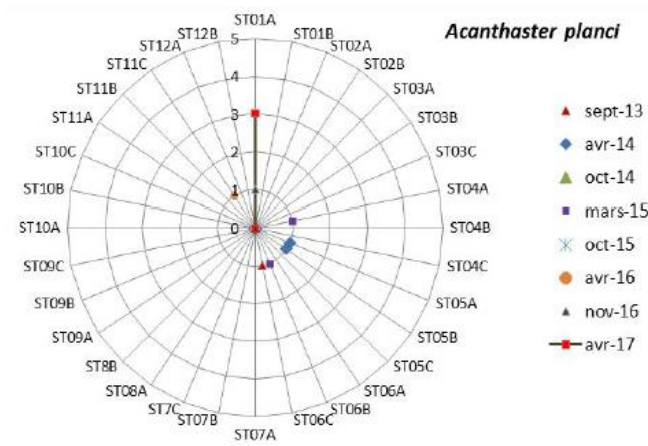


➤ **Le benthos (couloirs fixes)**

La présence de nombreuses espèces mobiles est un indicateur du bon fonctionnement de l'écosystème mais il est important de noter que l'absence ou la diminution d'abondance des espèces mobiles, d'une mission à une autre, n'est pas un indicateur de dégradation environnementale. Leur absence peut être momentanée et n'est pas synonyme de mortalité car leur mobilité leur permet de migrer hors du couloir d'inventaire pour rechercher de la nourriture ou un abri.

En avril 2017, une **prolifération d'*Acanthaster planci*** (12 spécimens / 100 m²) a été recensée en **ST01A (Ilot Casy)** et **uniquement sur cette station** (Hors influence Vale NC). Les colonies coralliennes mortes en place, sans polype, représentent 3.5 m². Depuis 2007 c'est la première fois que plus de 2 étoiles de mer dévoreuses du corail de cette espèce sont ainsi recensés sur toute la zone sud de suivi VNC.

Figure 52 : Abondance semi-quantitative d'*Acanthaster planci* (1 à 5) depuis septembre 2013



Sont suivis pareillement : **L'étoile de mer Culcita** qui en moindre mesure peut aussi s'attaquer aux coraux, les **mollusques corallivores Drupella**, les **Cycnobactéries** et les **Clones** (éponges incrustantes *Cliona orientalis* et *Cliona julliinei* sont susceptibles de bénéficier des phases de dégradation corallienne pour se développer); ainsi que **les algues**. (Cf. rapport intégral en annexe).

En avril 2017, aucun *Drupella cornus* n'a été observé dans l'ensemble du réseau du suivi. Aucune prolifération n'a été observée (sauf ce cas AVRIL-2017 d'Acanthaster).

➤ **Les poissons : ichtyo faune**

Le chapitre 6.3 du rapport intégral (en annexe 3 de ce document) est consacré à une étude approfondie des populations de poissons 2017 comparés aux années précédentes. Elle est due au professeur universitaire Claude Chauvet (ACREM), ichtyologue.

Il assure en supplément des exigences règlementaires une analyse statistique, notamment sur la biodiversité des poissons sur inventaire exhaustif des poissons observés, dans le but d'affiner la méthodologie et de « tirer la sonnette d'alarme » au plus tôt en cas de modification des populations. Il va donc au-delà du cahier des charges demandé (qui est bien rempli en intégralité, sur liste restreinte imposée).

Ces chapitres et les réflexions du professeur Claude Chauvet sont maintenus car l'industriel ne se permet pas de « censurer » les analyses des experts externes et ces réflexions ne peuvent qu'approfondir la qualité et la rigueur du suivi, avec une base de données exhaustive qui peut être utile dans le futur.



Figure 53 : Poissons : EVLUTION TEMPORELLE : Moyennes des paramètres étudiés (calculées sur l'ensemble des stations et mission après mission)

DENSITE en individus de poissons listés sur la liste restreinte par m²

BIODIVERSITE n°1 (liste retreinte imposée par le cahier des charges donc peu représentative)

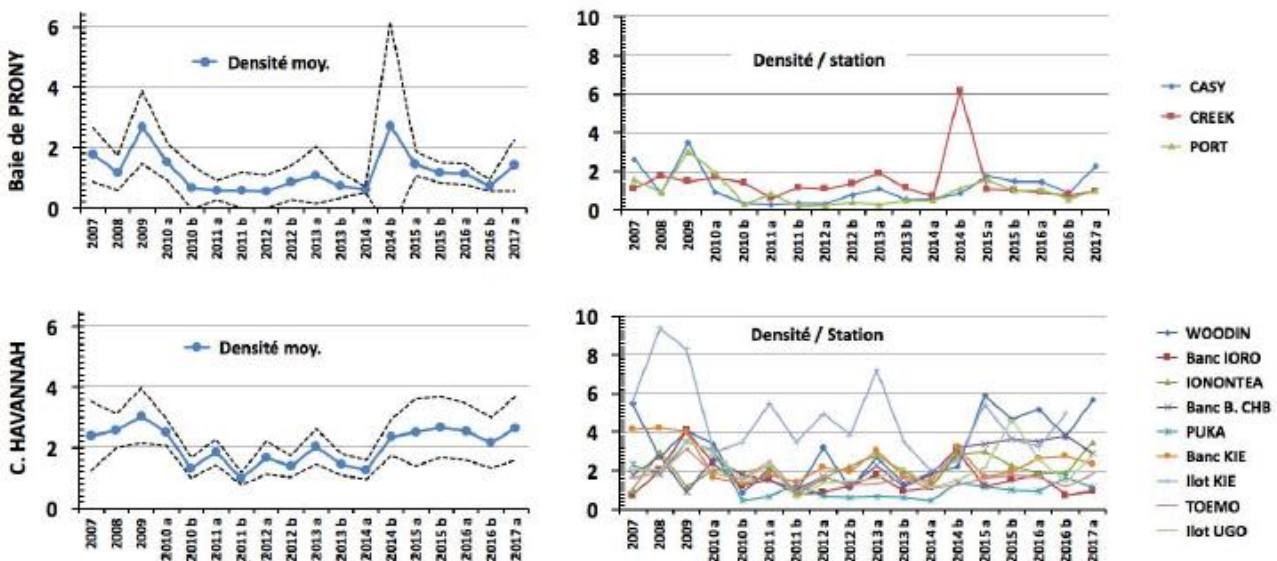
La portée informative de cette liste volontairement limitée sur des espèces cibles est bien sûr très limitée et ne représente pas une réelle biodiversité.

BIOMASSE en gramme de poissons listés sur la liste restreinte par m²

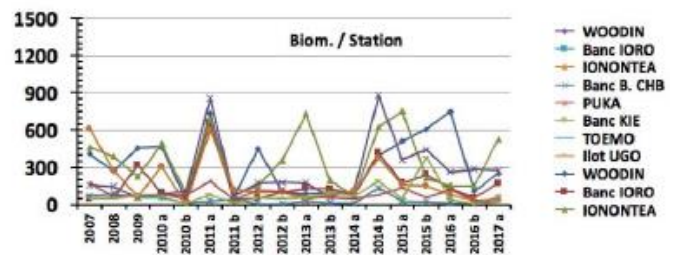
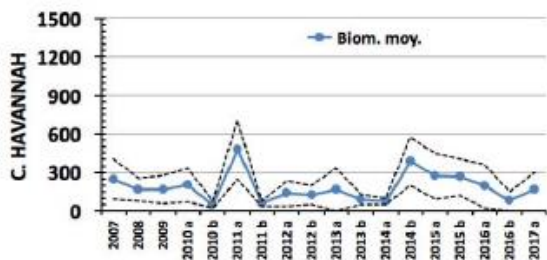
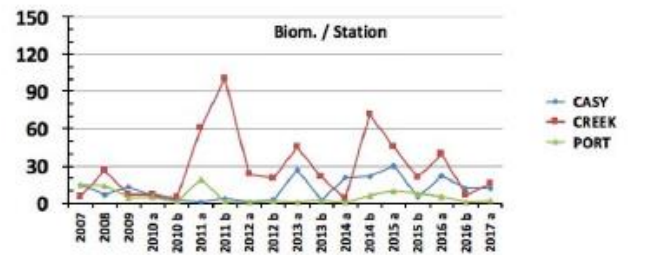
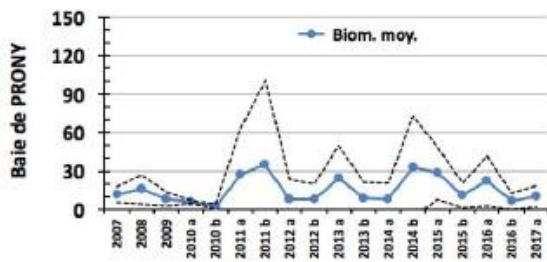
Rappel : la Biomasse s'exprime en grammes de poissons/m² par transect et selon la liste restreinte, les coefficients de Kulbicki sont utilisés pour transformer la taille des individus observés en poids (selon la méthodologie règlementaire 2006 et CCB).

Figure 54 : Poissons : Moyennes des paramètres étudiés (calculées sur l'ensemble des stations par année, mission après mission depuis 2007)

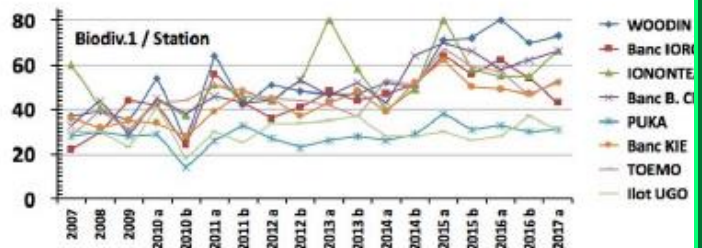
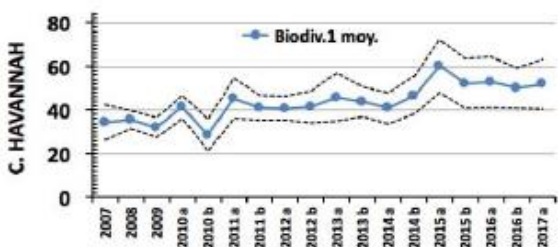
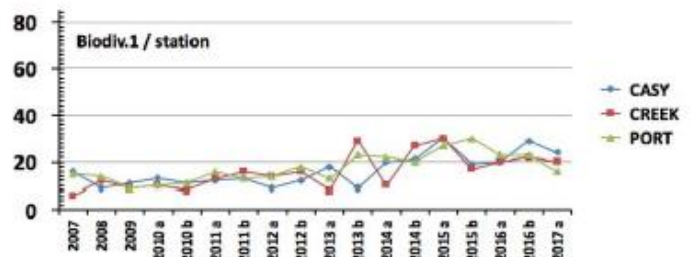
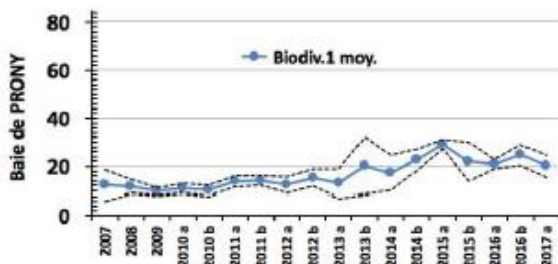
DENSITE (selon les exigences du plan de suivi et donc sur liste restreinte)



BIOMASSE (selon les exigences du plan de suivi)



BIODIVERSITE 1 (Selon les exigences du plan de suivi)



Les stations de la Baie de Prony sont peuplées de nombreux juvéniles. Au niveau des transects, la station du Port (St03) ne présente d'ailleurs que des juvéniles. Ce caractère renforce les différences entre les stations de Prony et celles du Canal de la Havannah.

Méthodes de calculs et analyses complètes dans le rapport intégral en annexe

Figure 55 : Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station.

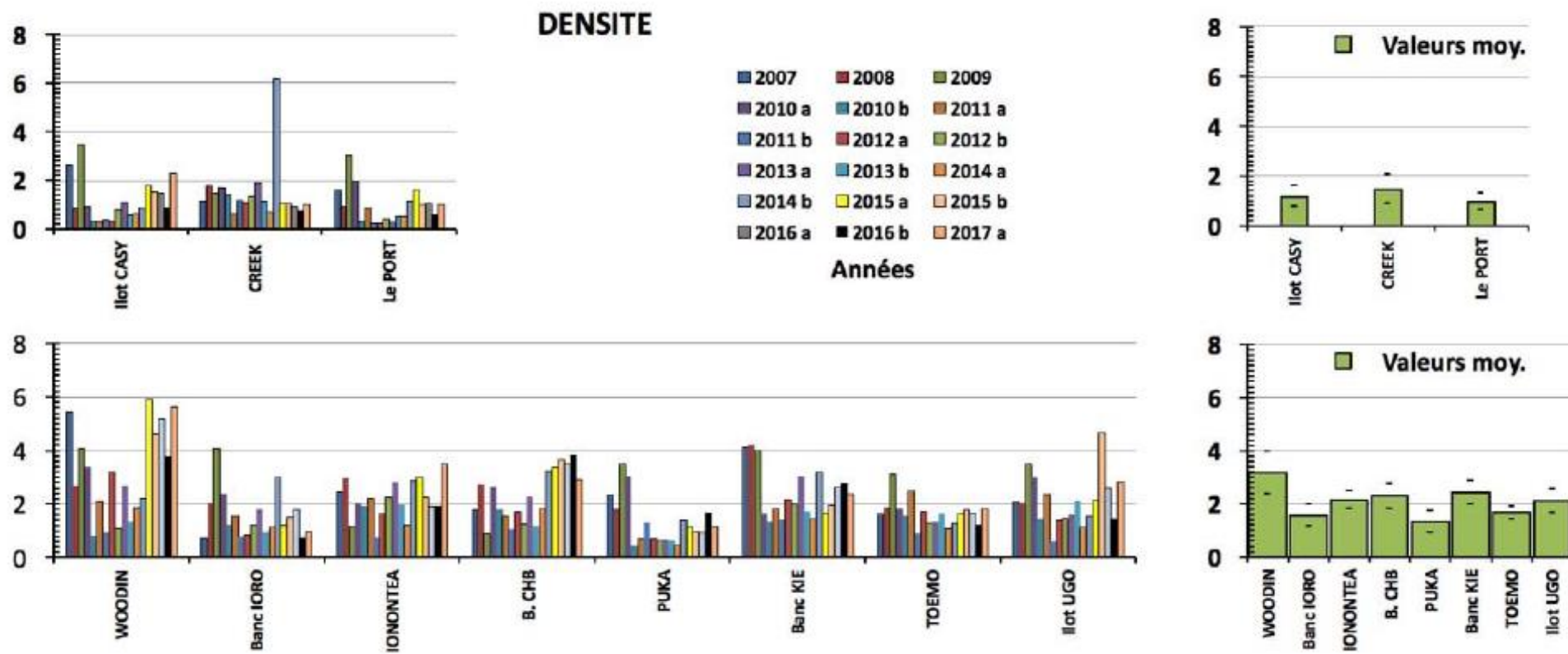


Figure 56 : Evolution des biomasses ichthyologiques moyennes depuis 2007, par station.

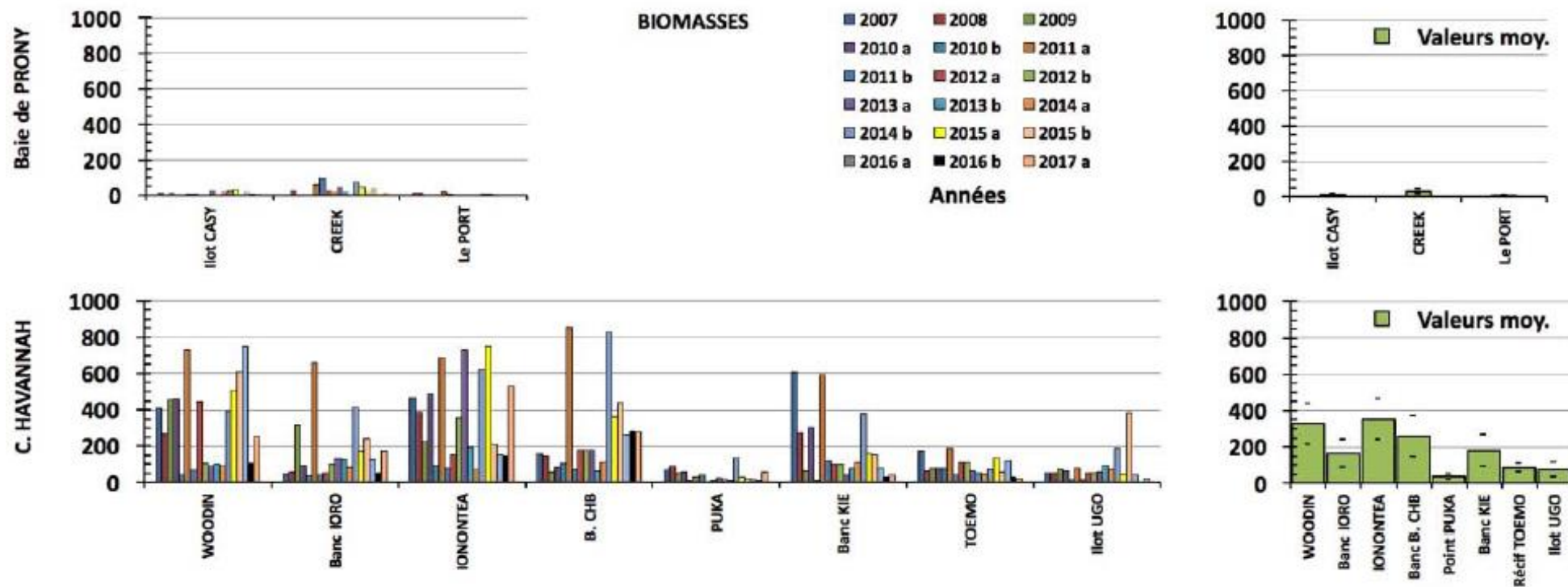


Figure 57 : Evolution des biodiversités (selon la liste restreinte imposée) ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station.

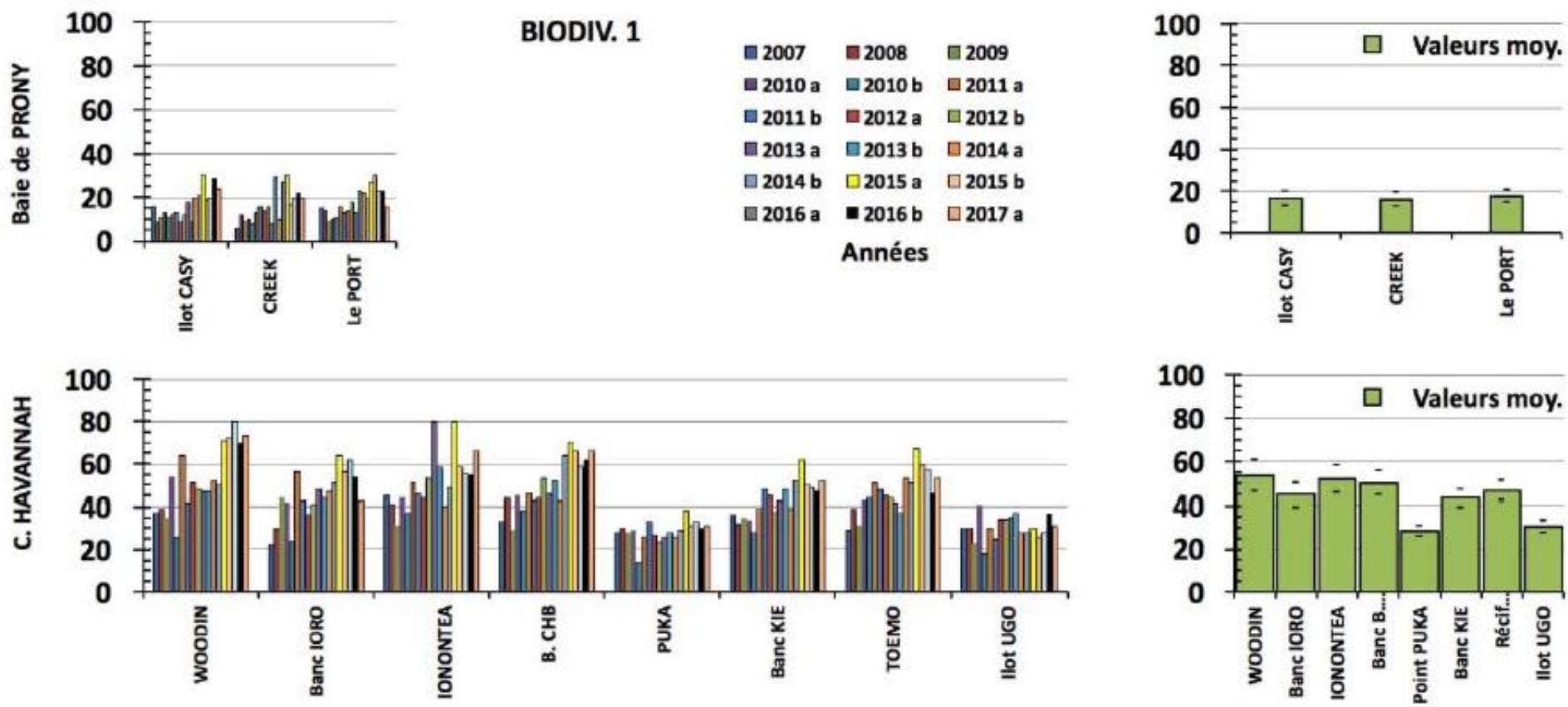
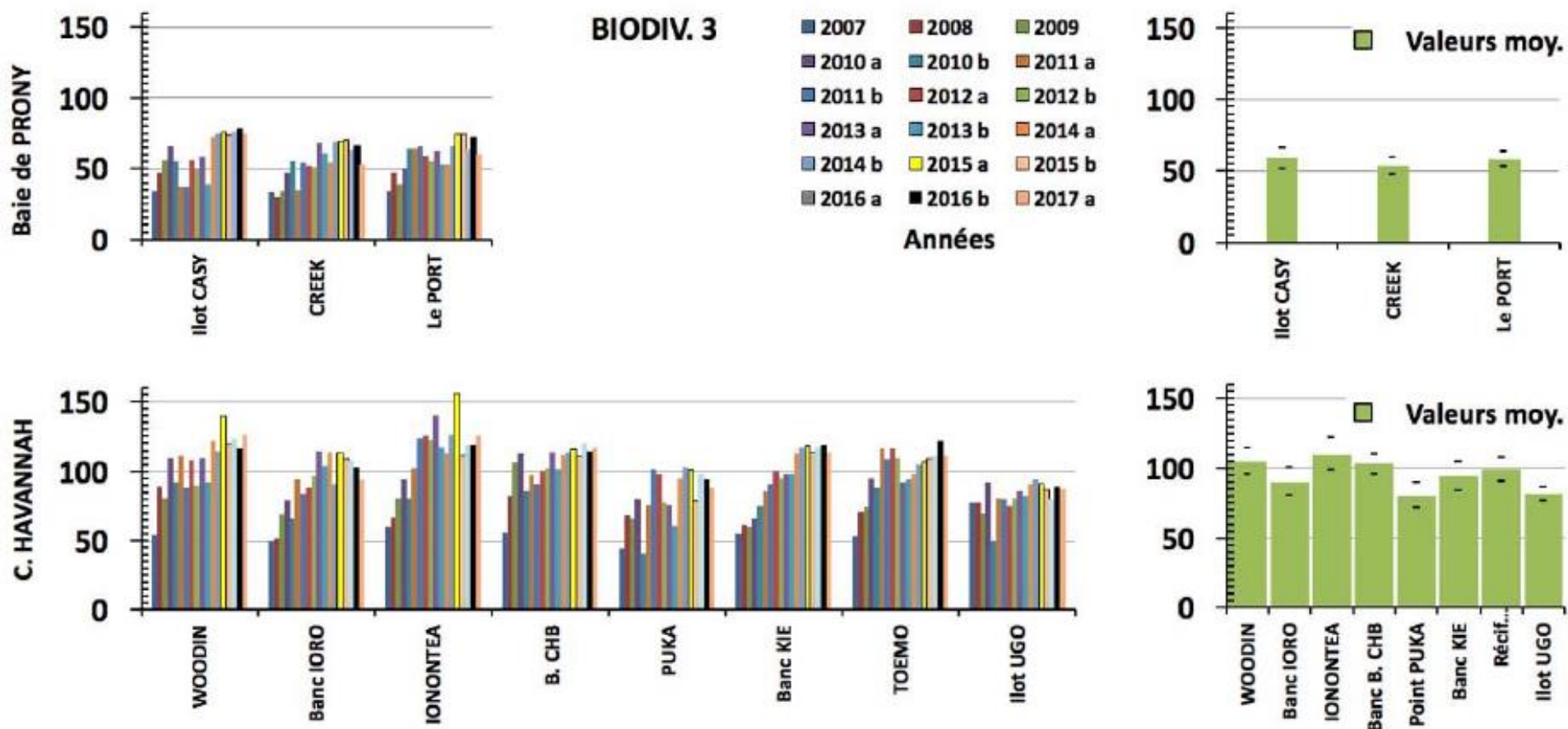


Figure 58 : Evolution des biodiversités 3 (totale) ichthyologiques moyennes depuis 2007, par station.



Rappel : Ionontenea et loro sont les récifs les plus proche de la zone de rejet de l'effluent traité

Conclusion sur le domaine ichtyologique :

Quantitativement, le nombre d'espèces / famille / station change peu d'une mission à l'autre. Mais qualitativement, les espèces présentes changent, se relayant d'une mission à l'autre sur une même station. Ceci, notamment pour les familles très diversifiées comme les Labridés, Scaridés, Acanthuridés, etc.

L'examen des listes d'espèces montre que :

- Près de 300 espèces sont vues à chaque mission sur l'ensemble des stations et le peuplement total inventorié depuis 2007 approche les 700 espèces.
- L'ubiquité spatiale des espèces entre stations est faible. Moins de 10% des espèces se retrouvent aux différentes stations au cours d'une même mission.
- L'ubiquité temporelle des espèces (entre missions sur une même station) est également faible. Seules 14% des espèces peuvent être qualifiées de sédentaires, c'est-à-dire qu'elles sont vues au moins lors de 11 missions sur les 18 réalisées, alors que plus de 50% des espèces ont été vues au plus 4 fois. Certaines espèces peuvent disparaître d'une station durant plusieurs années et revenir ensuite et certaines n'ont même été vues qu'une seule fois depuis 2007.

Le peuplement de poissons peut être considéré comme stable depuis 2007. Sa note (sur 12) a fluctué entre 6 et 9 depuis cette date, avec une exceptionnelle valeur basse de 4 en octobre 2010 et une exceptionnelle valeur haute de 11 en mars 2015.

Selon le calcul de l'IGA, le peuplement de poissons d'avril 2017 a la note de 8 sur 12. Pour cette mission, la qualité du milieu marin, jugée à travers le peuplement de poissons, est bonne.



Tableau 23 : Cotation des 12 stations évaluées d'un point de vue ichtyologique (Poissons) selon un Indice IAS



Stations		Cotations			IAS	Rappels des IAS précédents									
		Dens.	Biom.	Ba.1	2017a	2016b	2016a	2015b	2015a	2014b	2014a	2013b	2013a	2012b	2012a
Surveillance du diffuseur Sortie baie Kwé et Baie Port Boisé	CASY	4	2	3	3,00	3,00	3,50	2,50	3,75	2,75	3,25	1,75	3,25	1,75	1,50
	CREEK	2	2	3	2,50	2,25	3,50	2,25	3,50	3,50	1,25	3,50	3,00	2,75	3,00
	PORT	2	1	3	2,25	2,25	3,00	2,25	3,00	2,50	2,75	2,75	2,00	2,50	1,95
	WOODIN	4	3	4	3,75	3,50	4,00	4,00	4,00	3,50	2,75	3,50	3,00	3,50	3,50
	IORO	1	2	3	2,25	2,00	3,00	3,25	3,00	4,00	2,75	2,75	3,00	2,50	2,50
	IONONTEA	4	4	4	4,00	3,00	3,00	3,50	4,00	3,75	2,75	3,00	3,75	3,50	3,50
	B. CHB	3	3	4	3,50	3,75	4,00	4,00	3,75	4,00	3,00	3,75	3,25	3,25	3,00
	PUKA	2	1	3	2,25	2,25	2,00	2,00	2,25	3,00	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75
	Bancs KIE	3	1	3	2,50	2,50	3,00	3,00	3,00	3,75	2,50	2,75	3,25	3,00	3,00
	Ilot KIE				Ind.	3,50	3,75	4,00	4,00	3,50	3,50	4,00	3,75	4,00	4,00
	TOEMO	2	1	3	2,25	2,25	3,00	2,75	3,00	2,75	2,75	2,25	2,75	3,00	3,00
	UGO	3	2	3	2,75	2,25	2,00	2,75	2,00	2,00	1,75	2,50	2,25	1,75	2,00

Ce type d'indicateur IAS -poissons doit être couplé aux autres indicateurs biologiques et physico chimiques, avant de conclure sur une tendance de « santé » d'une zone, le chapitre conclusif final effectue cette analyse.

Les spécialistes des indicateurs biologiques : poissons, algues, benthos et coraux, s'associent aux spécialistes des indicateurs physico-chimiques lors des analyses finales d'évaluation, dans un but de prise en compte globale et synthétique partagée de l'état du lagon et de l'évolution des pressions sur celui-ci.

3.2.4. L'herbier

Cet herbier situé en baie Kwé avait été mentionné dans les années 1995, puis déclaré comme « non retrouvé » lors des états initiaux, puis à nouveau signalé en 2010 et inventorié de façon précise sur demande de Vale NC en 2014. Des variations saisonnières ou cycliques de sa surface et de sa composition peuvent être supposées.

Lors des observations réalisées en 2014, cet herbier est apparu séparé en 2 herbiers relativement similaires et situés à l'Est et à l'Ouest du chenal d'entrée dans la baie Kwé, sur des fonds peu profonds (moins de 1 m d'eau), pareillement en 2017.

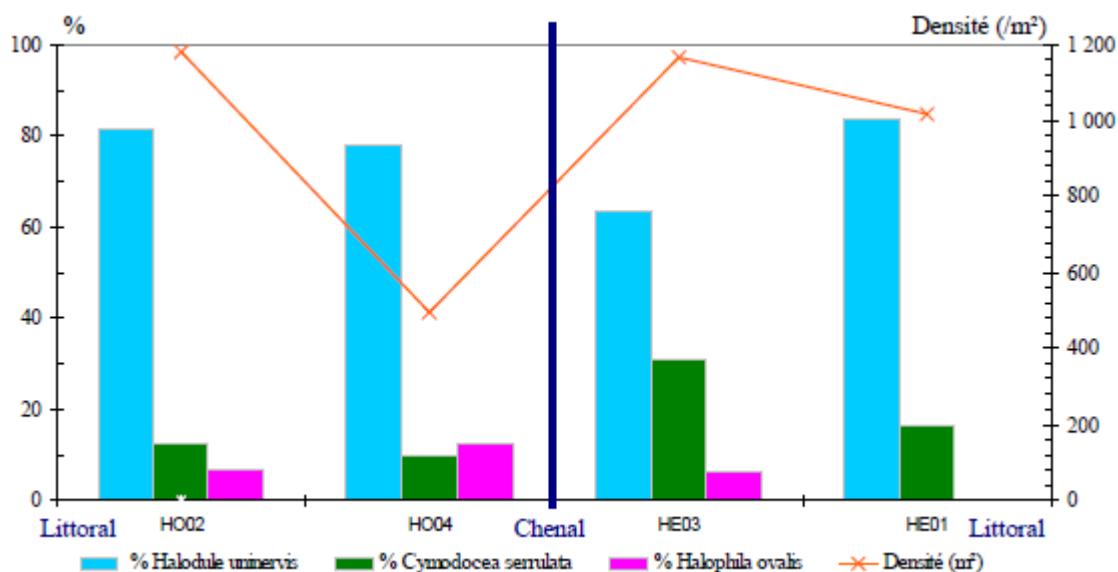
En 2014 ils étaient composés d'un assemblage de phanérogames dont les espèces étaient principalement *Cymodocea serrulata* (qui dominait nettement) et *Halodule uninervis*, puis dans une moindre mesure de *Syringodium isoetifolium* et quelques zones très diffuses et relativement rares de *Halophila ovalis*. En 2017 ils sont plus diversifiés grâce à *Halophila ovalis* mieux répartie.



Tableau 24 : Densités (m²) des phanérogames et répartition (%) de chaque espèce lors du suivi de AVRIL 2017

Station	DENSITE (m ²)				%			
	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>	<i>Halophila ovalis</i>	Totale	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>	<i>Halophila ovalis</i>	
Zone Ouest du chenal	HO02	972	136	72	1 181	81	12	7
	HO04	336	67	92	494	78	10	13
Zone Est du chenal	HE03	736	358	69	1 164	63	31	6
	HE01	811	206	0	1 017	84	16	0

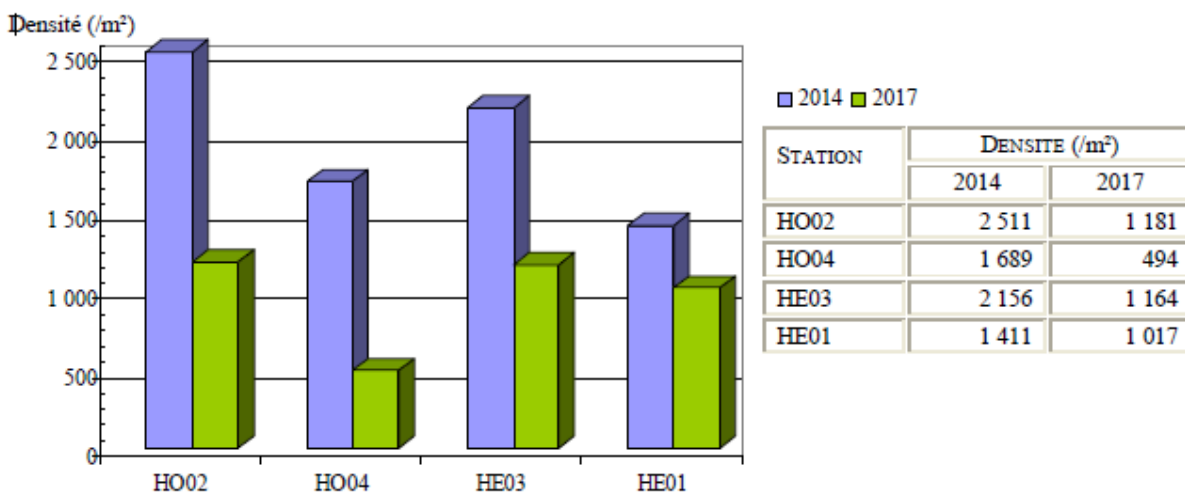
Figure 59 : Densité (m²) des phanérogames et répartition (%) de chaque espèce par station lors du suivi de AVRIL 2017



Les stations situées à l'Ouest du chenal (HO 02 et HO 04) sont relativement similaires à celles situées à l'Est du chenal (HE 03 et HE 01).

L'absence d'une telle formation de phanérogames en baie de Port Boisé (Témoins de la baie Kwé) ne permet pas de placer des stations témoins en baie de Port Boisé. D'autre part, la baie de Goro est une hydro-région très différente et elle n'est pas homologue à ces deux baies précédemment citées (comme le montrent les comparaisons spatiales des indicateurs physicochimiques grâce à la station physico chimique placée en baie de Goro). Un herbier en baie de Goro ne peut pas être témoins de celui de la baie Kwé. Pour cette raison, le suivi de stations HO situées à l'Ouest de la baie Kwé, et de stations HE, situées à l'Est, a été privilégié. Le panache de sortie des eaux de la rivière Kwé se dirige préférentiellement vers e Sud-Ouest et les stations Est peuvent être des témoins.

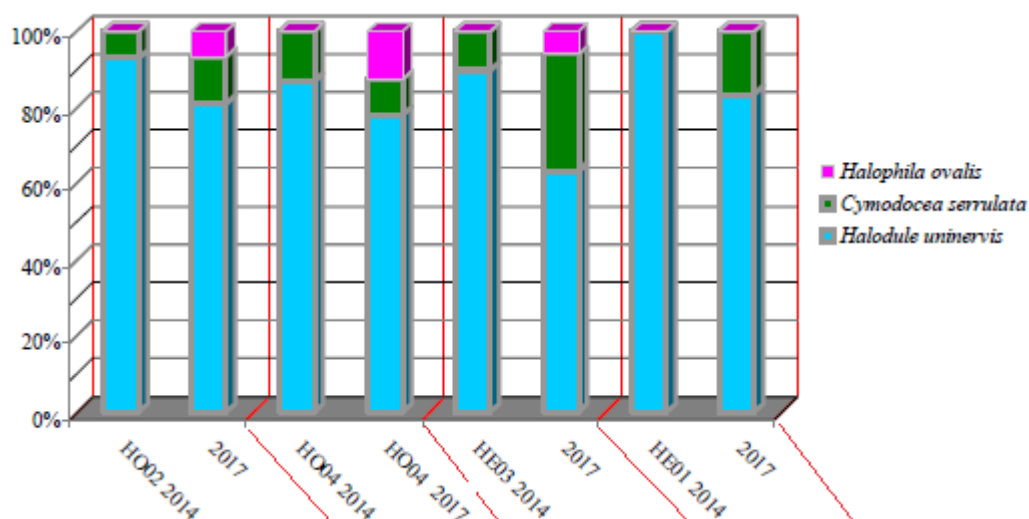
Tableau 25 : Densité (m^2) des phanérogames aux stations, pour les deux campagnes 2013 et 2017



Une baisse générale de la densité globale des phanérogames par rapport à l'état relevé en 2014 est observée sur toutes les stations pour ce suivi -2017, elle est particulièrement marquée pour la station HO 04. **Cependant il y a aussi une légère augmentation de la diversité** sur toutes les stations pour ce suivi -2017 (par rapport à l'état -2014), avec l'apparition de l'espèce : *Halophila ovalis* sur trois stations.

La répartition des espèces a varié comme le montre la figure suivante.

Figure 60 : Répartition (%) des phanérogames par espèce aux stations, pour les deux campagnes de suivi : 2014 et 2017



Aucune espèce exogène n'est observée.

Cette comparaison entre 2014 et 2017 pourrait laisser supposer une tendance évolutive négative entraînant une moindre densité des herbiers aussi bien à l'Ouest du chenal (zone qui perçoit les panaches sédimentaires issus de la rivière Kwé de façon intense) qu'à l'Est du chenal (zone relativement épargnée par les panaches sédimentaires), il faut cependant émettre une réserve quant à cette conclusion du fait que ces herbiers présentent des variabilités assez grandes sur de petites surfaces et donc les 4 quadrats à chaque station en 2017 ne représentent pas exactement le même milieu que celui échantillonné de façon plus vaste en 2014. Il est aussi supposé une variabilité naturelle forte de la surface de cet herbier qui est mentionné puis n'a plus été mentionné selon les biologistes évaluateurs des états initiaux.

Le suivi de l'herbier est devenu réglementaire grâce à l'arrêté AEM-2016 et grâce à la mise en place d'une méthodologie de suivi, les connaissances quant à sa variabilité, sa composition et sa surface vont permettre de quantifier son évolution lors des suivis suivants, deux missions ne peuvent pas suffire pour une conclusion significative.

3.2.5. Suivi des flux sédimentaires

L'étude consiste au suivi temporel des densités de flux verticaux afin d'estimer les apports métalliques véhiculés par les particules fines au niveau de la baie Kwé, du diffuseur marin et de la Rade Nord. Des mouillages de lignes équipées de pièges à sédiments séquentiels (automatisation) ont été réalisés.

Les principaux résultats montrent qu'en saison chaude comme en saison fraîche, la distribution des MES dans les eaux de la Baie Kwé, en Rade Nord et dans le Canal de la Havannah, est grandement régie par les conditions météorologiques, notamment :

- la pluviométrie ;
- les régimes de vents qui conditionnent le panache d'apport terrigène en Rade Nord et l'action mécanique de la houle en Baie Kwé ainsi que dans le Canal Havannah.

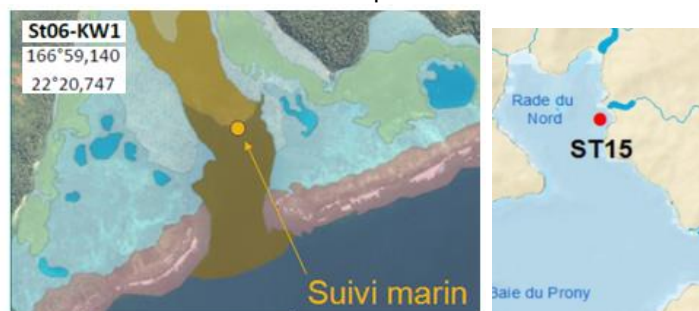
L'importance des vents avait été sous-estimée mais la synthèse des suivis en a démontré l'ampleur.

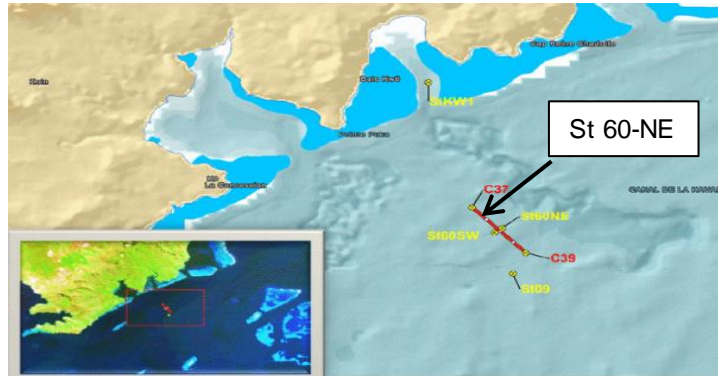
Les flux sédimentaires sont suivis à 60 mètres du diffuseur (représenté par un trait rouge sur cette carte schématique) sur St60NE, dans le chenal d'entrée en baie de la Kwé (StKW1) et en baie de Prony sur St 15.

Le point St09 quant à lui est une station de suivi de la qualité physico chimique de l'eau.

Figure 61 : Rappel de la position des stations d'études des flux sédimentaires

En baie du Prony (St 15 proche embouchure creek Baie Nord) et dans le canal de la Havannah sur St60NE. En baie Kwé le point suivi est StKW1





➤ **Pour les campagnes 2017**

S1/2017: Les opérations du premier semestre :

- Immersion : 14/04/2017
- Récupération : 01/06/2017

12 fois 4 jours = 48 jours de prélèvements pour chaque campagne

➤ **Synthèse des résultats**

Analyses en cours, elles seront données dans le rapport annuel 201.

3.2.6. Suivi spécifique dédié au port de Prony (St16)- Qualité de l'eau et sédiments

La station St16 du port de Prony est suivie de façon réglementaire via plusieurs familles d'indicateurs :

- **La structure et la qualité de l'eau:** 4 fois/ an (*pH, concentrations en métaux dissous, hydrocarbures...*)
- **Les sédiments:** 1 fois/an.
- **Les écosystèmes :** La station de suivi des écosystèmes coralliens et biotes associés est suivie de façon semestrielle (Cf. chapitre 3.2.3 et les suivis de la station ST 03).

Figure 62: Position des stations suivies au port de Prony

ST03 station éco- systémique. **St16** : stations physico chimie de l'eau et des sédiments

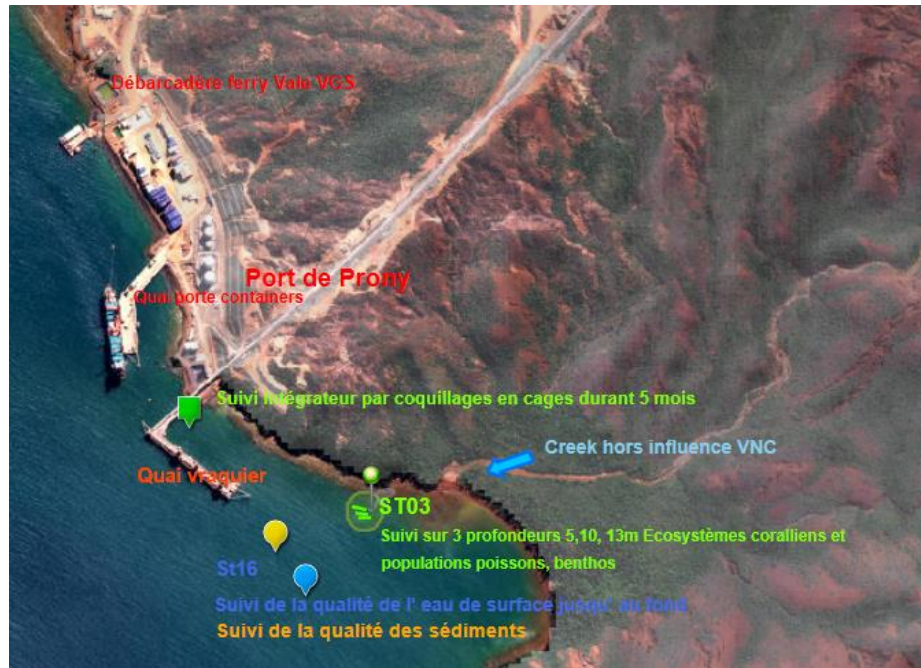
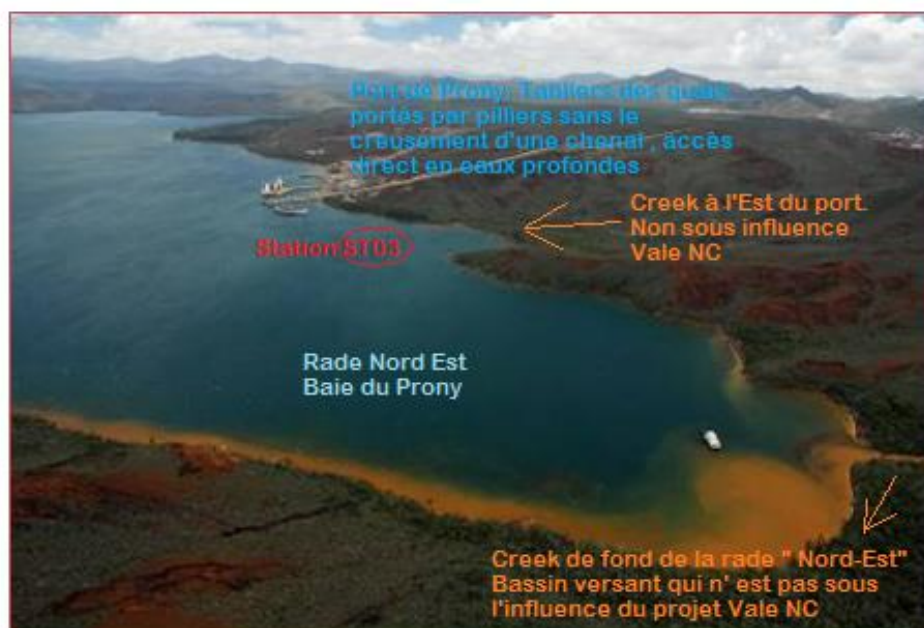


Figure 63 : Photographie du port de Prony après un épisode pluvieux



► **Rappel : Travaux de nettoyage et de récolte du Calcaire/charbon/soufre à l'aplomb du quai vraquier (2015)**

Ce travail de nettoyage du fond à l'aplomb du quasi (tablier sur pilotis) vraquier a été achevé en 2015. Les états des lieux des écosystèmes (corail, benthos, poissons) et de la qualité de l'eau, à l'aplomb du quasi vraquier et aux alentours, ont été conduits au temps t_0 (avant les travaux), ils se sont poursuivis au temps t_1 (pendant les travaux) et par la suite un bilan t_2 (après les travaux) a été effectué. Dans le cadre des opérations de prélèvements des chutes par succion des blocs et gravas, aucun impact n'a été mis en évidence, ni pendant les travaux de dragage, ni après. La turbidité qui a pu être observée pendant ces opérations est la conséquence d'événements naturels (précipitations atmosphériques).

Une nouvelle inspection est prévue en octobre 2017.

► **Compilation des suivis 2007 à 2017 au niveau du port de Prony.**

Durant le premier semestre 2017 il n'y a pas eu de pollution et les deux prélèvements d'eau de surface n'ont pas permis de quantifier des hydrocarbures.

Au niveau de la qualité de l'eau : bonne.

Au niveau de la station écosystémique ST03 : Elle est située proche de l'embouchure d'un creek non permanent. (Cf. photographie ci-dessus). Les données intégrales pour AVRIL 2017 sont en annexe.

Figure 64 : Evolution temporaire du % de vase sur le transcets de fond de la station ST03-Port de Prony

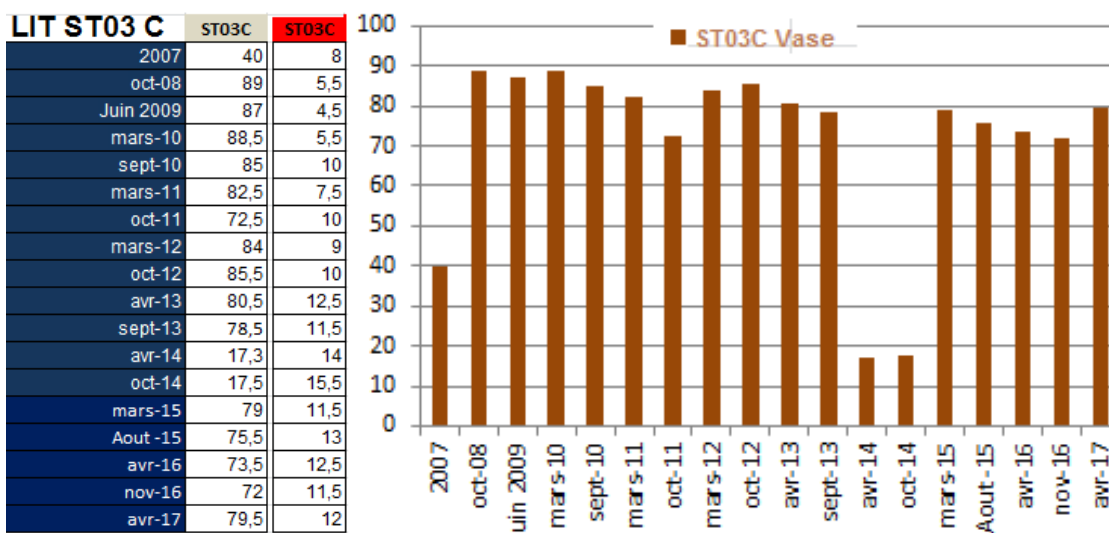
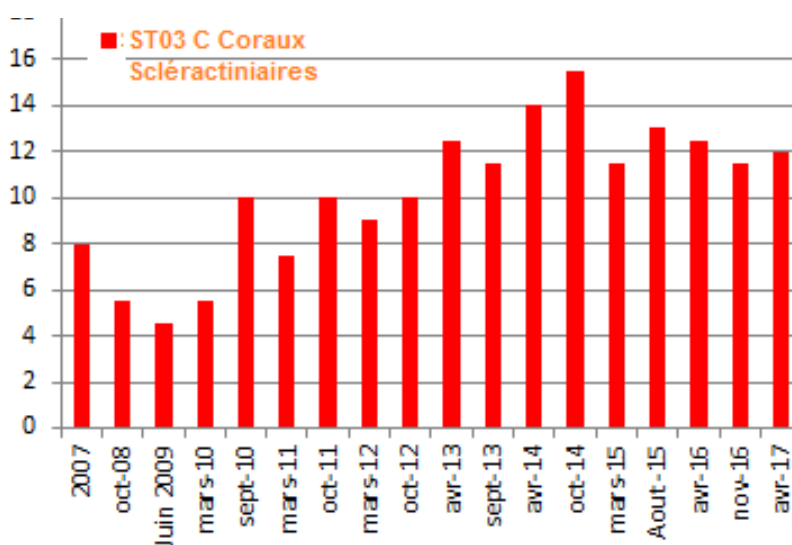


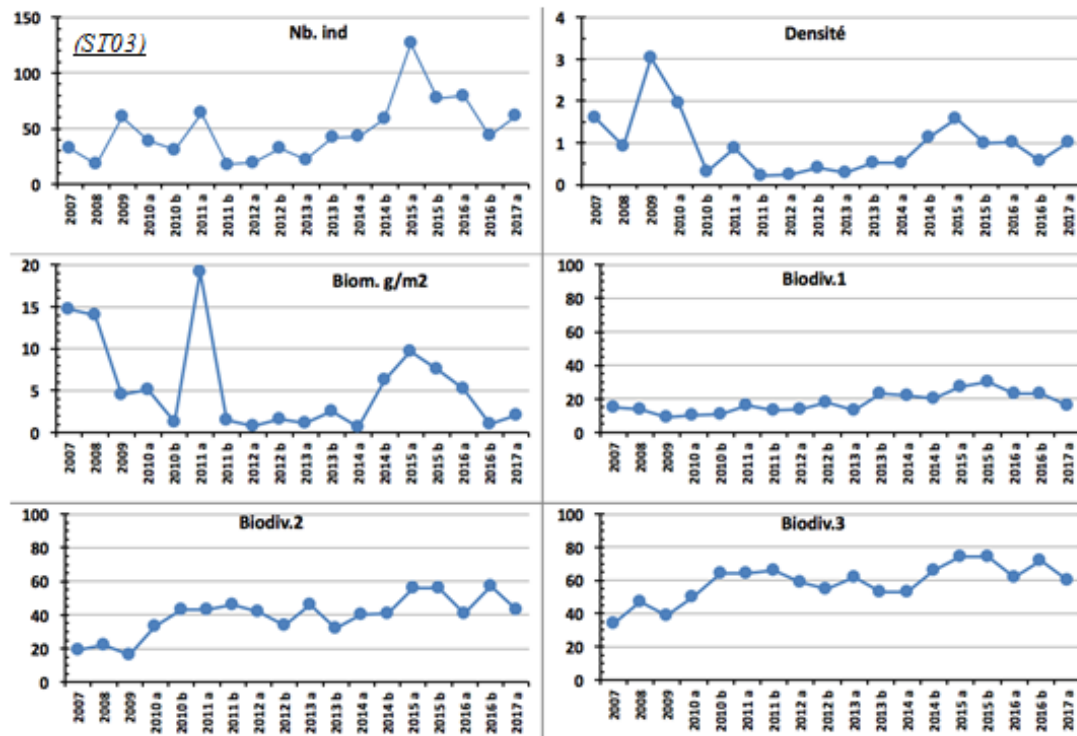
Figure 65 : Evolution temporaire du % de coraux durs (Scléactiniaires) sur le transects de fond de la station ST03-Port de Prony

AVRIL 2017 :

- Pas d'étoiles de mer *Acanthaster planci*
- Pas de blanchissement corallien
- Pas de cyanobactéries
- Au niveau des poissons : Ce sont tous des juvéniles.

Tableau 26 : Récapitulation des données ichtologiques au niveau de la Station ST03 du port de Prony depuis 2007.

Port ST03		Liste DENV					Toutes espèces	
		Transect TLV				Station		Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3	
2017 a	Transect A	69	1,15	2,21	9			
	Transect B	90	1,50	3,63	12			
	Transect C	25	0,36	0,30	3			
	Moy. ABC	61,33	1,00	2,05	16	43	60	
2016 b	Moy. ABC	43,67	0,57	1,06	23	57	72	
2016 a	Moy. ABC	79,00	1,02	5,25	23	41	63	
2015 b	Moy. ABC	77,33	0,99	7,54	30	56	74	
2015 a	Moy. ABC	124,33	1,56	9,21	27	48	74	
2014 b	Moy. ABC	58,67	1,12	6,24	20	41	66	
2014 a	Moy. ABC	43,00	0,52	0,62	22	40	53	
2013 b	Moy. ABC	42,00	0,51	2,54	23	32	53	
2013 a	Moy. ABC	22,00	0,28	1,14	13	46	62	
2012 b	Moy. ABC	32,33	0,41	1,62	18	34	55	
2012 a	Moy. ABC	19,33	0,24	0,80	14	42	59	
2011 b	Moy. ABC	17,67	0,22	1,50	13	46	66	
2011 a	Moy. ABC	64,00	0,86	19,13	16	43	64	
2010 b	Moy. ABC	31	0,31	1,26	11	43	64	
2010 a	Moy. ABC	39,00	1,95	5,13	10	33	50	
2009	Moy. ABC	60,66	3,03	4,55	9	16	39	
2008	Moy. ABC	18,33	0,92	14,05	14	22	47	
2007	Moy. ABC	32,30	1,59	14,73	15	19	34	

Figure 66 : Evolution des données ichtyologiques au niveau de ST03 du port de Prony 2007/2017



Les suivis au niveau du port seront synthétisés dans le rapport annuel qui lui est dédié.

3.2.7. Suivi des taux de sédimentation (triennal)

La dernière campagne de terrain a été réalisée en mars 2013 sur les 4 stations : St06 en baie Kwé, St 16 au port, St 15 en face le creek de la Baie Nord et St 13-3 près de l'île Ouen (Nord-Est de l'île Ouen), des carottes sédimentaires de 14 à 35 cm de profondeur ont été extraites afin de déterminer les taux d'accumulation dans l'aire d'influence du complexe Vale NC.



La fréquence est triennale. La campagne 2017 sera présentée dans le rapport annuel S2/2017.

3.2.8. Suivi de la qualité des sédiments (triennal)

Les dernières campagnes d'analyses de la qualité des sédiments ont eu lieu en 2012 et en 2015, ce suivi étant triennal (sauf au port où il est annuel), aucune campagne globale ne s'est déroulée en 2017 (les résultats les plus récents sont présentés dans le bilan annuel 2015). Au niveau du port, le bilan annuel 2017 précisera les résultats.

3.2.9. Evaluation et conséquences des incidents

Le premier semestre 2017 n'a pas donné lieu à des incidents ou pollutions en milieu marin.



3.2.10. Suivis supplémentaires DGT

Un réseau de dispositifs automatiques de suivi continu des concentrations en manganèse (et autres métaux) est mis en place en décembre 2016 dans le champ proche du diffuseur sous-marin de l'effluent traité.

Des capteurs DGT (*Diffusive Gel in Thin layer*) sont positionnés de part et d'autre du diffuseur (30 et 60 mètre) et captent les métaux dissous dans l'eau de mer profonde dans le panache de l'effluent : Mn, Co, Ni, Cr. Ils seront relevés tous les deux mois et les films accumulateurs seront traités en laboratoire en 2017, pour en déduire les concentrations moyennes en métaux durant le temps d'exposition. (Cf. figure et tableau suivants).

Cette surveillance supplémentaire est une exigence de l'arrêté n° 2767/2016 du 21 novembre 2016.

Figure 67 : Suivi en champ proche du diffuseur



Tableau 27 : Planning du suivi en champ proche du diffuseur 2017

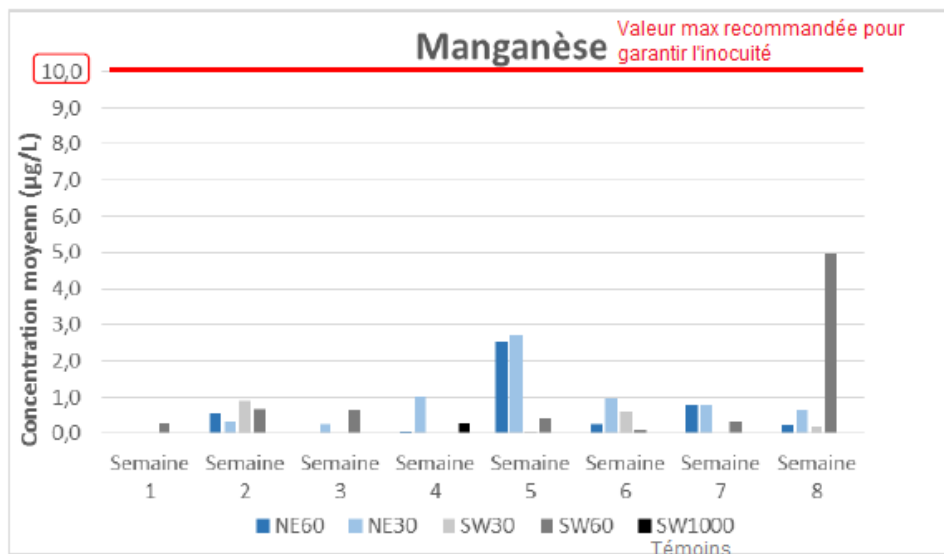
	Déc. 2016	Janv. 2017	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	sept	Oct.	Nov.	Déc. 2017
Mission n° 1-2016					R1								
Mission n°2-2017							R2						
Mission n°3-2018												R3	R
Suivi 2018	A déterminer en fonction des résultats et de la synthèse de fin 2017												

- **Exposition** des pastilles DGT : du 14/04/2016 au 09/06/2017.
- **Stations d'exposition** :
 - . ST60 SW. Elle est située à 60 mètres au Sud-Ouest du centre du diffuseur ;
 - . ST60 NW. C'est la station symétrique de la précédente mais au Nord- Ouest du diffuseur (l'autre coté) ;
 - . ST30 SW. Elle est située à 30 m au Sud-Ouest du centre du diffuseur et à 3 mètres au-dessus du fond ;
 - . ST30 NW. C'est la station symétrique de la précédente mais au Nord- Ouest du diffuseur (l'autre coté) ;
 - . ST 1000 SW. La station témoins est située à 1 km du diffuseur dans son Sud- Ouest.

Les 5 appareillages sont situés à 3 mètres au-dessus du fond du canal. Le dispositif est ainsi immobilisé dans une zone de concentration « immanquable » du panache de l'effluent bien étudiée auparavant par diverses missions de modélisations, traçages colorés et prélèvements en champ proche du diffuseur.

Résultats S1/2017 :

Figure 68 : Histogramme présentant les concentrations moyennes ($\mu\text{g/L}$) en manganèse pour chaque station selon la semaine du suivi. Les valeurs aberrantes étant exclues. La ligne rouge correspond à la valeur maximale recommandée afin de garantir l'innocuité sur l'environnement.



A 30 m et 60 m du diffuseur, à une profondeur de présence maximale du panache (- 30 m ou entre 3 et 5 m au-dessus de fond) et de part et d'autres du diffuseur : Les concentrations en Mn restent inférieures à la limite indicatrice donnée pour une protection maximale des espèces les plus fragiles du lagon (qui vivraient de façon chronique ou se nourriraient dans ce panache)

4. CONCLUSION

	Rapport finalisé et remis aux administrations de contrôle
	La mission est en cours et sera analysée dans le rapport de fin d'année

	Indicateurs conformes
	Indicateurs en tendance évolutive. Suivi renforcé.
	Alerte pour modification, pollution ou incident environnemental

Tableau 28 : Synthèse des résultats des missions de suivis du milieu marin S1/2017.

Suivi réglementaire S1/2017	Indicateurs	Premier semestre 2017	
Structure de la colonne d'eau de mer	Physique Chimique	Pas de non-conformité par rapport aux valeurs attendues, notamment sur les stations proches du rejet de l'effluent, au niveau du port de Prony et en baie Kwé.	
Qualité de l'eau et concentrations en métaux	Chimique	Pas de non-conformité par rapport aux valeurs attendues, notamment sur les stations proches du rejet de l'effluent, au niveau du port de Prony et en baie Kwé. Ceci malgré le passage du cyclone Cook et une forte pluviométrie lors de la mission de prélèvements des échantillons. Le suivi supplémentaire du Mn en champ proche du diffuseur ne révèle pas de non-conformité.	
Suivi des écosystèmes	Biologique Corail Benthos Poissons	Fin 2016 le blanchissement corallien (dû aux conditions climatiques exceptionnelles de déc.2015 et janv/fév. 2016) disparaît, laissant certaines colonies mortes, mais la phase de résilience est en cours. La résilience se poursuit début 2017. La biodiversité et l'ensemble des indicateurs des poissons sont bons à très bons sur toutes les stations et notamment dans le canal de la Havannah. Pas de bloom algal ou de cyanophycées, pas d'étoile de mer dévoreuse du corail sur les stations sous influence VNC. Conformité au niveau des stations qui entourent le rejet d'effluent, aucun stress n'est décelé. 12 étoiles de mer Acanthaster sont présentes sur la Station témoins de l'îlot Casy et sont à surveiller.	
Suivi du taux de sédimentation	Physique	Suivi triennal qui sera présenté dans le rapport annuel 2017	
Suivi de la qualité des sédiments	Chimique	Suivi triennal. Pas de mission en 2017.	
Suivi des flux sédimentaires	Physique Chimique	Le rapport annuel présentera les suivis des flux du premier et du second semestre.	
Suivi spécial de la zone portuaire	Physique Chimique Et sédiments	Pas de pollution (notamment sur les indicateurs portuaires tels qu'Hydrocarbures, Cu ou Zn). La station de suivi des écosystèmes est stable.	Rapport annuel

5. INTERPRETATION ET DISCUSSION

- En amont du suivi de la zone d'influence du diffuseur marin, la qualité de l'effluent traité doit être suivie en priorité. A cet égard, le suivi de la qualité de l'effluent fait l'objet de rapports « bilans-semestriels » et de rapports informatifs à plus haute fréquence dédiés aux autorités de contrôles et au CCCE. La surveillance de la conformité des rejets (et des non conformités) est corrélée avec le suivi du milieu récepteur (le lagon) qui en tient compte.

- **Fin 2016, le suivi est renforcé en champ très proche du diffuseur par la méthodologie des DGT.**

- Le recoupement de toutes les informations données par les paramètres analysés (ou observés) est cohérent, il démontre que le suivi des indicateurs est pertinent, cependant le retour d'expérience doit permettre une optimisation. Une expertise conduite par l'INERIS/IFREMER afin d'établir un bilan de 7 années de suivis marins et d'optimiser le plan au regard des acquis a été finalisée fin 2015.

- **En 2017 Vale NC peut proposer un plan de suivi optimisé.**

- L'ensemble des suivis montre que les conditions météorologiques extrêmes (cyclones et fortes dépressions tropicales) et les cycles « El Niño » sont les causes premières et cycliques des variations des paramètres, tous les indicateurs subissent plus ou moins leur influence (le corail et les invertébrés sessiles sont les plus sensibles, les poissons beaucoup moins). La cyclicité des effets des apports d'eau douce dans les baies côtières et les réponses des écosystèmes est de mieux en mieux connue. En 2014/2015 le blanchissement corallien est minimal et le niveau des indicateurs de stress est au plus bas. L'ichtyofaune est très abondante et diversifiée. Début 2016 le blanchissement corallien est élevé sur les *transects* supérieurs des stations des baies qui ont subi une hausse de la température en relation avec le phénomène « El Niño » qui affecte tout le Pacifique Sud, cependant les indicateurs « poissons » restent bons à très bons. **Fin 2016 et au premier semestre 2017 le phénomène de blanchissement est terminé, la résilience est en cours et un certain nombre de colonies des zones supérieures moins profondes sont mortes sans que la biodiversité ne soit affectée à ce stade.**

- Il n'y a pas eu de pollution ni d'affectation de cause anthropique du milieu marin au premier semestre 2017. **Au vue des états initiaux et des tendances évolutives, la qualité de l'eau est bonne. L'effluent marin n'a causé aucune modification sur le milieu environnant, comme attendu par les modélisations et l'ensemble des expertises antérieures.**

- La mise en commun de tous les indicateurs suivis est nécessaire. La qualité du milieu ne peut pas être décrite par un seul paramètre, une synthèse raisonnée de tous les indicateurs est indispensable. Un écosystème en bonne santé n'est pas pour autant dépourvu d'un stress sur un indicateur. L'extériorisation des suivis marins auprès d'experts reconnus qui travaillent en synergie garantit cette analyse globale.

- Une attention est portée aux éventuelles espèces exogènes ou envahissantes, des macro-biotes exogènes n'ont pas été observés. Il n'y a pas eu de bloom d'algues macrophytes ou de cyanophycées. *(La méthodologie de ce suivi volontariste n'est pas validée mais en l'absence de prise en considération des EEE marins en Nouvelle - Calédonie, c'est une observation supplémentaire qui se justifie).*

ANNEXE I

METHODOLOGIES

ANNEXE II

SUIVI ENVIRONNEMENTAL
STRUCTURE DE LA COLONNE D'EAU,
QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE
ET
CONCENTRATION
EN METAUX DISSOUS

ANNEXE III

SUIVI DE L'ETAT DES PEUPEMENTS RECIFEAUX ET DES ORGANISMES ASSOCIES EN BAIE DU PRONY ET CANAL DE LA HAVANNAH

ANNEXE IV

HERBIER DE LA BAIE KWE

ANNEXE V

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ACREM	Association Calédonienne de Recherche en Environnement
ANOVA	Analysis Of Variance", ou "Analyse de la Variance".
CCCE...	Comité Consultatif Coutumier Environnemental
CICS	Comité d'Information, de Concertation et de Surveillance
CNRT....	Centre National de Recherche Technologique
DENV	Direction de l'Environnement de la Province Sud
DIPMENC	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie
F0 95	Seuil de confiance choisi 5%, le choix du risque est de 5%, l'hypothèse est vérifiée à 95%
ICPE ...	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
INERIS	Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels
HO	Hypothèse O, ici hypothèse d'homogénéité, elle sera acceptée ou rejeté par le test statistique
LIT	Ligne Intercept Transect (ruban ou couloir formant une ligne de longueur donnée)
ONG	Organisations non gouvernementales
NE	Nord -est
NW	Nord -ouest
SE	Sud-est
ST	Station fixe de suivi des écosystèmes marins, matérialisée au fond de l'eau par des piquets
St	Point de prélèvement d'un échantillon d'eau de mer
SW	Sud-ouest
TLV	Transect à longueur variable
μ	0,000 001 ou micro

PARAMÈTRES

Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
CaCO3	Carbonates de calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone organique total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO5	Demande biologique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
F	Fluor

Fe	Fer
Fell	Fer II
HT	Hydrocarbures totaux
K	Potassium
Li	Lithium
MES	Matières en suspension
MEST	Matières en suspension totales
Mg	Magnésium
Mn	Manganèse
Mo	Molybdène
Na	Sodium
NB	Nota bene
NH3	Ammonium
Ni	Nickel
NO2	Nitrites
NO3	Nitrates
NT	Azote total
P	Phosphore
Pb	Plomb
pH	Potentiel hydrogène
PO4	Phosphates
S	Soufre
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
Si	Silice
SiO2	Oxyde de silicium
Sn	Etain
SO4	Sulfates
Sr	Strontium
T°	Température
TA	Titre alcalimétrique
TAC	Titre alcalimétrique complet
Te	Tellure
Th	Thorium
Ti	Titane
Tl	Thallium
U	Uranium
V	Vanadium
WJ	Wadjana
Zn	Zinc

