



ETAT DE REFERENCE DU MILIEU MARIN DU SITE DE THIO



AEL - LEA
17 juillet 2013

Nombre de pages : 24

	N/Ref	V/Ref	
Identification	121218-SL-01	BC229781	
Titre complet	Etat de référence du milieu marin du site de Thio		
Auteurs	S.Pluchino, B.Moreton, S.Kumar-Roine, H.Legrand, J.M Fernandez		
Résumé	L'objectif de ce rapport d'expertise est d'établir un état de référence sur la zone de Thio autour du wharf utilisé par la SLN pour le chargement du minéral. L'objectif est d'établir l'état physico-chimique des eaux et des sédiments échantillonnés sur trois stations dites d'impact et une station dite de référence. Ainsi que l'évaluation des contaminants métalliques et organiques accumulés dans les tissus de bivalves (<i>Isognomon isognomon</i>) par bio-surveillance passive. L'absence d'organismes sur le site n'a pas permis de répondre à la globalité de l'étude.		
APPROBATION			
FONCTION	NOMS	VISA	DATE
Rédacteur	Pluchino Stéphanie		15/07/2013
Vérificateur 1	Moreton Ben		15/07/2013
Vérificateur 2			
Approbateur(s)	Fernandez JM		15/07/2013
EVOLUTION			
VERSION	DESCRIPTION DES MISES A JOUR		DATE
V2.0	Rapport initial		17/07/2013
COPIE - DIFFUSION			
NOM	ORGANISME		
Claire NICOLAS	SLN/Direction de l'Environnement		

Ce rapport est cité comme suit :

S.PLUCHINO, B.MORETON, S.KUMAR-ROINE, H.LEGRAND, J.M FERNANDEZ, 2013. Etat de référence du milieu marin du site de Thio. Rapport AEL-121218-SL-01. Contrat SLN/AELn°BC229781, 24p.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
OBJECTIFS	6
METHODOLOGIE.....	7
A. ECHANTILLONNAGE.....	7
B. TECHNIQUES ANALYTIQUES.....	9
RESULTATS.....	10
A. STRUCTURE VERTICALE DE LA COLONNE D'EAU.....	10
B. PHYSICO-CHIMIE DES SEDIMENTS.....	14
Granulométrie	14
Teneurs en métaux.....	16
Carbonates	17
CONCLUSION	19
RÉFÉRENCES	20
LISTE DES FIGURES.....	21
LISTE DES TABLEAUX	22
ANNEXES.....	23

INTRODUCTION

La Société Le Nickel (SLN) exploite actuellement plusieurs sites miniers en bord de mer sur les côtes Est et Ouest de la Nouvelle Calédonie. Dans ce cadre et conformément à la loi de pays relative au code minier de la Nouvelle Calédonie du 16 Avril 2009, un état initial ainsi que des mesures de suivi du milieu marin au droit des zones utilisées pour le chargement du minerai doivent être réalisées par l'exploitant.

La SLN a sollicité GINGER-SOPRONER et AEL afin de réaliser cet état de référence et pour la définition de préconisations du futur suivi environnemental du milieu marin sur le site de Thio, sur lequel est implanté différentes unités (zone de stockage du minerai ; convoyeur, atelier et stockage d'engins) utilisées sur la zone de transfert de minerai par voie maritime.

OBJECTIFS

Ce rapport d'analyses et d'expertise a pour but d'établir un état de référence sur le site de Thio, dont certaines zones sont susceptibles d'être impactées par les activités minières de la SLN e. Cette opération a également pour objectif de définir les préconisations du futur le suivi du milieu marin.

L'état des lieux est réalisé sur une station de référence et une station d'impact sur les paramètres physico-chimiques suivants :

- Caractéristiques physico-chimique de la structure de la colonne d'eau par acquisition de profils multiparamétriques (sonde CTD) ;
- Granulométrie; teneurs en métaux et en carbonates des sédiments.
- Teneurs métalliques dans les tissus biologiques par biosurveillance passive d'organismes marin récoltés au niveau des deux stations ;
- Teneurs en hydrocarbures dans les tissus biologiques par biosurveillance passive d'organismes marin récoltés au niveau des deux stations.

METHODOLOGIE

A. ECHANTILLONNAGE

Les opérations d'échantillonnage ont été effectuées par l'équipe GINGER-SOPRONER le 2 avril 2013 sur la station d'impact supposé (THIO-1) et la station de référence (THIO-REF).

Lors de la campagne de prélèvement, les opérations suivantes ont été réalisées :

- Profils multiparamétriques avec la sonde CTD (Seabird, SBE 19) afin de déterminer dans la colonne d'eau la salinité, la température, la turbidité, l'oxygène dissous et la fluorescence (mesure de la chlorophylle) ;
- Prélèvements de sédiments sur les deux stations pour l'analyse de la granulométrie, des teneurs en métaux et en carbonates.

Le Tableau 1 fournit respectivement la liste des coordonnées GPS exactes des lieux de prélèvement pour les sédiments et les mesures réalisées dans la colonne d'eau.

Tableau 1 : Liste des stations et coordonnées GPS des points de prélèvement pour les sédiments et mesures dans la colonne d'eau.

Site	Station	Prof (m)	Type de station	Longitude	Latitude	Date sonde	Heure sonde
THIO	THIO-1	14,4	Physico	166°14'52,86	21°36'47,03	02-avr	9h55
THIO	THIO-REF	3,5	Physico	166°15'39,3	21°37'16,15	02-avr	10h45

La chronologie de l'échantillonnage et des mesures de la colonne d'eau est reportée sur le marégramme (Figure 1). Les prélèvements ont été réalisés au maximum de la marée montante.

La pluviométrie relevée sur le site Météo-France indique une pluviométrie de 50mm le 2 avril dans la zone de Poindimié, zone la plus proche pouvant servir de référence pour le site de Thio.

Note : La récolte d'huîtres *Isognomon isognomon* pour la détermination des métaux et des HCT dans les tissus était programmée mais aucun spécimen n'a pu être repéré dans cette zone.

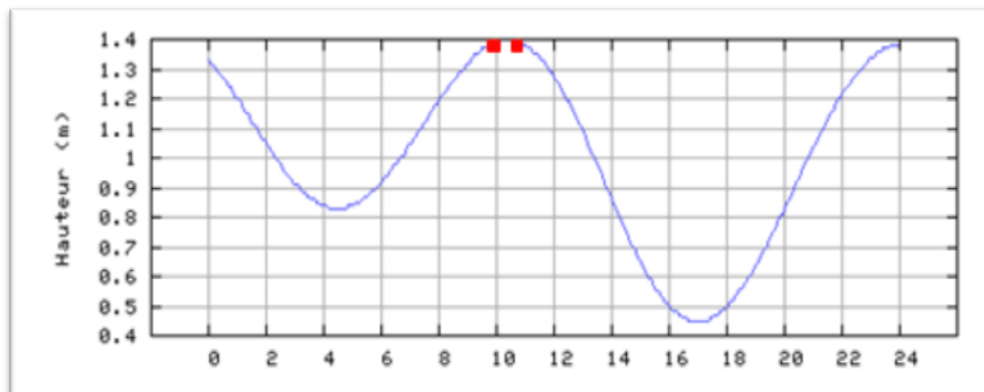


Figure 1 : Chronologie des prélèvements et mesures effectuées à Thio reportée sur le marégramme du 02/04/2013

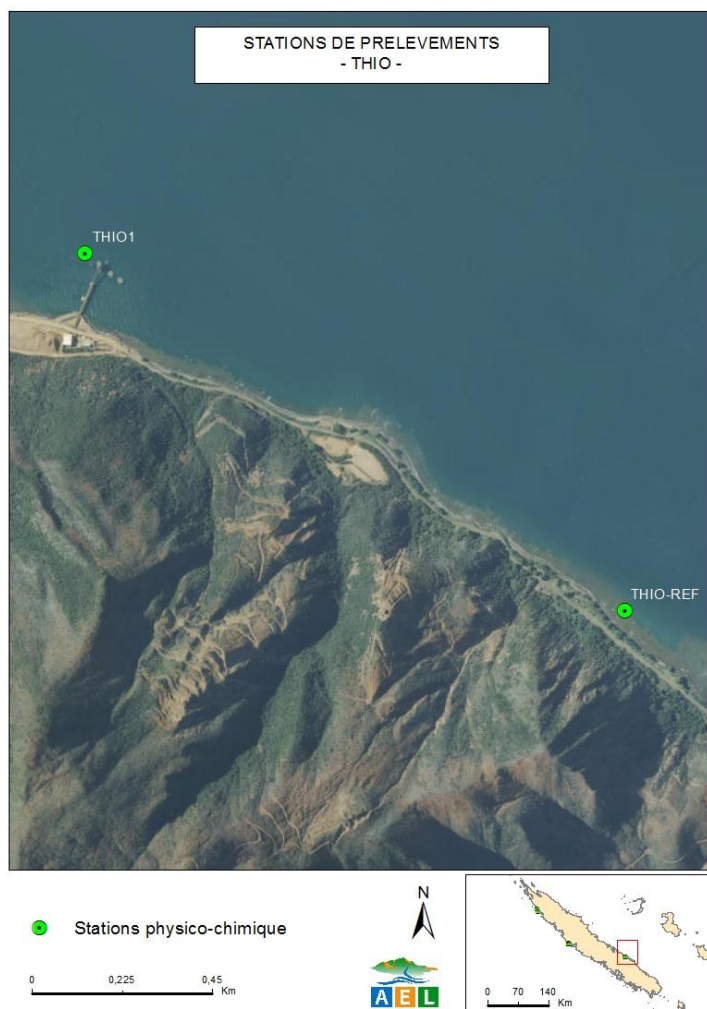


Figure 2 : Positionnement cartographique des stations pour le prélèvement des sédiments et les mesures physico-chimiques de la colonne d'eau.

B. TECHNIQUES ANALYTIQUES

Les techniques analytiques employées pour les différents dosages sont décrites en Annexe 1.

RESULTATS

A. STRUCTURE VERTICALE DE LA COLONNE D'EAU

Malgré leur différence de profondeurs, respectivement 14,4 et 3,5 m pour THIO-1 et THIO-REF, les profils physico-chimiques de la colonne d'eau ont permis de mettre en évidence des teneurs relativement homogènes pour l'ensemble des paramètres mesurés (Tableau 2). Globalement, aucune différence significative entre les stations de référence et les stations d'impact n'est observée. Une étude plus détaillée par paramètre est décrite ci-dessous.

Tableau 2 : Synthèse des grandeurs physico-chimiques mesurées dans la colonne d'eau pour Thio.

Stations	Oxygène dissous		Température	Fluorescence	Turbidité	Salinité
	% saturation	mg/L	(°C)	Chlorophylle (mg/m ³)	NTU	PSU
THIO-1	81±7	5,3±0,5	27,1±0,1	0,3±0,1	0,8±0,2	34,9±0,1
THIO-REF	82±8	5,4±0,5	27,1±0,1	0,3±0,1	0,7±0,1	34,9±0,1

TEMPERATURE ET SALINITE : La mesure de la température et de la salinité permettent de mettre en évidence d'éventuelles stratifications des masses d'eau dessalées dues à l'apport des creeks et/ou des précipitations atmosphériques. Ces structures constituent la base du transport, de la dispersion et de la sédimentation des particules fines (couches turbides ou néphéloïdes).

Ces deux grandeurs demeurent constantes sur toute la colonne d'eau et identiques pour les deux stations de Thio (: Profils de fluorescence et de turbidité pour les stations Thio-1 et Thio-ref.). Les valeurs moyennes de la salinité (34,9±0,1 PSU) et la température (27,1°C) enregistrées sont identiques pour les deux stations. Seule une très légère dessalure (34,46 ‰) est observable dans l'eau de surface de la station d'impact (THIO-1).

FLUORESCENCE : cette mesure permet d'estimer la concentration en **chlorophylle totale**, révélateur, en première approximation, de la biomasse phytoplanctonique, elle-même dépendante de la concentration en nutriments dans l'eau.

Les deux profils réalisés montrent peu de variation verticale, seule un léger gradient en direction du fond est observable, en particulier pour la station d'impact (THIO-1). En effet, les valeurs de fluorescence calculées en équivalent de chlorophylle totale passent de 0,16 mg/m³ à 0,51 mg/m³ à 14 m de profondeur.

Les données acquises en Nouvelle-Calédonie, notamment par l'IRD depuis plus de 20 ans (Bélieff et al. , 2011), montrent que les valeurs moyennes de fluorimétrie enregistrées sur les deux stations de Thio (0,3 ±0,1 mg/m³) peuvent permettre de classer les eaux de ce site dans la catégorie « Niveau Bon » pour un milieu « fond de baie et/ou littoral » (Figure 4 ; **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette classification est cependant approchée puisque la sonde multiparamétrique ne fournit qu'une mesure de la chlorophylle-totale et non de la chlorophylle A.

CHLOROPHYLLE A (µg/L)	Bon	Moyen	mauvais
Fond de baie, littoral	[0.2 – 1.5[	[1.5 – 5.0[	≥ 5.0
Lagon en milieu côtier	[0.1 – 1.0[	[1.0 – 2.0[	≥ 2.0
Proche récif barrière	< 0.3	Upwelling, bloom [0.3 – 0.5[	≥ 0.5

Tableau 3 : Valeurs de référence pour les concentrations en chlorophylle a

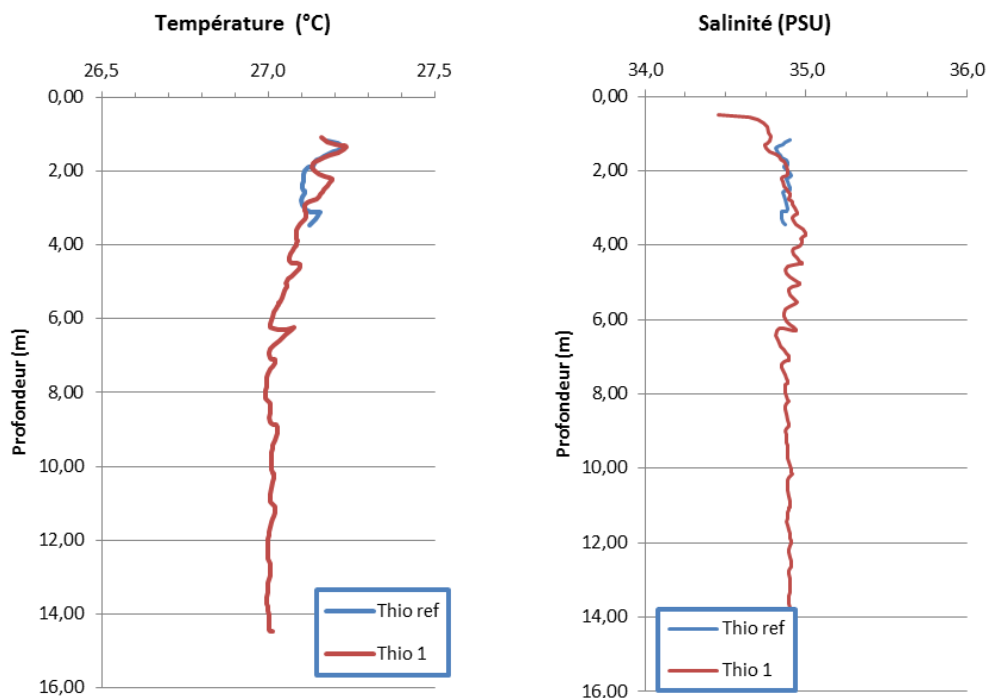


Figure 3 : Profils de température et de salinité pour les stations Thio-1 et Thio-ref.

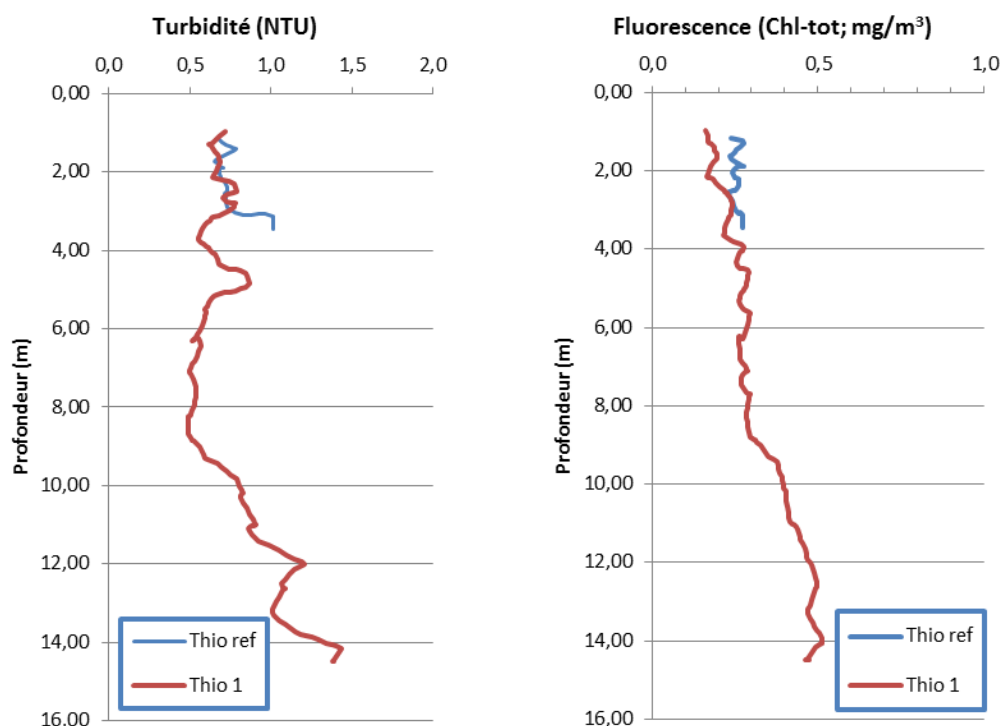


Figure 4 : Profils de fluorescence et de turbidité pour les stations Thio-1 et Thio-ref.

TURBIDITE : elle constitue une bonne estimation de la **transparence de l'eau** et est un paramètre pertinent pour évaluer la conséquence des apports en matière en suspension, voire indirectement en nutriments (Bélieff et al., 2011). En effet, en cas d'eutrophisation, on assiste à une augmentation de la turbidité suite à l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique et l'accumulation de matériel organique détritique dans les couches turbides (néphéloïdes) de surface ou de fond.

La turbidité des milieux côtiers qui peut être le signe de rejets chargés en particules, est le plus souvent le résultat de l'action combinée des apports continentaux de matériel solide, de la remise en suspension de dépôts sédimentaires (houle et courants de marée) et aussi des efflorescences phytoplanctoniques (production primaire) alimentées par les apports nutritifs (nitrates et phosphates) (Aminot & Kérouel, 2004).

Pour la station de THIO-1, le profil de turbidité (Figure 4) montre des valeurs comprises entre 0,48 à mi-profondeur, et 1,46 NTU au fond avec une augmentation progressive de celles-ci à partir de 9 m de profondeur. Au niveau de la station de référence (THIO-REF), l'eau passe de 0,62 en surface à 1,02 NTU au fond.

Dans les conditions rencontrées lors des mesures, il est possible de considérer que les eaux des deux stations du site de Thio ne présentaient pas de caractéristiques manifestes attribuables à un milieu perturbé. En effet, les valeurs de référence enregistrées pour les milieux « fond de baie et/ou littoral » de Nouvelle-Calédonie sont comprises entre 1,5 et 8 NTU, les valeurs mesurées se rapprochant davantage

des qualités requises pour des eaux « lagonaire en milieu côtier » (0,5-1,5 NTU ; Tableau 4 (Bélieff et al., 2011)).

On peut noter que l'augmentation de la turbidité à partir de 9 m est corrélée avec la légère augmentation également de la fluorescence ce qui montre la présence de débris organiques probablement d'origine terrestre.

TUBIDITE (FTU)	Milieu considéré comme non perturbé
Fond de baie, littoral	1,5 – 8*
Lagon en milieu côtier	0,5 – 1,5
Proche récif barrière	< 0.5

* valeur pouvant être atteinte seulement durant quelques heures après plus de 100 mm de pluie/jour.

Tableau 4 : valeurs de référence pour la turbidité habituellement mesurée dans les trois différents types de milieu du lagon de Nouvelle-Calédonie.

OXYGENE DISSOUS : *c'est un élément vital qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. La concentration de l'oxygène dissous dans l'eau de mer est la résultante de processus physiques, chimiques et biologiques. L'eutrophisation d'un milieu s'accompagne d'une plus forte consommation d'oxygène du fait de la prépondérance des activités biologiques. Il est estimé sur les profils en pourcentage de saturation : il s'agit de l'écart (exprimé en %) entre la concentration en oxygène dissous et la saturation (100%) ; il renseigne sur le degré de déséquilibre entre la production d'oxygène et sa consommation généralement déterminé par l'état d'eutrophisation d'un milieu.*

Les teneurs moyennes enregistrées dans la colonne d'eau pour les stations du site de Thio, respectivement sur THIO-REF et THIO-1, sont $5,4 \pm 0,5$ mg/L et $5,3 \pm 0,5$ mg/L (Figure 5 ; Tableau 2). En termes de saturation, les valeurs minimales sont égales à 69,2 et 71,7% respectivement pour THIO-1 et THIO-REF, les maximales montrant des niveaux de légère sur-saturation des eaux (107,1 et 101,6%). Par ailleurs, il est observé une différence d'oxygénation du milieu entre les eaux de surface et de profondeur évaluée environ à 20% à la station d'impact THIO-1.

Ces concentrations sont supérieures à 5 mg/L (teneur de référence) et correspondent à un bon état du milieu (Bélieff et al., 2011).

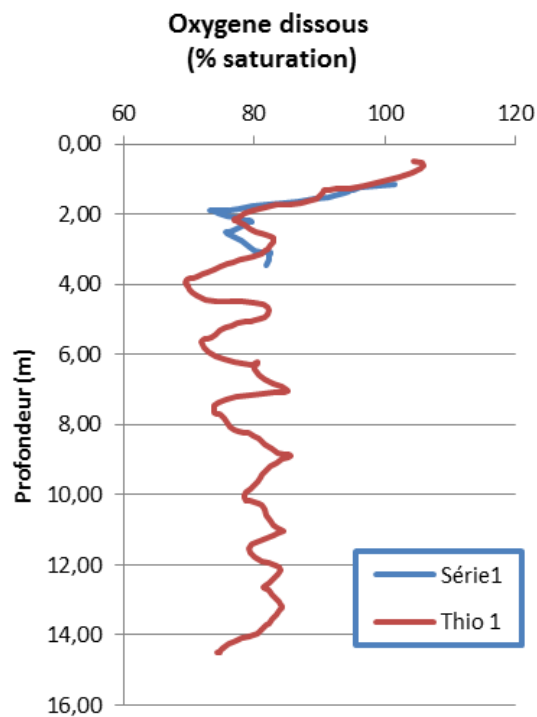


Figure 5 : Profils en oxygène dissous pour les stations de Thio

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les mesures physico-chimiques de la colonne d'eau pour le site de Thio montrent, dans les conditions de prélèvements rencontrées, des valeurs correspondant à un état « normal » pour un milieu côtier.

Les caractéristiques des eaux de la station de référence (THIO-REF) ne se distinguent pas clairement de la station d'impact (THIO-1).

B. PHYSICO-CHIMIE DES SEDIMENTS

GRANULOMETRIE

La distribution des différentes fractions granulométriques sur les sédiments récoltés sur les sites de Thio, sont rassemblés dans le Tableau 5 et la Figure 6.

La quantité de fraction pélitique (silts fins et argiles ; $\varnothing < 50 \mu\text{m}$) montre que les sédiments sont très différents d'un site à l'autre.

La station THIO-1 est caractérisée par des sédiments mal triés majoritairement sablo-vaseux ($\varnothing < 200 \mu\text{m}$; 56,4%) avec une forte composante de sables grossiers, voire de graviers ($\varnothing > 200 \mu\text{m}$; 43,6 %). La courbe granulométrique montre deux modes (fractions $\varnothing < 50 \mu\text{m}$ et fractions $200 < \varnothing < 2000 \mu\text{m}$) qui sont la marque de dépôts soumis à des apports forcés (Tableau 5).

Les sédiments de la station THIO-REF sont relativement bien triés puisqu'ils montrent un mode principale relativement bien individualisé. Celui-ci est très majoritairement composé de sables silteux ($50 \mu\text{m} < \varnothing < 2000 \mu\text{m}$; 89,8%), les autres fractions étant constituées de faibles proportions par des silts argileux ($\varnothing < 50 \mu\text{m}$; 6,1%) et de débris coquilliers grossiers ($\varnothing > 2000 \text{ mm}$; 4,1%) ; ce type de répartition souligne le caractère naturel des phénomènes de formation des dépôts.

Tableau 5 : Compositions granulométriques exprimée en pourcentage (%) des sédiments pour les stations Thio-1 et Thio-ref.

STATION	$\varnothing < 50 \mu\text{m}$	$50 \mu\text{m} < \varnothing < 200 \mu\text{m}$	$200 \mu\text{m} < \varnothing < 2 \text{mm}$	$\varnothing > 2 \text{mm}$
THIO-1	42,0	14,4	29,7	13,9
THIO-REF	6,1	36,4	53,4	4,1

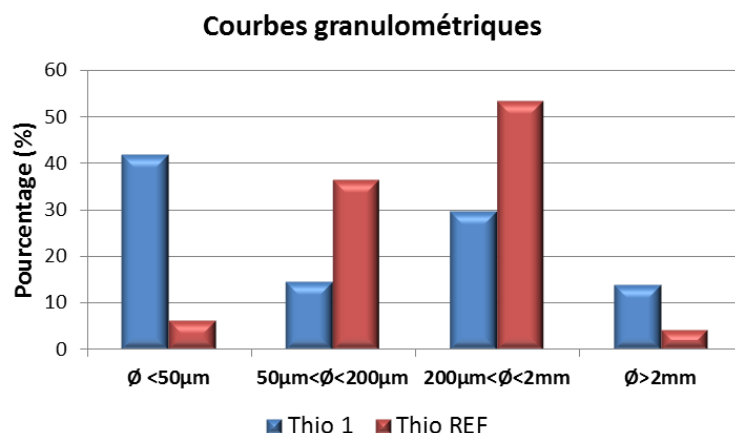


Figure 6 : Courbes granulométriques des sédiments prélevés aux stations d'impact THIO-1 et de référence THIO-REF.

TENEURS EN METAUX

Les données relatives au contrôle qualité de la méthode par fusion alcaline et des analyses chimiques par ICP-OES sont présentées en Annexe.

Les résultats d'analyses des sédiments en cobalt (Co), chrome (Cr), fer (Fe), manganèse (Mn) et nickel (Ni), d'origine terrigène, sont présentés dans le Tableau 6 et illustrés par la Figure 7.

Stations	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Ni (mg/kg)
THIO-1	463	4 844	166 034	2 170	8 253
THIO-REF	16	108	47 506	527	65

Tableau 6 : Concentrations en métaux dans les sédiments prélevés pour les stations d'impact et référence du site de Thio.

Sur l'ensemble des stations échantillonnées les gammes de concentrations sont les suivantes :

- [Co] mg/kg : de 16 (THIO-REF) à 240 (THIO-1)
- [Cr] mg/kg : de 108 (THIO-REF) à 4844 (THIO-1)
- [Fe] mg/kg : de 47506 (THIO-REF) à 166 034 (THIO-1)
- [Mn] mg/kg : de 527 (THIO-REF) à 2170 (THIO-1)
- [Ni] mg/kg : de 65 (THIO-REF) à 8253 (THIO-1)

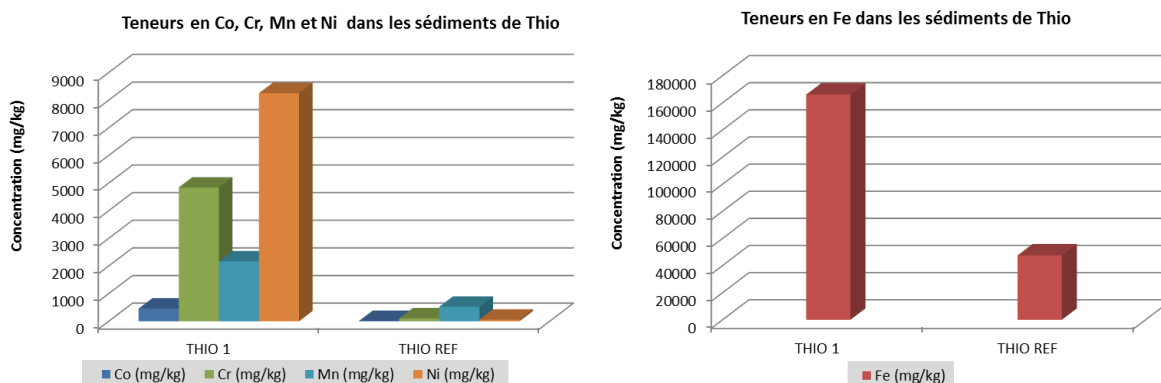


Figure 7 : Concentrations en Co, Cr, Mn, Ni et Fe pour les stations d'impact et de référence de Thio.

Globalement pour tous les éléments mesurés sur sédiments du site de Thio, les teneurs observées dans les sédiments prélevés révèlent des niveaux de concentrations significativement différents entre THIO-REF et THIO-1 : les écarts relatifs constatés varient de 76 à 99% entre les deux stations.

Les niveaux de concentrations inter-métaux sont très différents selon l'élément considéré et peuvent être classés suivant l'ordre croissant suivant : (Co) < (Ni) < (Cr) < (Mn) < (Fe) pour THIO-REF et (Co) < (Mn) < (Cr) < (Ni) < (Fe) pour THIO-1.

Pour la station THIO-REF, les teneurs mesurées, dans les conditions de prélèvements réalisées, sont à titre de comparaison, bien inférieures aux concentrations habituellement rencontrées dans des zones sous influence terrigène modérée. Dans les sédiments de la zone impactée (THIO-1), les concentrations mesurées révèlent des niveaux équivalents pour Fe, inférieurs pour Cr et Co et très nettement supérieurs pour Mn et notamment pour Ni dont la valeur est multipliée par 4 par rapport à la moyenne observée en Nouvelle-Calédonie (Bélaïff *et al*, 2011, Tableau 7).

La station définie comme « zone de référence » sur le site de Thio paraît donc un choix pertinent d'un site non soumis aux apports terrigènes engendrés par les activités anthropiques.

Métal (mg/kg)	Concentration totale
Co	176 ±8
Cr	7 820 ±3 520
Fe	193 900 ±74 900
Mn	1 668 ±83
Ni	2 300 ±535

Tableau 7 : Concentrations en métaux dans les sédiments de surface, habituellement mesurées dans les zones sous influence terrigène modérée (Bélaïff *et al*, 2001).

CARBONATES

Les concentrations en calcium obtenues par fusion alcaline et mesurées par ICP-OES sont ramenées à des concentrations équivalentes de carbonates de calcium et sont rassemblées dans le tableau suivant (Tableau 8).

Stations	CaCO ₃ (mg/kg)
THIO-1	138 838
THIO-REF	53 784

Tableau 8 : Teneurs en carbonates dans les sédiments des stations d'impact et de référence de Thio.

Bien qu'impactés par les apports terrigènes, les sédiments de la station d'impact THIO-1 sont modérément carbonatés. Paradoxalement, ceux-ci montrent des concentrations plus élevées qu'au niveau de la station de référence, logiquement moins sujette aux apports terrigènes. La phase d'échantillonnage et notamment le choix du point de prélèvement peut constituer une explication et un nouvel échantillonnage pourrait être nécessaire pour confirmer ces résultats.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les sédiments de la station d'impact (THIO-1) sont significativement de composition différente comparativement à ceux de la station de référence (THIO-REF). Cette différence s'exprime aussi bien en termes de granulométrie, comme le montre la très importante proportion en particules fines de la station THIO-1 comparativement à la station de référence THIO-REF. Cette nature de sédiments est corrélée avec des concentrations en métaux plus fortes pour la station d'impact (THIO-1).

Dans les sédiments, les concentrations en Cr et notamment en Ni sont particulièrement élevées.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'établir un état de référence sur le site de Thio, zone susceptible d'être impactée par les activités minières de la SLN depuis plusieurs décennies. En conclusion:

- Les mesures physico-chimiques effectuées sur la colonne d'eau sur les deux stations correspondent aux grandeurs généralement **caractéristiques des milieux côtiers peu ou non perturbés** ;
- L'étude granulométrique permet de distinguer la zone d'impact, avec des dépôts hétérogènes (THIO-1) et la zone de référence (THIO-REF) composée de sédiments bien triés ;
- Les teneurs métalliques dans les sédiments révèlent une différence très significative entre la station de référence (THIO-REF) et la station d'impact (THIO) avec des niveaux de concentrations notablement plus élevées en Ni et Fe, métaux caractéristiques de l'activité minière du site. Les concentrations métalliques observées permettent de classer les métaux suivant l'ordre croissant suivant : (Co) < (Ni) < (Cr) < (Mn) < (Fe) pour THIO-REF et (Co) < (Mn) < (Cr) < (Ni) < (Fe) pour THIO-1.

Remarque : *Aucune analyse de bivalve Isognomon isognomon n'a pu être réalisée, du fait de son caractère totalement absent dans zone d'intérêt, Il est possible de corrélérer ce constat aux concentrations très faibles mesurées en chlorophylle totale, caractéristique d'un milieu de nature oligotrophe soit trop pauvre en nutriments pour permettre le développement d'organismes filtreurs.*

RÉFÉRENCES

Beliaeff B, Bouvet G, Fernandez JM, David C, Laugier T, 2011. Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie. Programme ZONECO et programme CNRT "Le Nickel et son environnement". 169pp.

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : CHRONOLOGIE DES PRELEVEMENTS ET MESURES EFFECTUEES A THIO REPORTEE SUR LE MAREGRAMME DU 02/04/2013	8
FIGURE 2 : POSITIONNEMENT CARTOGRAPHIQUE DES STATIONS POUR LE PRELEVEMENT DES SEDIMENTS ET LES MESURES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA COLONNE D'EAU.....	8
FIGURE 3 : PROFILS DE TEMPERATURE ET DE SALINITE POUR LES STATIONS THIO-1 ET THIO-REF.	11
FIGURE 4 : PROFILS DE FLUORESCENCE ET DE TURBIDITE POUR LES STATIONS THIO-1 ET THIO-REF.....	12
FIGURE 5 : PROFILS EN OXYGENE DISSOUS POUR LES STATIONS DE THIO	14
FIGURE 6 : COURBES GRANULOMETRIQUES DES SEDIMENTS PRELEVES AUX STATIONS D'IMPACT THIO-1 ET DE REFERENCE THIO-REF.	15
FIGURE 7 : CONCENTRATIONS EN Co, Cr, Mn, Ni ET Fe POUR LES STATIONS D'IMPACT ET DE REFERENCE DE THIO.....	16

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LISTE DES STATIONS ET COORDONNEES GPS DES POINTS DE PRELEVEMENT POUR LES SEDIMENTS ET MESURES DANS LA COLONNE D'EAU.	7
TABLEAU 2 : SYNTHESE DES GRANDEURS PHYSICO-CHIMIQUES MESUREES DANS LA COLONNE D'EAU POUR THIO.....	10
TABLEAU 3 : VALEURS DE REFERENCE POUR LES CONCENTRATIONS EN CHLOROPHYLLE A	11
TABLEAU 5 : VALEURS DE REFERENCE POUR LA TURBIDITE HABITUELLEMENT MESUREE DANS LES TROIS DIFFERENTS TYPES DE MILIEU DU LAGON DE NOUVELLE-CALEDONIE.	13
TABLEAU 6 : COMPOSITIONS GRANULOMETRIQUES EXPRIMEE EN POURCENTAGE (%) DES SEDIMENTS POUR LES STATIONS THIO-1 ET THIO-REF.	15
TABLEAU 7 : CONCENTRATIONS EN METAUX DANS LES SEDIMENTS PRELEVES POUR LES STATIONS D'IMPACT ET REFERENCE DU SITE DE THIO.....	16
TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS EN METAUX DANS LES SEDIMENTS DE SURFACE, HABITUELLEMENT MESUREES DANS LES ZONES SOUS INFLUENCE TERRIGENE MODEREE (<i>BELIAFF ET AL, 2001</i>).....	17
TABLEAU 9 : TENEURS EN CARBONATES DANS LES SEDIMENTS DES STATIONS D'IMPACT ET DE REFERENCE DE THIO.	17
TABLEAU 10 : SPECIFICATIONS DES PARAMETRES DE LA SONDE.	23
TABLEAU 11 : CONTROLE QUALITE DES ANALYSES DE METAUX DANS LES SEDIMENTS PAR COMPARAISON A L'ECHANTILLON CERTIFIE MESS-3.	24
TABLEAU 12 : CONTROLE QUALITE DES ANALYSES DE METAUX DANS LES SEDIMENTS PAR COMPARAISON A L'ECHANTILLON CERTIFIE PACS-2.....	24

ANNEXES

STRUCTURES DES MASSES D'EAU

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

Les paramètres de la sonde CTD et leurs spécifications sont les suivants (Tableau 9) :

- La pression, qui permet de calculer la profondeur ;
- La salinité, déduite de la mesure de la conductivité ;
- La température (°C) ;
- La turbidité par mesure de la néphélométrie exprimée en NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ;
- La fluorescence *in-vivo*, exprimée en mg/m^3 , permet d'estimer la concentration en pigments chlorophylliens (capteurs Wet labs) ;
- L'oxygène dissous ;
- Le pH.

Tableau 9 : Spécifications des paramètres de la sonde.

Paramètres	Gamme	Précision initiale	Résolution
Conductivité (S.m^{-1})	0 - 9	0,0005	0,0007
Température (°C)	-5 à +35	0,005	0,0001
Pression (db)	0 - 350	0,35	0,007
Turbidité (NTU)	0 - 25	NA*	0,01
Fluorescence (mg/m^3)	0 - 50	NA*	0,025
Oxygène dissous (mg/L)	0-120	2%	0,5%
pH	0-14	0,1	0,01

GRANULOMETRIE

L'étude de la granulométrie des sédiments marins est conduite selon la norme NF X31-107 (*Analyse granulométrique par sédimentation*) ; les tamis utilisés sont de mailles 2 mm et de 500, 200, 50 μm .

Brièvement, les sédiments, séchés à 105°C et pesés, sont tamisés sur une colonne de tamisage vibrante. Les fractions sont récupérées de chaque tamis et les pourcentages massiques sont alors exprimés pour chaque classe de taille. Les classes de taille demandées sont suivantes :

- $\varnothing > 2000 \mu\text{m}$: graviers
- $200\mu\text{m} < \varnothing < 2000 \mu\text{m}$: Sables grossiers
- $50\mu\text{m} < \varnothing < 200 \mu\text{m}$: Sables fins

ANALYSES DES METAUX DANS LES SEDIMENTS

Les fractions fines des sédiments sont traitées par fusion alcaline, récupérées dans une solution acide et analysées par ICP-OES.

Les Tableau 10 et Tableau 11 montrent les résultats des deux échantillons certifiés (MESS-3 et PACS-2) qui ont suivi les processus de traitement et d'analyses synchronisés à la série des échantillons étudiés. Les biais relatifs sont globalement inférieurs ou proches de 20% (excepté pour Co et Ni dans l'échantillon de référence PACS-2) et sont considérés acceptables.

Tableau 10 : Contrôle qualité des analyses de métaux dans les sédiments par comparaison à l'échantillon certifié MESS-3.

Certifié MESS-3	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Ni (mg/kg)
Conc. Obtenu (mg/Kg)	17	121	47 662	371	55
Conc. Certifié (mg/Kg)	14	105	43 400	324	47
Ecart type (mg/Kg)	2	4	1 100	12	2
Biais relatif (%)	20,3%	15,3%	9,8%	14,6%	17,3%

Tableau 11 : Contrôle qualité des analyses de métaux dans les sédiments par comparaison à l'échantillon certifié PACS-2.

Certifié PACS-2	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Ni (mg/kg)
Conc. Obtenu	15	109	47 662	371	55
Conc. Certifié	11,5	90,7	40 900	440	39,5
Ecart type	0,3	4,6	60	19	2,3
Biais relatif (%)	30,4%	20,2%	16,5%	15,7%	39,2%