

# SUIVI DES CONCENTRATIONS EN MANGANESE ET AUTRES METAUX DANS LE CHAMP PROCHE DU DIFFUSEUR:

RAPPORT DE SYNTHÈSE 2021



JANVIER 2022



« Chimie de l'environnement et  
Modélisation hydrodynamique »



*Photos de couverture AEL : THOË sur une ligne de mouillage*

## CONTRAT DE CONSULTANCE

AEL-LEA

---

### **SUIVI DES CONCENTRATIONS EN MANGANESE ET AUTRES METAUX DANS LE CHAMP PROCHE DU DIFFUSEUR:**

**Rapport de synthèse 2021**

Nombre de pages : 22

	Ref AEL	Ref Client	
Identification	125-VI-16-P-v1.0 (+v2 du 21/03/17)	L36941/0001	
Titre complet	<b>SUIVI DES CONCENTRATIONS EN MANGANESE ET AUTRES METAUX DANS LE CHAMP PROCHE DU DIFFUSEUR: Rapport de synthèse 2021.</b>		
<b>Auteurs</b>			
Résumé	<p>Ce rapport synthétise les résultats du suivi des concentrations en manganèse et nickel dissous dans le champ proche du diffuseur pour l'année 2021. Ce suivi 2021 comprend deux campagnes de surveillance sur 5 stations décalées par rapport à leurs emplacements d'origine, depuis 2019 pour des raisons de dysfonctionnement du diffuseur.</p> <p>Les eaux autour du rejet du diffuseur ont été surveillées pendant quatre mois grâce à la combinaison de deux technologies innovantes. Les échantillonneurs passifs DGT™ associés aux échantillonneurs automatiques « THOË » qui permettent une surveillance séquentielle ininterrompue.</p> <p>Le seuil limite préconisé de 10 µg/L n'a pas été franchi, comparativement à l'année 2020 durant laquelle ce seuil a été franchi une fois, et à trois reprises en 2019.</p>		
<b>APPROBATION</b>			
<b>FONCTION</b>	<b>NOMS</b>	<b>VISA</b>	<b>DATE</b>
Rédacteur			15/12/2021
Vérificateur 1			23/12/2021
Vérificateur 2			12/01/2022
Approbateur			12/01/2022
<b>EVOLUTION</b>			
<b>VERSION</b>	<b>DESCRIPTION DES MISES A JOUR</b>	<b>DATE</b>	
V1.1	Rapport final	13/01/2022	
<b>COPIE - DIFFUSION</b>			
<b>NOM</b>	<b>ORGANISME</b>		
	Prony Resources / Département Environnement		

**Ce rapport est cité comme suit :**

Moreton B, Drouzy M et Fernandez J-M, 2021. Suivi des concentrations en Manganèse et autres métaux dans le champ proche du diffuseur. Rapport de synthèse 2021. Contrat AEL/125-VI-16-P. 22p.

## TABLE DES MATIERES

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
A.	CONTEXTE .....	7
B.	OBJECTIFS.....	7
<b>II.</b>	<b>METHODOLOGIE</b> .....	<b>8</b>
A.	SITE D'ETUDE.....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
B.	TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE (RAPPELS).....	8
C.	ÉCHANTILLONNAGE .....	11
<b>III.</b>	<b>RESULTATS ET DISSCUSSION</b> .....	<b>12</b>
A.	CONCENTRATIONS EN MANGANESE ET NICKEL 2020.....	12
B.	BILAN GLOBAL DES SUIVIS 2019-2020 PAR ECHANTILLONNAGE PASSIF (DGT).....	16
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>19</b>



# I. INTRODUCTION

## A. CONTEXTE

Le présent document synthétise les résultats des campagnes de surveillance des concentrations en manganèse et nickel durant l'année 2021 en champ proche de l'émissaire marin.

Depuis 2017 une surveillance renforcée a été réalisée autour du diffuseur conformément à l'arrêté n° 2767-2016 / ARR / DIMENC du 21 novembre 2016, autorisant une augmentation du nombre de dépassements mensuels en Mn. Cette demande de Prony Resources a été faite pour faciliter la vidange du surnageant de l'aire de stockage de résidu de la Kwé Ouest (KO2), indispensable à la mise en œuvre du projet d'assèchement des résidus miniers (LUCY).

Lors de la mise en place, un programme de suivi supplémentaire, selon l'article 3 de l'arrêté, a été lancé en avril 2017. Ce renforcement consistait à surveiller cinq stations grâce à l'utilisation d'échantillonneurs passifs de type DGT™ couplés à des passeurs automatiques « THOË » permettant un échantillonnage séquentiel préprogrammé du milieu pour une période de plusieurs mois.

À partir des informations tirées des études précédentes et afin de comprendre le comportement des rejets et les mécanismes de transport et de dilution (géochimie de l'effluent, modélisation hydrodynamique et traçage colorimétrique), les cinq stations étaient initialement positionnées perpendiculairement au point médian du diffuseur dans une direction sud-ouest, nord-est. Ce suivi a été programmé pour être réalisé semestriellement.

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

Ce dysfonctionnement a été résolu au cours de l'année 2019 et les stations de suivi avaient été repositionnées à leurs emplacements d'origine pour l'année 2020. Cependant cette année encore, un dysfonctionnement lié à des concrétions dans le diffuseur a mené à redéplacer les stations à leur positionnement de 2019.

## B. OBJECTIFS

L'objectif de ce suivi 2021 est de poursuivre le contrôle des niveaux de concentrations en manganèse (Mn) et en nickel (Ni), présents dans le champ proche du diffuseur au vu des nouvelles conditions de rejet et dans le respect de l'arrêté N°2767-2016 du 21 novembre 2016.

## II. METHODOLOGIE

### A. STATIONS DU SUIVI RENFORCE

L'immersion des dispositifs d'échantillonnage passif (DGT™) a été réalisée respectivement aux stations NE60B (60 mètres au Nord-Est du diffuseur) et SW60B (60 mètres au Sud-Ouest du diffuseur). Un cinquième dispositif a été immergé en SW1000B (1000 mètres au Sud-Ouest du diffuseur) dans l'axe du Canal de la Havannah afin de servir de témoin (Tableau 1 et Figure 1).

**Tableau 1 : Localisation (référentiel WGS-84) des stations de suivi intégré des concentrations en métaux dissous selon une radiale Nord-Est / Sud-Ouest par rapport au diffuseur.**

Station	NE60B	SW60B	SW1000B
Longitude	E166° 59.520	E166° 59.475	E166° 59.108
Latitude	S22° 21.931	S22° 21.987	S22° 22.378

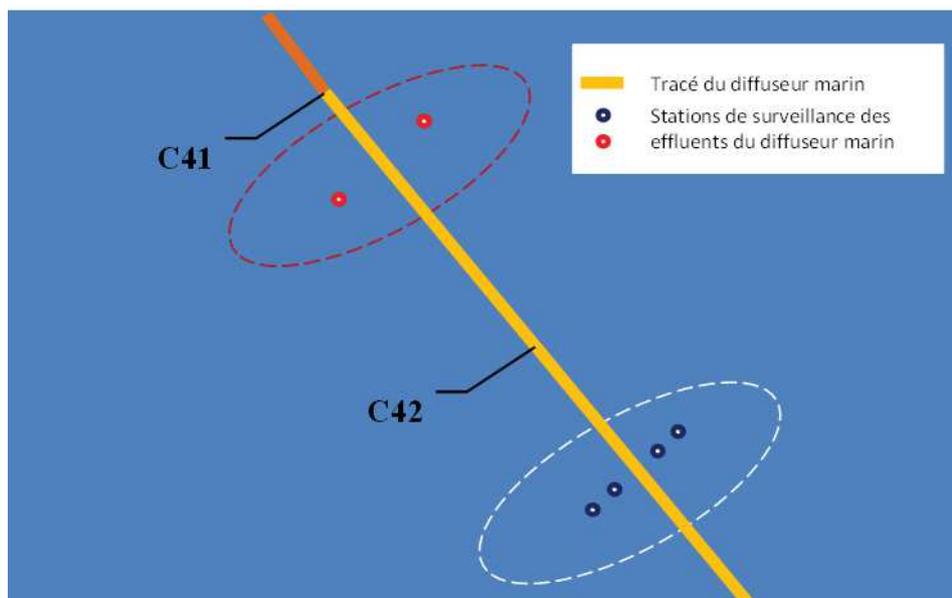


Figure 1 : Localisation des 2 stations doublées (3 et 6 m du fond) du suivi semestriel du champ proche (points rouges) par rapport aux 4 stations simples (3 m du fond) du suivi initié en 2017 (points bleus) ; les stations témoins SW1000 et SW1000 B ne sont pas représentées sur cette carte.

### B. TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE (RAPPELS)

#### 1. Les échantillonneurs passifs (DGT™)

L'utilisation des DGT™ bénéficie de plus de 20 ans d'expérience, ils sont largement utilisés par l'industrie, les organismes de recherche et de réglementation, etc. De plus, des centaines d'articles scientifiques rendent compte de leur efficacité et de leur validité pour une large gamme de substances dissoutes dans les eaux.

En Nouvelle-Calédonie, les travaux menés par plusieurs équipes (programme ADIIP, 2013-2014) prouvent que ce dispositif est adapté au lagon calédonien. Il est non seulement déployé dans le canal de la Havannah et le lagon de la côte ouest mais aussi dans des milieux plus impactés tel que la Grande Rade. Chaque échantillonneur passif correspond à un dispositif de type DGT™ (Diffusive Gel in Thin layer) de 4 cm de diamètre environ. Le DGT™ (Figure 2) est composé, d'une part, d'un support en plastique inerte en deux parties (couronne de maintien et piston) et, d'autre part, de l'empilement d'une membrane filtrante, d'un gel de diffusion et d'une résine adsorbante spécifique de type Chelex-100 permettant de piéger les métaux pour lesquels il existe un agent de liaison sélectif (éléments divalents). Le DGT™ permet ainsi de mesurer les espèces dissoutes labiles des métaux (assimilables à celles disponibles pour le biote), que celles-ci soient de nature inorganique ou issues de complexes organiques, dans un large éventail de concentrations. Lorsque cette technique est associée à l'analyse par ICP-MS en particulier, les Limites de Quantification (LQ) figurent alors parmi les plus basses atteignables.

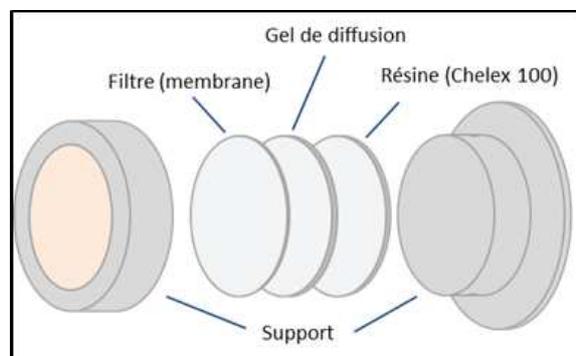


Figure 2 : Schéma de la composition d'un dispositif DGT™.

## 2. Le passeur d'échantillonneurs passifs : THOË

L'exposition des DGT™ au milieu à surveiller (échantillonnage) est assurée par un passeur automatisé appelé « THOË » (Figure 3). Cet appareil innovant, développé et breveté par AEL, permet d'effectuer *in situ* une série d'échantillonnages étalés dans le temps en fonction d'une programmation prédéfinie. Cet échantillonnage séquentiel du milieu naturel est réalisé par l'intermédiaire d'un plateau rotatif pouvant accueillir 12 DGT™, équipé d'une fenêtre d'exposition.

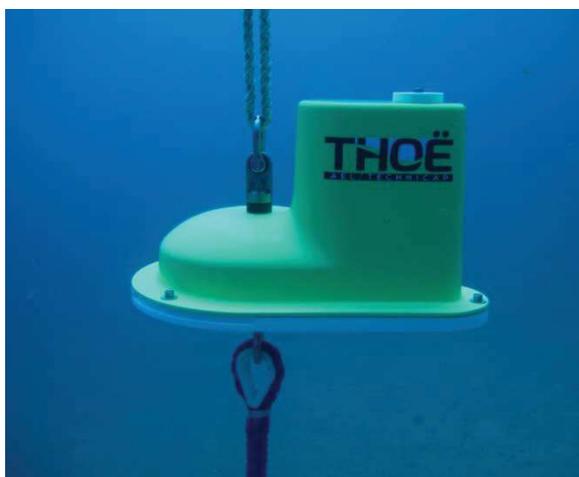
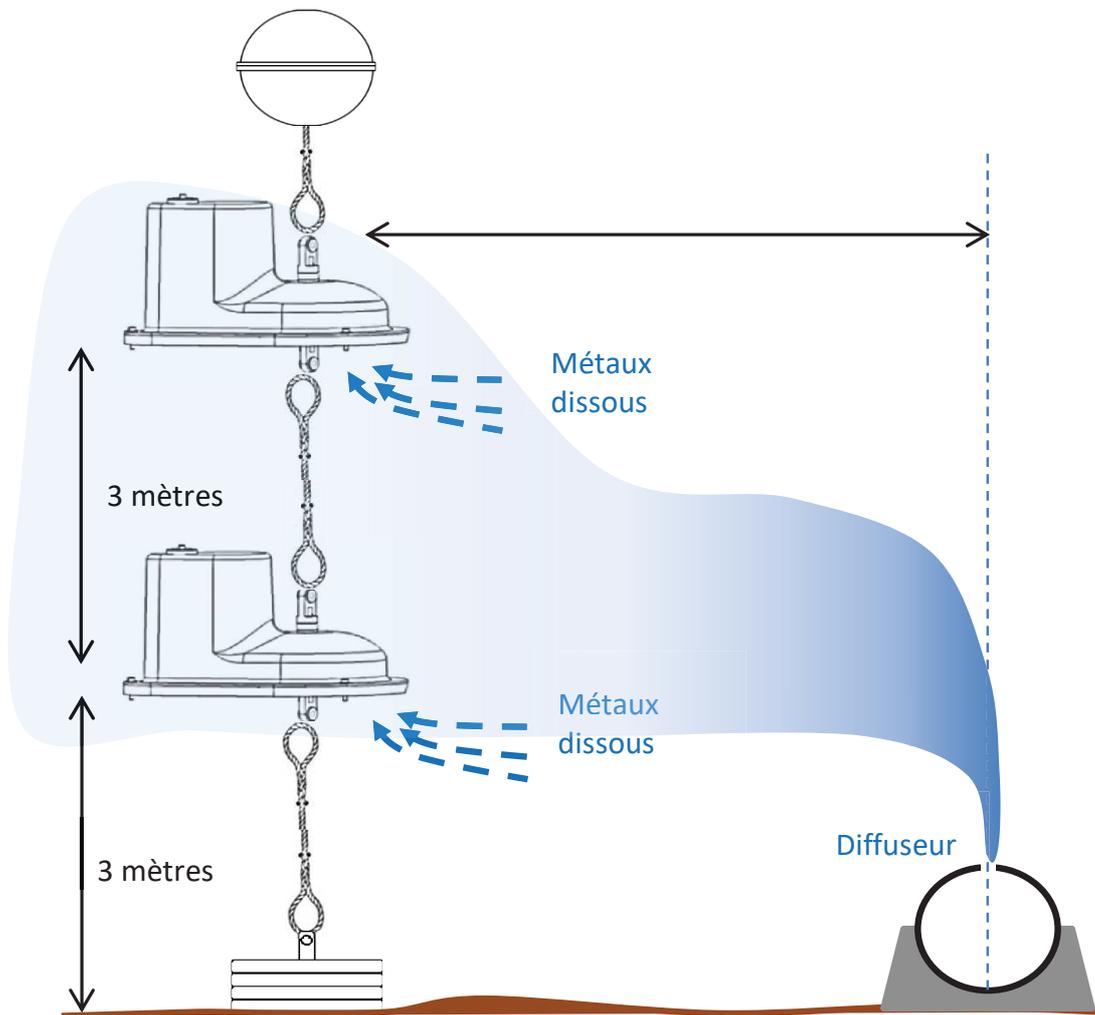


Figure 3. Photographie de THOË immergé et fixé sur une ligne de mouillage (gauche) et la fenêtre d'exposition du THOË montrant un DGT exposé (droite).

Les THOËs sont gréés sur une ligne instrumentée permettant leur mouillage à 3 m et 6 m au-dessus du fond (Figure 4), et uniquement à 3 m pour la station SW1000.



**Figure 4 : Schéma de la ligne de mouillage utilisée à chacune des deux stations positionnées dans le champ proche (60 mètres de chaque côté du diffuseur). Échantillonneurs THOËs positionnés à 3 et 6 mètres au-dessus du fond marin pour capturer les métaux dissous (Mn et le Ni) du panache d'effluents industriels.**

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

## C. ÉCHANTILLONNAGE

Le programme de suivi de l'année 2021 s'est déroulé en deux campagnes.

**Première campagne 2021** : les 5 dispositifs ont été mouillés le 29/04/2021 sur les 5 stations du réseau et selon les modalités précédemment détaillées. La programmation des séquences d'exposition du THOË a été réalisée avec un pas de temps de 7 jours comme mentionné dans le Tableau 2. La récupération des THOËs a été effectuée le 29/06/2021, après huit semaines d'immersion.

**Tableau 2. Programmation des séquences d'exposition (ouverture et fermeture) des DGTs pour chaque THOË pour la première campagne de suivi 2021.**

Séquence	Date début exposition	Heure début exposition	Date fin exposition	Heure fin exposition	Durée exposition (jour)	Température moyenne (°C)
1	30/04/2021	00:00	07/05/2021	00:00	7	23,0
2	07/05/2021	00:00	14/05/2021	00:00	7	23,0
3	14/05/2021	00:00	21/05/2021	00:00	7	23,0
4	21/05/2021	00:00	28/05/2021	00:00	7	23,0
5	28/05/2021	00:00	04/06/2021	00:00	7	23,0
6	04/06/2021	00:00	11/06/2021	00:00	7	23,0
7	11/06/2021	00:00	18/06/2021	00:00	7	23,0
8	18/06/2021	00:00	25/06/2021	00:00	7	23,0

**Deuxième campagne 2021** : les 5 dispositifs ont été mouillés le 10/09/2021 sur les 5 stations identiques à celles de la première campagne. La programmation des séquences d'exposition du THOË a été réalisée avec un pas de temps de 7 jours comme mentionné dans le Tableau 2. La récupération des THOËs a été réalisée le 09/11/2021, après huit semaines d'immersion.

**Tableau 3. Programmation des séquences d'exposition (ouverture et fermeture) des DGTs pour chaque THOË pour la deuxième campagne de suivi 2021.**

Séquence	Date début exposition	Heure début exposition	Date fin exposition	Heure fin exposition	Durée exposition (jour)	Température moyenne (°C)
1	11/09/2021	00:00	18/09/2021	00:00	7	23,0
2	18/09/2021	00:00	25/09/2021	00:00	7	23,0
3	25/09/2021	00:00	02/10/2021	00:00	7	23,0
4	02/10/2021	00:00	09/10/2021	00:00	7	23,0
5	09/10/2021	00:00	16/10/2021	00:00	7	23,0
6	16/10/2021	00:00	23/10/2021	00:00	7	23,0
7	23/10/2021	00:00	30/10/2021	00:00	7	23,0
8	30/10/2021	00:00	06/11/2021	00:00	7	23,0

## III. RESULTATS ET DISCUSSION

### A. CONCENTRATIONS EN MANGANESE ET NICKEL 2021

**Rappel :** Les recommandations des différents experts, basées sur le principe de précaution, ont conduit à accepter des concentrations en manganèse dissous dans l'environnement inférieures au seuil de 10 µg/L. Ce seuil garantit l'innocuité sur les biotes les plus sensibles.

#### 1. Manganèse

Les Figure 5 et Figure 6 illustrent les résultats chronologiques obtenus au cours des deux campagnes de surveillance des concentrations en manganèse selon les stations.

La **première campagne de suivi 2021** a couvert une période allant de fin avril (30/04/21) à fin juin (25/06/21). Au cours de cette période les concentrations en Mn ont peu varié par rapport à l'année précédente, avec des valeurs entre 0.08 et 0.85 µg/L (maximum en 2020 : 10,48 µg/L). Les maximums atteints sont sporadiques et aléatoirement obtenus, selon les stations, pour différentes semaines d'exposition. La limite de 10 µg/L n'est jamais atteinte au cours de ces huit semaines comme cela avait été le cas en 2020. Sur les huit semaines d'acquisition, la station NE60B-6m est celle enregistrant le plus de maximums (lors des semaines 1, 5, 6, 7 et 8). On peut supposer qu'il s'agit de la station la plus influencée par les rejets du diffuseur, étant donné sa proximité (60m), sa direction (Nord-Est) et sa hauteur dans la colonne d'eau (6m).

De fait, on voit bien que l'influence du diffuseur diminue avec la distance au point de rejet puisque la station située à 1000m est systématiquement caractérisée par des concentrations minimales.

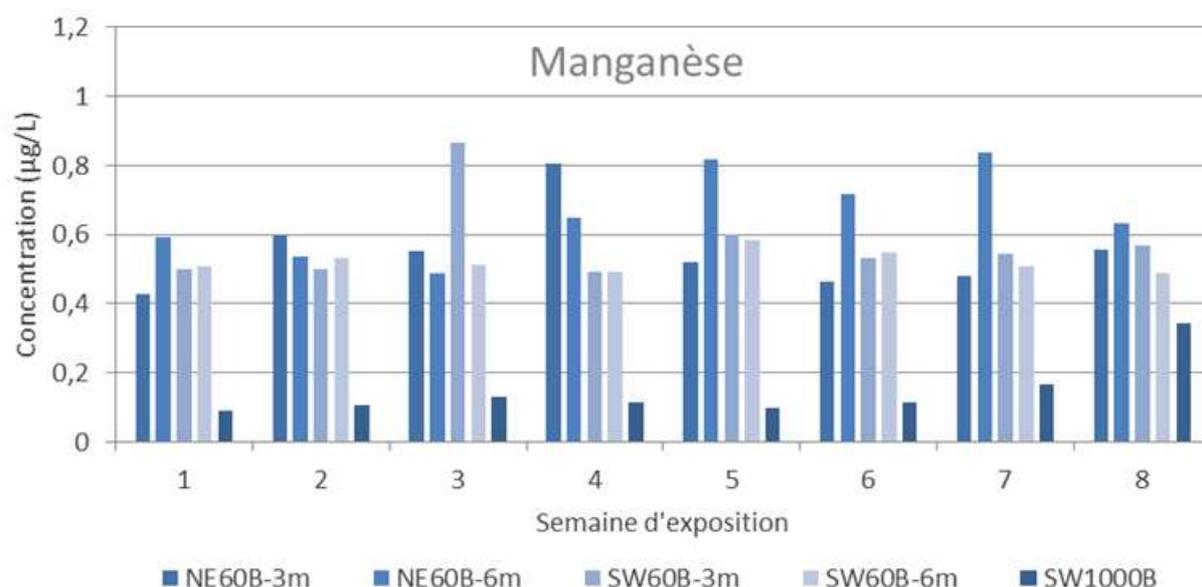


Figure 5. Histogrammes présentant les concentrations moyennes (µg/L) en Manganèse pour chaque station, selon la semaine d'exposition au cours du premier suivi 2021.

La **deuxième campagne de suivi 2021** a couvert une période de 8 semaines du 11 septembre au 6 novembre 2021. Au cours des huit semaines de déploiement la concentration la plus élevée en Mn ( $2.82 \mu\text{g/L}$ ) a été relevée à la station SW60B-6m. Ce pic de concentration s'est produit au cours de la dernière semaine d'acquisition, correspondant à la période entre le 30 octobre et le 6 novembre 2021. Contrairement à la première campagne, les concentrations sur la période d'étude n'étaient pas homogènes dans le temps. A cours des six premières semaines, les concentrations en Mn n'ont jamais dépassé  $0.3 \mu\text{g/L}$ , quelle que soit la station considérée. C'est au cours des deux dernières semaines d'enregistrement que les concentrations, notamment aux stations situées à l'Ouest du diffuseur, ont progressivement augmenté jusqu'à atteindre leur maximum en SW60B-6.

A l'inverse de la première campagne, les concentrations obtenues en SW1000B sont dans les mêmes ordres de grandeurs que les stations plus proches du diffuseur.

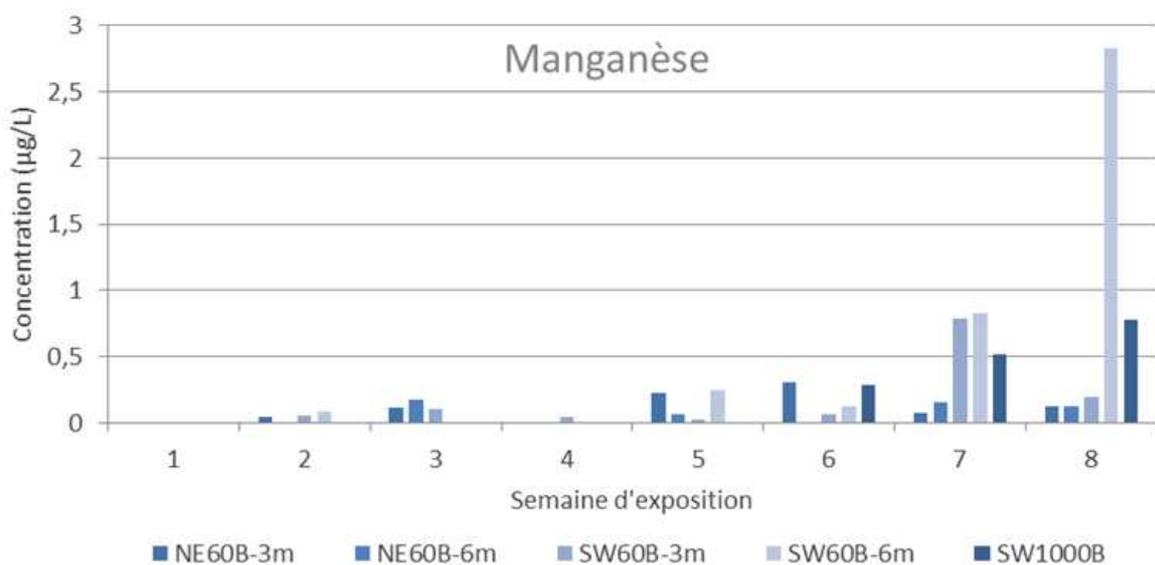


Figure 6. Histogrammes présentant les concentrations moyennes ( $\mu\text{g/L}$ ) en Manganèse pour chaque station, selon la semaine d'exposition au cours du deuxième suivi 2021.

La Figure 7 regroupe les concentrations moyennes de manganèse obtenues pendant les huit semaines d'immersion, par station et par campagne.

Lors de la **première campagne de suivi 2021**, la concentration moyenne la plus élevée a été observée à la station NE60B-6m ( $0.66 \pm 0.13 \mu\text{g/L}$ ).

D'une campagne à l'autre, on constate que l'hétérogénéité dans les valeurs de concentrations en Mn par station varie. Lors de la première campagne, on constate un gradient avec la distance au diffuseur, et la moyenne maximale est trouvée en NE60B-6m.

Lors de la **seconde campagne 2021**, la valeur moyenne à la station la plus distante, SW1000B, est supérieure aux stations situées à 60 m du diffuseur, à l'exception de SW60B-6m, qui enregistre la moyenne maximale sur la période d'acquisition. Toutefois, les variabilités sont plus fortes en fonction des périodes d'exposition pour cette seconde campagne.

## Manganèse

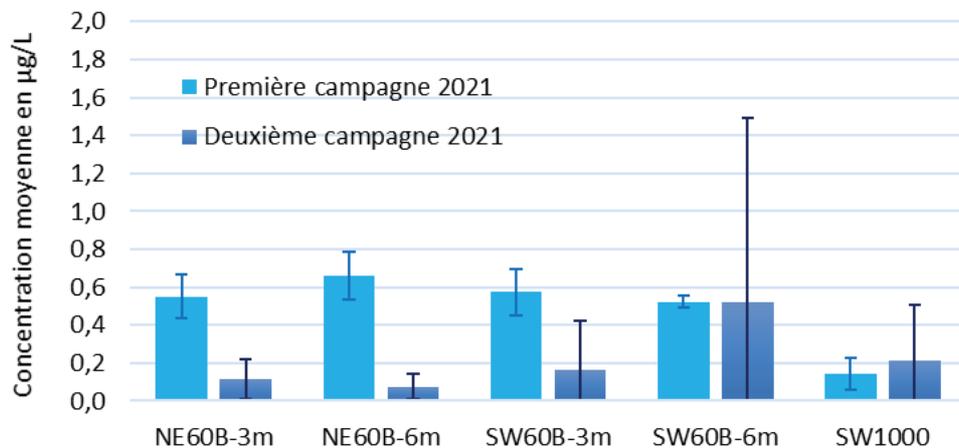


Figure 7. Concentrations moyennes (+écart-type) de Manganèse en µg/L au cours du premier et deuxième suivi de 2021 selon la station.

## 2. Nickel

Les Figure 8 et Figure 9 illustrent les résultats chronologiques obtenus au cours des deux campagnes de surveillance des concentrations en nickel selon les stations.

Lors des campagnes précédentes (ex : en 2019 et 2020), on avait constaté que les concentrations en nickel étaient plus homogènes dans le temps que celles en manganèse. Ceci est confirmé par la première campagne de 2021, car pour chaque station considérée, les concentrations en Nickel sont très peu variables d'une semaine à l'autre. De même que pour le manganèse, les variations ne sont pas simultanées pour toutes les stations. Seules les stations SW60B-3m et SW1000B atteignent leurs maximums lors de la même semaine d'acquisition, à savoir la 7<sup>ème</sup>. Comme aucune augmentation radicale n'est constatée durant ce premier suivi, il n'est pas possible d'établir une évolution collatérale des concentrations en Ni et en Mn.

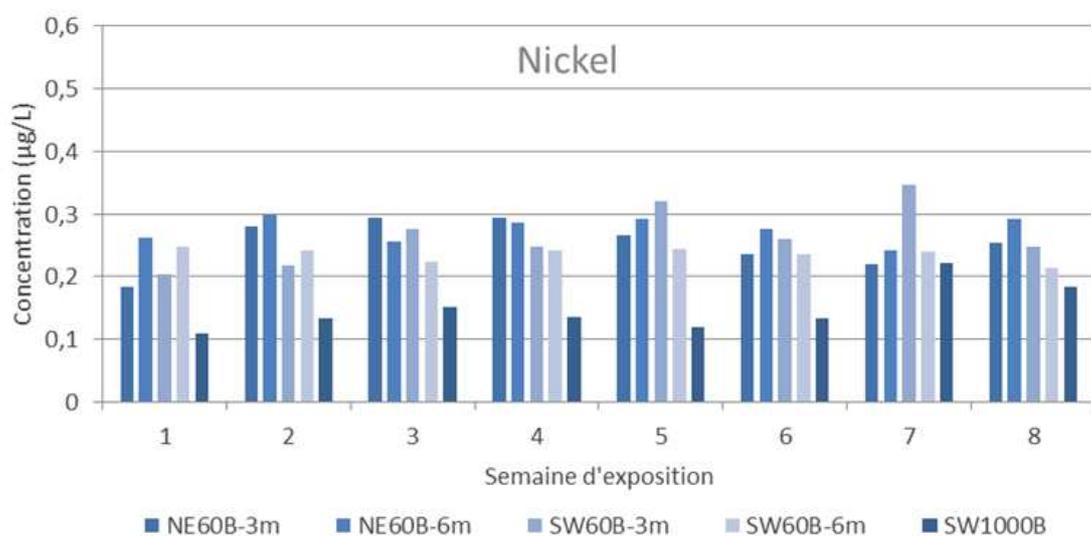


Figure 8. Histogrammes présentant les concentrations moyennes (µg/L) en Nickel pour chaque station, selon la semaine d'exposition au cours du premier suivi 2021.

La **deuxième campagne de suivi 2021** a été une fois de plus caractérisée par des concentrations en nickel beaucoup plus homogènes que celles en manganèse. Ces dernières sont également plus faibles que celles observées durant la première campagne de suivi. Cependant on observe des valeurs moyennes légèrement plus élevées au cours des quatre premières semaines d'immersion, toutes stations confondues, en opposition avec la tendance observée pour le manganèse.

Comme pour le manganèse en revanche, au cours de cette deuxième campagne de suivi, les concentrations mesurées en SW1000 sont dans le même ordre de grandeur que les stations situées à seulement 60 mètres du diffuseur. Ceci indique que les concentrations en Ni enregistrées sont de l'ordre du bruit de fond naturel de la zone d'étude.

Contrairement au manganèse, aucun pic de concentration n'est constaté lors de la dernière semaine d'exposition.

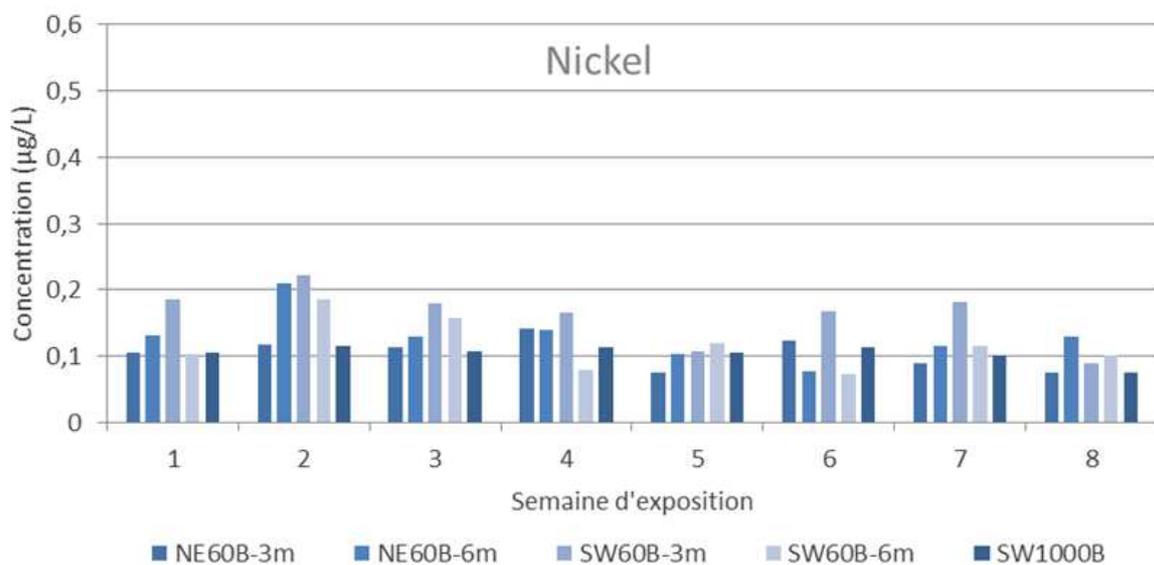


Figure 9. Histogrammes présentant les concentrations moyennes (µg/L) en Nickel pour chaque station, selon la semaine d'exposition au cours du deuxième suivi 2021.

La Figure 10 illustre les concentrations moyennes de nickel obtenues pendant les deux suivis de 2020, par station et par campagne.

Lors de la **première campagne de suivi 2021**, tout comme pour le manganèse, les concentrations moyennes en nickel montrent un gradient avec la distance, attestant de l'influence des rejets du diffuseur. Cette tendance est également constatée lors de la **seconde campagne de suivi**, à la différence de la station NE60B-3m, qui présente une très faible concentration en nickel, de l'ordre du bruit de fond perçu en SW1000. Ceci indique que le panache de dispersion du diffuseur n'a pas rencontré le THOË à cette profondeur, mais 3 mètres au-dessus, son influence est visible (NE60B-6m).

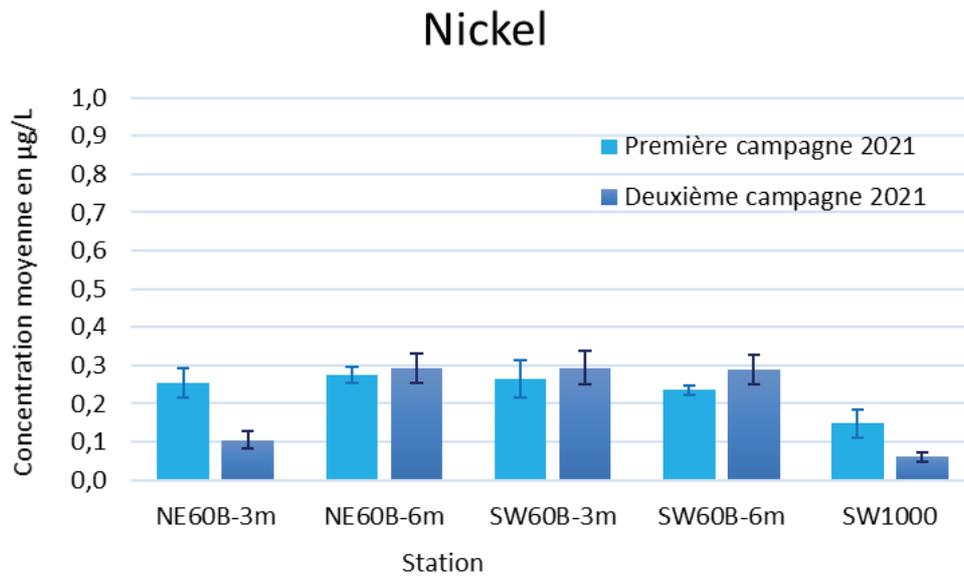


Figure 10. Concentrations moyennes (+écart-type) de Nickel en µg/L au cours du premier et deuxième suivi de 2021 selon la station.

## B. BILAN GLOBAL DES SUIVIS 2019-2020-2021 PAR ECHANTILLONNAGE PASSIF (DGT)

### 1. Généralités

La comparaison est rendue compliquée par la présence ponctuelle de concrétions dans le diffuseur, obligeant à modifier la position des stations de suivi. Pour une approche rigoureuse, il convient de comparer les données de 2019 et de 2021 seulement, ayant été acquises aux mêmes stations.

En 2019, la diffusion de l'effluent n'a été possible que par 48 des 200 orifices du diffuseur, ce qui a entraîné une augmentation du débit de chaque orifice, équivalent entre 3 et 4 fois celui d'un orifice fonctionnant normalement. La modélisation de la dispersion (Drouzy et Fernandez, 2018) a démontré qu'avec un diffuseur fonctionnant partiellement et une concentration de 10 mg/L de manganèse dans l'effluent (conditions susceptibles d'avoir existé en 2019), les concentrations en Mn pouvaient dépasser ponctuellement (pendant l'étalement de la marée sur une période de morte-eau) 200 µg/L à 180 mètres du diffuseur (Drouzy, et al, 2015).

En revanche, la modélisation réalisée pour un diffuseur pleinement opérationnel (200 orifices) a montré des concentrations maximales en Mn bien moindres, d'environ 30 µg/L à 180 mètres au sud-ouest du diffuseur sous les mêmes conditions (faible amplitude de marée et un courant quasi nul). Il n'est donc pas étonnant que les concentrations aient été particulièrement hautes en 2019.

Comme les campagnes de 2021 se sont déroulées dans des conditions identiques (diffuseur partiellement obstrué), on aurait pu s'attendre à des concentrations du même ordre de grandeur.

## 2. Distribution spatio-temporelle des concentrations

La Figure 11 permet de constater que quel que soit l'élément et la station considérés, les suivis de l'année 2019 avaient enregistré des valeurs de concentrations plus élevées que durant l'année 2021. Ces valeurs restent toutefois dans le même ordre de grandeur, pour la plupart des stations.

Concernant le manganèse, c'est la station SW60B, à 3 m mais surtout à 6m, qui enregistre une moyenne forte, découlant de valeurs ponctuellement supérieures à la limite de 10 µg/L lors de la seconde campagne de suivi de 2019.

Pour le Nickel, C'est lors de la première campagne de suivi que sont obtenues les valeurs moyennes de concentrations les plus élevées, quelle que soit la station. Pour les trois autres campagnes considérées (2<sup>nd</sup>e campagne 2019 et deux campagnes 2021), les concentrations moyennes sont très similaires entre elles pour une même station, avec un gradient en fonction de la distance (SW1000 moins impactée).

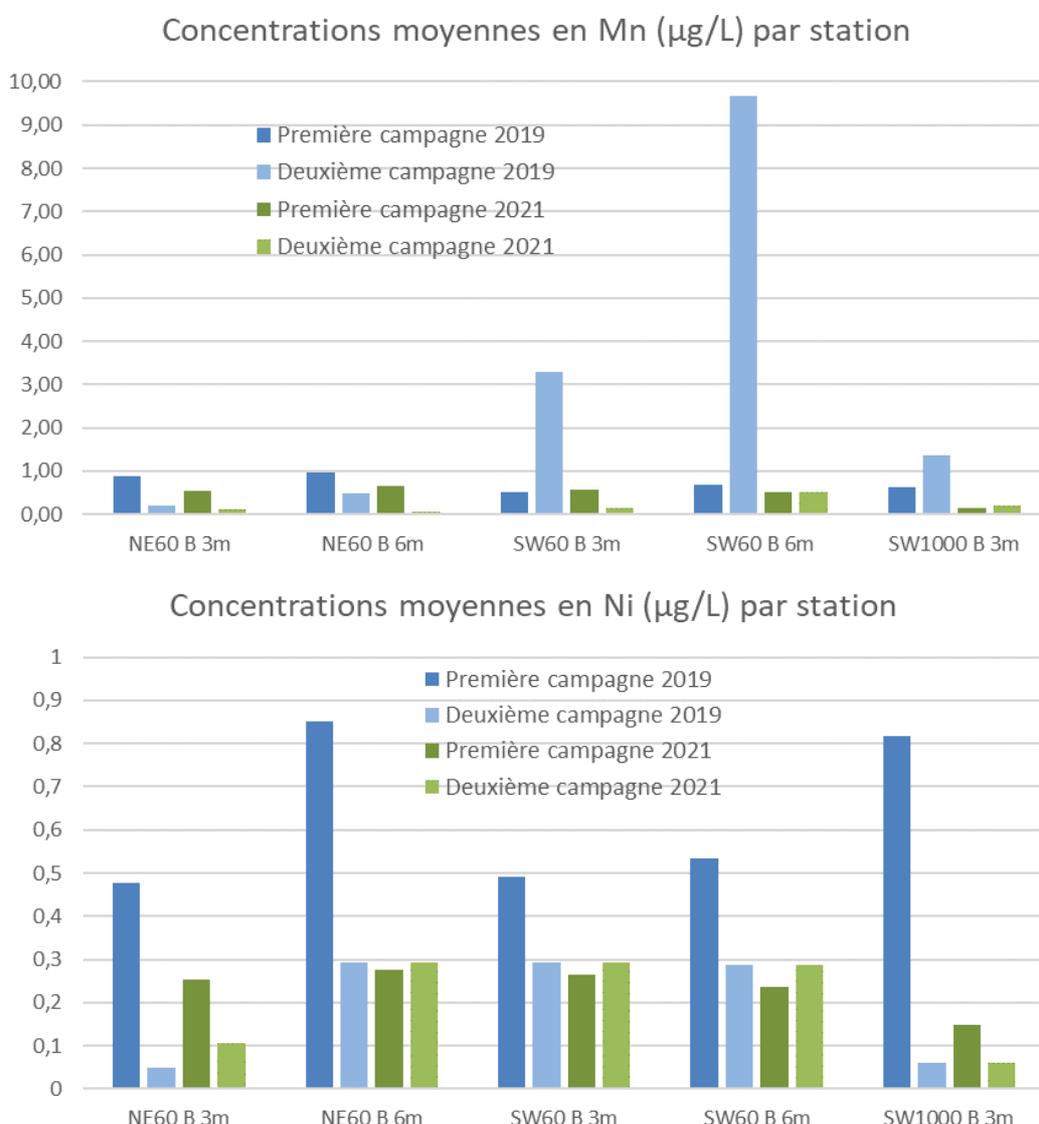


Figure 11 : Comparaisons des valeurs moyennes des concentrations en Mn et Ni, par station, en 2019 et 2021.

### 3. Interprétation

Bien que le dysfonctionnement du diffuseur puisse en partie expliquer les concentrations plus élevées observées en 2019, on constate que les concentrations de 2021 sont plus faibles, pourtant obtenues dans des conditions similaires.

Un examen plus approfondi des résultats obtenus en chaque station et à chaque suivi, met en évidence d'autres pistes d'explications plausibles.

Dans le cas du manganèse, on constate qu'à même distance du diffuseur, les concentrations sont contrastées d'un suivi à l'autre dans la même année. Ainsi, la seconde campagne de 2021 présente des concentrations en Mn beaucoup plus faibles que durant la première en une même station, quelle que soit la hauteur considérée. Ceci est moins valable pour l'élément nickel même si l'observation est vraie en NE60-3m.

Ce pourrait donc être la variabilité du Mn au sein même de l'effluent qui explique la variabilité au cours des différentes campagnes.

Les concentrations de nickel ont montré une faible variabilité entre les deux campagnes de 2021 et également entre les différentes stations comparativement à celles du manganèse. Par rapport aux campagnes menées en 2019, les concentrations de nickel en 2021 étaient plus faibles (1<sup>er</sup> suivi 2019) ou équivalentes (2<sup>nd</sup> suivi 2019).

Les concentrations de nickel et manganèse enregistrées à la station la plus éloignée SW1000, sont en moyenne légèrement inférieures aux stations situées à moins de 60 mètres du diffuseur, ces valeurs sont tout à fait comparables aux valeurs historiques déterminées dans la même zone (suivi réglementaire de la qualité physico-chimique de l'eau de mer, 2010-2020) et aux calculs prédictifs issus de la modélisation hydrodynamique des phénomènes de dispersion de l'effluent. Ils représentent donc le « bruit de fond » naturel de la zone, à l'exception de la valeur de Nickel enregistrée lors de la première campagne de 2019, qui est plus probablement due à un ou plusieurs forts épisodes de précipitations durant le déploiement des THOËs, et au lessivage des sols entraînant un apport de Ni à toute la zone d'étude.

## IV. CONCLUSION

Le présent document synthétise les résultats obtenus au cours des différentes campagnes de suivi des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur de l'année 2021.

La combinaison des échantillonneurs passifs (DGT) aux échantillonneurs automatiques « THOË » a permis de suivre une période totale de quatre mois et en continu, entre mai et juin, et entre septembre et novembre 2021.

Manganèse : On a pu observer lors du 1<sup>er</sup> suivi un gradient décroissant des concentrations avec la distance au diffuseur, en revanche entre stations proches et dans le temps, les concentrations apparaissaient homogènes. Lors du second suivi, la gamme de valeur des concentrations a diminué, le gradient avec la distance n'est plus du tout observé, et les concentrations sont très hétérogènes dans le temps et entre stations. Cela indique probablement une diminution de l'apport en Manganèse par le diffuseur et donc une dilution plus sporadique. Quoi qu'il en soit, aucune valeur de concentration supérieure à la limite des 10 µg/L n'a été atteinte durant les périodes de suivi.

Nickel : On a pu observer une grande homogénéité des concentrations en Nickel au cours des deux suivis de l'année 2021. Le gradient de concentration diminuant avec la distance au diffuseur est visible lors du 1<sup>er</sup> suivi et moins lors du second. Comme pour le manganèse, la gamme des valeurs de concentrations en Ni diminue entre le premier et le second suivi, expliquant donc la distinction moins évidente des valeurs entre les différentes stations, puisque l'ordre de grandeur des concentrations atteint celle des valeurs naturellement présentes dans le lagon.

## REFERENCES

Davison, W., Zhang, H., Nature, vol. 367, No. 6463, 02, 1994

Drouzy M, Fernandez JM et Douillet P, 2015. Modélisation intégrale de la dilution des effluents de Vale-NC en conditions réelles, un débit de 2900m<sup>3</sup>/h et une concentration en manganèse initiale de 10mg/L. Contrat Vale-NC/AEL n°049-VI-15-P, 44p

Drouzy M, Fernandez JM, 2018. Modélisation des phénomènes de dispersion de l'effluent traité et rejeté par les 48 premiers orifices du diffuseur de Vale-NC en conditions réelles, un débit de 2900m<sup>3</sup>/h et une concentration en manganèse initiale de 10mg/L. Contrat Vale-NC/AEL n°209-VI-18-P (L09595/0001), 40p,

Moreton B, Gonzalez J-L, Fernandez JM, Pluchino S, Kaplan H, 2013. Utilisation d'échantillonneurs passifs en tant qu'indicateur de la pression chimique liée à l'activité minière en Nouvelle Calédonie. Programme ADIIP, CNRT « Le nickel et son environnement (2009) », 75p.

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: POSITIONNEMENT DES STATIONS DU SUIVI. ....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
FIGURE 2 : SCHEMA DE LA COMPOSITION D'UN DISPOSITIF DGT™. ....	9
FIGURE 3. PHOTOGRAPHIE DE THOË IMMERGE ET FIXE SUR UNE LIGNE DE MOUILLAGE (GAUCHE) ET LA FENETRE D'EXPOSITION DU THOË MONTRANT UN DGT EXPOSE (DROITE). ....	9
FIGURE 4 : SCHEMA MONTRANT LA LIGNE DE MOUILLAGE DE CHAQUE ECHANTILLONNEUR THOË POSITIONNE A DIFFERENTES DISTANCES DU DIFFUSEUR POUR CAPTER LES METAUX DISSOUS POTENTIELLEMENT PRESENTS DANS LE PANACHE D'EFFLUENT. ..	10
FIGURE 5. HISTOGRAMMES PRESENTANT LES CONCENTRATIONS MOYENNES (MG/L) EN MANGANESE POUR CHAQUE STATION, SELON LA SEMAINE D'EXPOSITION AU COURS DU PREMIER SUIVI 2020. UN FRANCHISSEMENT DE LA LIMITE DES 10MG/L EST OBSERVE SUR SW60. ....	12
FIGURE 6. HISTOGRAMMES PRESENTANT LES CONCENTRATIONS MOYENNES (MG/L) EN MANGANESE POUR CHAQUE STATION, SELON LA SEMAINE D'EXPOSITION AU COURS DU DEUXIEME SUIVI 2020. ....	13
FIGURE 7. CONCENTRATIONS MOYENNES (+ECART-TYPE) DE MANGANESE EN µG/L AU COURS DU PREMIER ET DEUXIEME SUIVIS DE 2020 SELON LA STATION. ....	14
FIGURE 8. HISTOGRAMMES PRESENTANT LES CONCENTRATIONS MOYENNES (MG/L) EN NICKEL POUR CHAQUE STATION, SELON LA SEMAINE D'EXPOSITION AU COURS DU PREMIER SUIVI 2020. ....	14
FIGURE 9. HISTOGRAMMES PRESENTANT LES CONCENTRATIONS MOYENNES (MG/L) EN NICKEL POUR CHAQUE STATION, SELON LA SEMAINE D'EXPOSITION AU COURS DU DEUXIEME SUIVI 2020. ....	15
FIGURE 10. CONCENTRATIONS MOYENNES (+ECART-TYPE) DE NICKEL EN µG/L AU COURS DU PREMIER ET DEUXIEME SUIVIS DE 2020 SELON LA STATION. ....	16

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: LOCALISATION (REFERENTIEL WGS-84) DES STATIONS DE SUIVI INTEGRE DES CONCENTRATIONS EN METAUX DISSOUS SELON UNE RADIALE NORD-EST SUD-OUEST PAR RAPPORT AU CENTRE DU DIFFUSEUR.....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
TABLEAU 2. PROGRAMMATION DES SEQUENCES D'EXPOSITION (OUVERTURE ET FERMETURE) DES DGTs POUR CHAQUE THOË POUR LA PREMIERE CAMPAGNE DE SUIVI 2020.....	11
TABLEAU 3. PROGRAMMATION DES SEQUENCES D'EXPOSITION (OUVERTURE ET FERMETURE) DES DGTs POUR CHAQUE THOË POUR LA DEUXIEME CAMPAGNE DE SUIVI 2020. ....	11
TABLEAU 4 : STATISTIQUE DES PRELEVEMENTS ET ANALYSES REALISEES DURANT LES 4 CAMPAGNES DE SUIVI ENTRE 2019 ET 2020. ....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
TABLEAU 5: STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES CONCENTRATIONS GLOBALES ( $\mu\text{g/L}$ ) EN MN ET NI POUR LES DIFFERENTES STATIONS DES CAMPAGNES 2019-2020.....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>