



Association Calédonienne de Surveillance de la
Qualité de l'Air

**Mesure des métaux lourds dans l'air
ambient à Nouméa
2011**



Rapport d'étude – juillet 2012

Conditions de diffusion

Scal-Air est l'association de surveillance de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie. Elle a pour missions principales la surveillance de la qualité de l'air et l'information du public et des autorités compétentes, par la publication de résultats sous forme de communiqués, bulletins, rapports et indices quotidiens.

A ce titre et compte tenu de son objet statutaire à but non lucratif, Scal-Air se veut garante de la transparence de l'information concernant ses données et rapports d'études.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document est libre, et doit faire référence à l'association Scal-Air et au titre du présent rapport.

Les données contenues dans ce rapport restent la propriété de Scal-Air.

Les données corrigées ne seront pas systématiquement rediffusées en cas de modifications ultérieures.

Scal-Air ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aurait pas donné d'accord préalable.

Intervenants

- *Intervenants techniques :*
 - Supervision technique : Alexandre TCHIN
 - Assistance technique : Dominique BLANC, Jacques SANON

- *Intervenants études :*
 - Rédaction rapport / coordination : Sylvain GLEYE
 - Tiers examens du rapport : Alexandre TCHIN, Carine SAINT-CHAMARAND
 - Approbation finale : Eric LE PLOMB

SOMMAIRE

LISTES DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES.....	7
2. PRESENTATION DE L'ETUDE.....	9
2.1. LES METAUX LOURDS.....	9
2.1.1. <i>L'arsenic.....</i>	9
2.1.2. <i>Le cadmium.....</i>	10
2.1.3. <i>Le plomb.....</i>	10
2.1.4. <i>Le nickel.....</i>	10
2.2. <i>Réglementation.....</i>	10
2.3. VALEURS DE REFERENCE.....	13
3. MISE EN ŒUVRE.....	14
3.1. TECHNIQUE DE MESURE.....	14
3.1.1. <i>Méthode de prélèvement.....</i>	14
3.1.2. <i>Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence.....</i>	15
3.1.3. <i>Méthode d'analyse des métaux lourds.....</i>	16
3.2. LES SITES DE PRELEVEMENT ET LES SOURCES D'EMISSIONS DE METAUX LOURDS.....	17
3.3. PERIODES DE MESURE.....	22
3.4. PARAMETRES METEOROLOGIQUES.....	24
3.4.1. <i>Directions et vitesses des vents dominants durant les prélèvements.....</i>	24
3.4.2. <i>Précipitations et températures.....</i>	24
4. RESULTATS.....	26
4.1. RESULTATS DES ANALYSES.....	26
4.1.1. <i>Caractérisation des niveaux moyens en 2011.....</i>	26
4.1.2. <i>Analyse des données hebdomadaires 2011.....</i>	30
5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	58
6. ANNEXES.....	61
6.1. TABLE DES TABLEAUX.....	61
6.2. TABLE DES GRAPHIQUES.....	61
6.1. TABLE DES FIGURES.....	62

Listes des sigles et acronymes utilisés

As : Arsenic

AV : site de l'Anse Vata

Cd : Cadmium

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

FB: site du Faubourg Blanchot

Hg : Mercure

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

LGC : site de Logicoop

Mn : Manganèse

MTR : site de Montravel

Ni : Nickel

Pb: Plomb

PM 10 : particules dont le diamètre est inférieur à 10 μm

SEI et SES : Seuil d'Evaluation Inférieur et Seuil d'Evaluation Supérieur issus de la directive 2008/50/CE. (voir partie 2.3 Valeurs de référence p.13)

UFIP : Union Française des industries Pétrolières

Zn : Zinc

1. Introduction

Scal-Air, association de surveillance de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie, assure le suivi de la qualité de l'air à Nouméa depuis 2007.

Equipées d'analyseurs automatiques, quatre stations mesurent en continu les niveaux des quatre principaux polluants réglementés au niveau européen, le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules fines en suspension PM10 (dont le diamètre est inférieur à 10 µm).

Depuis 2009, la surveillance des métaux lourds particuliers dans l'air ambiant est réalisée sous la forme de campagne de mesure (prélèvements de particules puis analyses). Il s'agit des métaux réglementés au niveau européen : plomb, arsenic, cadmium et nickel.

Les résultats 2009 et 2010 ont montré des niveaux annuels de métaux inférieurs aux valeurs limites de référence européennes. Si ces niveaux sont très faibles pour l'arsenic, le cadmium et le plomb, ils s'approchent du seuil d'évaluation inférieur pour le nickel, qui affiche des concentrations hebdomadaires ponctuellement élevées, notamment sous les vents du site industriel de Doniambo.

L'objectif en 2011 a été de confirmer l'origine industrielle du nickel au sein des poussières PM10. Il s'agit d'évaluer l'influence de l'activité industrielle sur les concentrations de nickel mesurées sur la ville de Nouméa dans des conditions favorisant théoriquement les plus fortes teneurs.

La campagne 2011 s'inscrit ainsi dans le cadre du suivi annuel des niveaux de métaux, avec pour le nickel, un volet d'étude et de surveillance de la pollution de type industriel.

2. Présentation de l'étude

2.1. Les métaux lourds

Certains métaux présentent un caractère toxique pour la santé et l'environnement, notamment : le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni), le zinc (Zn) et le manganèse (Mn).

Les métaux lourds peuvent provenir de certains procédés industriels spécifiques dont ceux utilisant la combustion de charbon, de pétrole ou d'ordures ménagères.

Ils se retrouvent généralement dans les particules et poussières sédimentables ou en suspension dans l'air, à l'exception du mercure qui est principalement gazeux. Les métaux lourds peuvent s'accumuler dans l'organisme où ils provoquent, à partir de certaines concentrations, des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires.

En métropole, entre 1990 et 2008, les émissions atmosphériques annuelles de métaux lourds ont diminué de 38 % pour l'arsenic, de 81 % pour le cadmium, de 65 % pour le nickel et de 98 % pour le plomb¹.

En Nouvelle-Calédonie, aucun inventaire d'émission de métaux lourds n'a été réalisé.

2.1.1. L'arsenic

Physico-chimie

L'arsenic est principalement présent sous forme de particules composées majoritairement d'oxydes (As_2O_3 , As_2O_5), de sulfures (As_2S_3 , As_2S_5) et de certains composés organiques, comme le monométhylarsine (CH_3AsH_2) et le diméthylarsine ($(CH_3)_2AsH$). Il existe aussi des formes volatiles, telles que l'arsine gazeux (AsH_3), l'anhydride arsénieux (As_2O_3) ou des espèces organiques méthylées.

Sources

Les rejets d'arsenic sont imputables à la présence de traces de ce métal dans les combustibles minéraux solides, dans les fiouls lourds et également dans certaines matières premières utilisées dans des procédés comme la production de verre, de métaux non ferreux ou la métallurgie des ferreux.

Impacts sanitaires et environnementaux

Les différentes formes particulaires de l'arsenic dans l'air ambiant peuvent se déposer dans l'appareil respiratoire, passer dans le sang et avoir une action sur de multiples organes. Classé comme cancérigène de groupe 1 par le CIRC, l'arsenic est susceptible de favoriser les cancers du poumon et de la peau.

¹ Source : CITEPA. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France - série sectorielles et analyses étendues. Format SECTEN. Avril 2010

2.1.2. Le cadmium

Physico-chimie

Le cadmium se trouve essentiellement sous forme particulaire dans l'air ambiant, la forme la plus courante étant l'oxyde de cadmium.

Sources

Les principales sources de cadmium sont l'incinération des déchets ménagers, la sidérurgie et la métallurgie des non ferreux (production de zinc notamment). Des progrès importants ont été obtenus en ce qui concerne les émissions de métaux lourds par les installations d'incinération d'ordures ménagères. Dans une moindre mesure, on note également des émissions par les secteurs résidentiel et tertiaire. La combustion à partir des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse engendre une part significative des émissions.

Impacts sanitaires et environnementaux

Le cadmium est un toxique cumulatif, c'est-à-dire que ses effets toxiques sur l'organisme ne s'expriment que lorsque l'accumulation dans les tissus atteint un seuil. Il cause des troubles hépato-digestifs, rénaux, sanguins, nerveux et osseux. Les formes particulières du cadmium sont classées comme cancérigènes de groupe 1 par le CIRC.

2.1.3. Le plomb

Physico-chimie

Le plomb est essentiellement émis sous la forme de chlorure, de bromure ou d'oxydes de plomb.

Sources

Les sources de plomb dans l'air ambiant sont l'industrie de la fusion de ce matériau, la fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres (cristal).

En métropole, avant l'interdiction du plomb dans les essences en 2000, la principale source était encore le parc de véhicules à essence (810 tonnes par an en 1998). Le plomb dans l'essence était utilisé comme antidétonant, et se retrouvait dans les gaz d'échappement.

En Nouvelle-Calédonie, la réglementation sur le plomb dans les carburants est très récente. C'est l'arrêté n°2009-4401/GNC du 29 septembre 2009 relatif aux caractéristiques de l'essence importée pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie qui fixe la teneur maximale de plomb à 5 mg/l.

Impacts sanitaires et environnementaux

Le plomb provoque à forte dose des effets neurologiques aigus, causant à moyen terme le saturnisme.

2.1.4. Le nickel

Physico-chimie

Le nickel peut se trouver sous des formes particulières et volatiles, comme le nickel carbonyle ($\text{Ni}(\text{Co})_4$).

Sources

De manière générale, les émissions de nickel proviennent de la présence de traces de ce métal dans le fioul lourd. Il faut noter qu'en Nouvelle-Calédonie, la présence du nickel dans l'air ambiant peut être naturelle, du fait de la richesse des sols en cet élément. En outre, l'exploitation des minerais nickélifères sur mine et sur site industriel de valorisation laisse penser que ce métal puisse se retrouver dans l'air ambiant sous la forme de poussières sédimentables ou en suspension.

Impacts sanitaires et environnementaux

Le nickel de type métal est connu pour ses effets allergènes cutanés, notamment à l'occasion de contact avec des objets usuels (bijoux ou pièces de monnaie...). Dans l'air ambiant, le nickel provoque des pathologies de type irritation et inflammation des voies respiratoires. Le nickel métallique a été classé par le CIRC comme cancérigène possible pour l'homme.

2.2. Réglementation

En Europe, la première réglementation date de 1982, avec la Directive 82/884/CEE du 3 décembre 1982, visant à protéger la santé humaine en fixant les limites de concentration de métaux et autres polluants dans l'air ambiant.

Le texte fixe une valeur limite à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air en moyenne pour le plomb. L'objectif de qualité a été fixé dans la réglementation française à $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Directive 96/62/CE du 27 septembre 1996 concerne l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant et prévoit l'élaboration de « directives filles » pour treize polluants ou familles de polluants, dont certains métaux lourds.

La Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe regroupe la directive cadre 96/62/CE et les directives filles 2002/3/CE, 2000/69/CE, 1999/30/CE et 2004/107/CE. Cette dernière, datant du 15 décembre 2004, concerne l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

En métropole, c'est la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) n°96-1236 du 30 décembre 1996 qui est le principal texte réglementaire encadrant la surveillance de la qualité de l'air.

En ce qui concerne les métaux lourds, les critères nationaux de qualité de l'air sont définis principalement par :

- le décret, n°2002-213, du 15 février 2002 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites, fixant notamment les valeurs réglementaires pour le plomb.
- le décret, n°2007-1479, du 12 octobre 2007 relatif à la qualité de l'air et modifiant le code de l'environnement (partie réglementaire). Ce décret porte transposition partielle des directives "ozone" (2002/3/CE) et "métaux lourds/HAP" (2004/107/CE).
- le décret, n°2008-1152, du 7 novembre 2008 relatif à la qualité de l'air. Ce décret mentionne les valeurs cibles relatives à l'ozone, aux métaux (As, Cd, Ni), et au benzo(a)pyrène.

Les réglementations citées ci-dessus ne sont pas directement applicables en Nouvelle-Calédonie. A ce jour, il n'existe pas de réglementation locale sur la qualité de l'air ambiant. Seules les réglementations provinciales des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), qui concernent les industries, fixent des préconisations applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels.

Pour les particules PM₁₀, selon l'arrêté 11387-2009/ARR/DIMENC du 12/11/2009 qui concerne particulièrement le site industriel de Doniambo, les valeurs d'émission doivent être telles que les niveaux de concentration dans l'atmosphère

ne dépassent pas, dans chacune des stations concernées (Montravel et Logicoop), les valeurs limites suivantes :

- Objectif de qualité : 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle,
- Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :
 - centile 90,4 (soit 35 jours de dépassement autorisés par année civile de 365 jours) des concentrations moyennes journalières sur l'année civile : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Dans le cadre des projets et études menés par Scal-Air, l'ensemble des préconisations des réglementations précitées servent de références.

Pour les métaux contenus dans les particules PM10, polluants faisant l'objet du présent rapport, l'arrêté précise que l'analyse doit être « *réalisée annuellement selon des méthodes reconnues dans les particules en suspension afin de définir une corrélation entre teneur dans les matières particulaires et teneur dans l'air* ». Cette analyse concerne les métaux : antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, nickel, plomb, manganèse, vanadium, zinc (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn).

Ce rapport traite des métaux réglementés au niveau européen : arsenic, cadmium, plomb et nickel.

Pour répondre aux obligations réglementaires, une analyse des métaux Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+V+Zn a également été réalisée sur une série hebdomadaire de mesure concernant les sites de typologie industrielle².

Aucune norme ou valeur de référence n'existe cependant pour ces polluants.

² Voir partie 4.1.2.2. *Analyse par polluant pour la série « SLN » du 28/09/2010 au 05/10/2010* .p.34 et partie 4.1.2.3. *Analyse des séries hebdomadaires* .p.50

2.3. Valeurs de référence

Dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé et/ou l'environnement, les directives relatives à la réglementation des métaux lourds fixent pour chacun d'eux une *valeur cible*³ en moyenne annuelle et deux valeurs de *seuils d'évaluation*⁴.

En principe, si les niveaux de polluants mesurés en moyenne annuelle sont supérieurs au *Seuil d'Evaluation Supérieur (SES)*, les mesures de référence permanentes sont obligatoires ; s'ils sont inférieurs au *Seuil d'Evaluation Inférieur (SEI)* la modélisation suffit et entre les deux, une combinaison mesure/modélisation est nécessaire.

A ce jour, aucun programme de modélisation n'a été mené sur ce sujet.

Directives sources	Polluants	Valeur cibles	Seuil d'Evaluation Supérieur (SES)	Seuil d'Evaluation Inférieur (SEI)
Directive 2004/107/CE	Arsenic	6 ng/m ³	3.6 ng/m ³	2.4 ng/m ³
	Cadmium	5 ng/m ³	3 ng/m ³	2 ng/m ³
	Nickel	20 ng/m ³	14 ng/m ³	10 ng/m ³
Directive 1999/30/CE	Plomb	0.5 µg/m ³	0.35 µg/m ³	0.25 µg/m ³

Tableau 1 : Valeurs réglementaires en métaux lourds

³ A respecter d'ici 2013 selon la directive 2004/107/CE.

⁴ A ne pas dépasser plus de 3 ans/5.

3. Mise en œuvre

3.1. Technique de mesure

3.1.1. Méthode de prélèvement

La mesure des métaux lourds dans l'air ambiant est réalisée sur les particules fines en suspension dont le diamètre est inférieur à 10 μm (PM10).

3.1.1.1. Le module ACCU

Les préleveurs de particules PM10 utilisés sur les stations fixes sont du type « ACCU » : le module de prélèvement est raccordé au système Teom qui mesure en continu les niveaux de PM10. Le prélèvement ou échantillonnage des PM10 dans l'air ambiant se fait grâce à une tête de prélèvement sélectionnant ces particules par le diamètre, celui-ci devant être inférieur à 10 μm . Le débit d'échantillonnage est assuré par une pompe située en aval de la ligne de prélèvement.

Les particules sélectionnées (PM10) sont collectées sur un filtre en fibre de quartz de 47 mm. Les prélèvements s'effectuent par séquence d'une semaine, à un débit d'environ 1 m^3 /heure, ce qui représente 168 m^3 d'air aspiré.

3.1.1.2. Le SWAM-FAI

2010 fut la première année d'utilisation de la fonction préleveur de particules PM du SWAM, appareil de la marque FAI équipant le laboratoire mobile de Scal-Air.

Cet appareil permet la mesure en continu des concentrations en particule PM mais aussi, grâce à sa fonction préleveur, permet la collecte d'échantillons de poussières fines pour l'analyse des métaux.

A la différence du système ACCU, le SWAM est pourvu de deux lignes de prélèvement indépendantes pour un échantillonnage simultané de PM10 et PM2.5.

Les particules sont collectées sur le même type de filtre que ceux utilisés dans les ACCU. Les prélèvements hebdomadaires s'effectuent par séquence d'une semaine, à un débit d'environ 2.3 m^3 /heure, ce qui représente 386 m^3 d'air aspiré.

3.1.1.3. Les filtres blancs

A chaque période de prélèvement, un filtre blanc est associé au dispositif. Les filtres blancs, sans être exposés au débit du préleveur, subissent le même protocole de pose et de collecte que les filtres exposés. L'analyse des

concentrations en métaux lourds sur ces filtres permet de dépister d'éventuelles contaminations, pouvant avoir eu lieu lors des différentes étapes de transport ou d'installation des filtres. Les concentrations des filtres blancs sont soustraites des concentrations mesurées sur les filtres servant aux mesures⁵.

3.1.2. Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence

3.1.2.1. Le module ACCU

Le module ACCU utilisé par Scal-Air sur chaque station fixe est un boîtier pourvu de huit voies de prélèvement et une voie de dérivation. Les voies de prélèvement sont équipées de portes-filtres et sont commandées par des électrovannes, permettant la programmation de huit prélèvements consécutifs.

La méthode de référence pour l'échantillonnage est celle décrite dans la norme EN 12341 (1999): « Qualité de l'air – détermination de la fraction PM10 de matière particulaire en suspension - méthode de référence et procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthodes de mesurage ».

La méthode par module ACCU d'un Teom n'est pas considérée comme méthode de référence pour la mesure des particules PM10 et des métaux lourds.

En effet, selon une étude de l'Ecole des Mines de Douai⁶, les concentrations massiques en PM10 mesurées à l'aide du système ACCU sont systématiquement plus faibles que celles mesurées à l'aide du préleveur de référence de type Partisol Plus. « *Ce phénomène indique un artefact de prélèvement qui est peut-être lié au système de séparation des débits (débit microbalance / débit de dérivation) situé sous la tête du TEOM* ».

Les concentrations en métaux mesurées à l'aide du système ACCU sont également plus faibles que celles mesurées à l'aide du préleveur de référence.

« *Ceci résulte probablement d'une quantité de particules prélevées plus faible. Il n'a pas été possible d'établir que le biais dans la mesure des métaux est systématique. Il dépend probablement de la répartition granulométrique des métaux dans les particules. Par conséquent, le biais est susceptible de changer, non seulement, d'un métal à l'autre, mais aussi d'un site de mesure à l'autre* ».

La méthode de mesure par le system ACCU, bien que n'étant pas considérée comme méthode de référence selon la réglementation européenne et française,

⁵ Pour plus de détails sur la méthode de prélèvement, consulter le rapport *Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant Nouméa - 2008-2009*, disponible sur www.scalair.nc

⁶ ECOLE DES MINES DE DOUAI – Antoine ROBACHE, François MATHE, Jean-Claude GALLO. Etude n°4. Prélèvement et analyse des métaux dans les particules en suspension dans l'air ambian. 2001

présente l'avantage d'un coût de mise en œuvre inférieur et d'une installation aisée dans les stations de mesure déjà équipées de système Teom. In fine, les valeurs issues de cette méthode sont qualifiées d'*indicatives* pour la mesure des métaux lourds.

3.1.2.2. Le SWAM DC sampler de FAI

D'après le constructeur FAI⁷, « *une comparaison détaillée entre les exigences des normes EN 12341 et EN 14907 (et des correspondantes US-EPA), les méthodes de caractérisation du PMx dans l'atmosphère (concentration de masse, métaux lourds, IPA, etc.) et les caractéristiques du système d'échantillonnage FAI, porte à conclure que ces caractéristiques répondent totalement aux besoins normatifs et, en général, résultent nettement supérieures. En conséquence nous pouvons affirmer que le système d'échantillonnage FAI (HYDRA/SWAM DC Sampler) est pleinement conforme à être utilisé pour l'implémentation des méthodes de référence* ».

L'expertise française, à travers celle du LCSQA⁸, réalise actuellement des tests de conformité sur le SWAM DC sampler de FAI. A ce jour, des tests ont déjà été effectués sur le préleveur *Hydra Dual Sampler* de FAI. Cet appareil est « intégré » au SWAM DC sampler utilisé par Scal-Air. Il s'agit en fait de la fonction préleveur du SWAM, qui mesure également les niveaux de particules PMx en continu. Selon le LCSQA, « *S'agissant du FAI Hydra Dual Sampler, cet appareil a un fort potentiel (double canal permettant un prélèvement différencié). Les résultats de comparaison ont également donné des résultats tout à fait corrects* ». ⁹

Ainsi, les résultats issus des prélèvements effectués par la SWAM pourront être considérés comme fiables.

3.1.3. Méthode d'analyse des métaux lourds

Les analyses sont réalisées en métropole par des laboratoires accrédités COFRAC, selon la méthode de référence décrite dans la norme EN 14902 (2005): « Méthode normalisée pour la mesure du plomb, du cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction PM10 de la matière particulaire en suspension ».

⁷ FAI.HYDRA/SWAM Dual Channel SAMPLERS. NOTE TECHNIQUE. Doc. n. BNC 01.09/12/2008.

⁸ Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

⁹ LCSQA - Ecole des Mines de Douai - MATHE François. EXPERTISE TECHNIQUE DE PRELEVEURS SEQUENTIELS A BAS DEBIT POUR LES PARTICULES EN SUSPENSION DANS L'AIR AMBIANT. Novembre 2009.

3.2. Les sites de prélèvement et les sources d'émissions de métaux lourds

N°	Site de prélèvement	Typologie	Emplacement
1		industrielle	Rue Boutmy, Nouméa
2		urbaine sous influence industrielle	Rue des Frères Charpentiers, Nouméa
3		urbaine	Rue Faidherbe, Ecole Paul Boyer, Nouméa
4		périurbaine	Rue Blaise Pascale, Ecole des Lys, Nouméa

5		Laboratoire mobile_Anse N'Du	industrielle	Terrain de cricket
6		Laboratoire mobile_VDO_RP Berthelot	trafic	Voie de Dégagement Ouest - ateliers de la DITTT

Tableau 2 : Les sites de prélèvement et leurs caractéristiques

Les sites de prélèvement 1 à 4 correspondent aux stations fixes du réseau de Scal-Air. Les sites 5 et 6 ont fait l'objet de campagnes de mesure ponctuelles à différents moments de l'année.

Ces sites sont représentatifs de zones densément peuplées de Nouméa. Selon sa typologie (*urbaine, industrielle, etc.*), un site peut être soumis à diverses sources potentielles d'émissions de métaux particuliers.

Bien qu'aucun inventaire d'émissions n'existe à l'heure actuelle en Nouvelle-Calédonie, les principales sources d'émissions peuvent tout de même être identifiées :

La centrale thermique du secteur de Doniambo, de part la présence de métaux dans les combustibles utilisés, est une source potentielle de métaux lourds dans l'air ambiant. Cette centrale peut être alimentée par différents types de fioul (fioul lourd n°2, fioul basse ou très basse teneurs en soufre notamment).

Selon les données fournies par l'industriel, le Vanadium est le métal contenu en plus grande quantité (entre 5 et 250 ppm selon la littérature UFIP), le nickel quant à lui peut varier entre 5 et 150 ppm. Les fiouls peuvent également contenir de l'arsenic, du cadmium et du plomb dans des proportions relativement faibles.

En ce qui concerne le nickel, une source d'émission majoritaire est **l'usine de valorisation du nickel** située sur le secteur de Doniambo. Ce site reçoit en effet du minerai riche en nickel, qui par transformations successives et par un procédé pyrométallurgique, peut être source, selon les conditions de production, de

particules fines en suspension dans l'air. Les minerais contenant du nickel peuvent également contenir d'autres types de métaux lourds.

Le trafic routier, est également connu pour être émetteur de métaux lourds, provenant majoritairement de la combustion des carburants.

En Nouvelle-Calédonie, la réglementation sur **le plomb** dans les carburants est récente : c'est l'arrêté n°2009-4401/GNC du 29 septembre 2009 relatif aux caractéristiques de l'essence importée pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie qui a fixé la teneur maximale à **5 mg/l**.

Aucune obligation concernant la teneur en plomb des essences n'existait préalablement à cet arrêté.

A noter que d'autres activités spécifiques peuvent également jouer un rôle dans l'émission de métaux dans l'air :

- l'usine de retraitement de batterie de Ducos,
- des activités industrielles / artisanales localisées,
- des activités de construction ou de chantier.

On signale également que des poussières d'origine naturelle provenant du sol, mises en suspension par le vent, peuvent contenir des métaux lourds.

Les stations de mesure de **Logicoop**, de **Montravel**, du fait de leur proximité au site de Doniambo, sont susceptibles d'être particulièrement influencées par les émissions industrielles. Les stations du **Faubourg Blanchot** et de **l'Anse Vata** peuvent également être soumises aux émissions provenant de ce site, notamment en cas de vents de secteurs Nord-Ouest à Nord.

Le site de l'anse N'Du est situé sous les vents de secteur Est-Sud/Est vis-à-vis de Doniambo. D'après les résultats de la campagne de mesure effectuée sur ce site, les vents de 120 à 125 degré sont systématiquement impliqués dans les cas d'épisode de pollution d'origine industrielle¹⁰.

La Voie de Dégagement Ouest, ayant fait l'objet d'une campagne de mesure du 20 août 2011 au 20 janvier 2012 est le seul site de typologie *trafic*¹¹.

Sur les autres sites, il est probable que l'influence du trafic routier sur les prélèvements de particules en suspension soit limitée¹².

¹⁰ SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air au niveau du secteur de N'Du - quartier de Ducos - Nouméa Laboratoire mobile - de février à juin 2011.

¹¹ Un site trafic se caractérise essentiellement par sa proximité à un axe routier majoritaire (inférieure à 5 m). Il est directement soumis aux polluants d'origine automobile, dont les particules fines en suspension de type PM10.

¹² Vents nuls, faibles ou de secteurs Ouest

Les sites de mesure *urbain* et *périurbain* du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata n'étant soumis à aucune source directe d'émission de particules en suspension de façon évidente ou chronique, ces sites peuvent être considérés comme site de référence pour la pollution de fond.

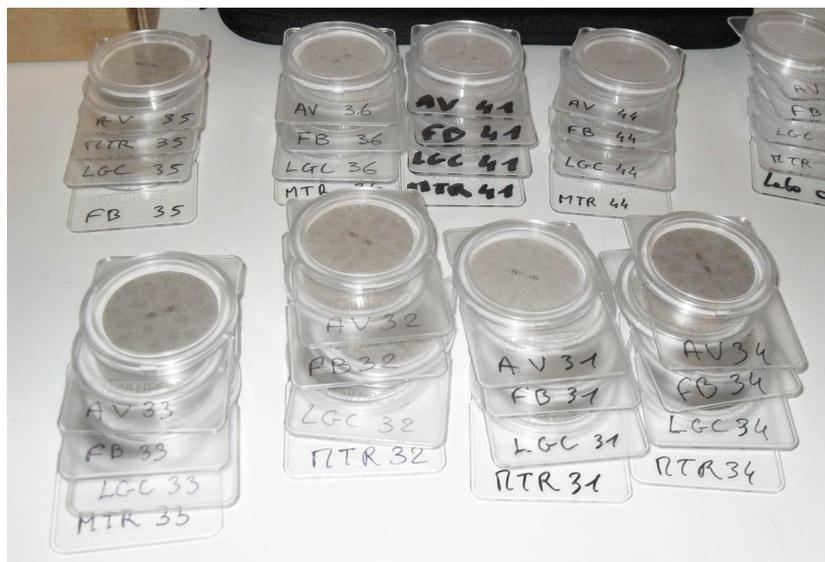


Figure 1 : Série de filtres après prélèvements des particules PM10 et avant dosage des métaux



Figure 2 : Situation géographique des sites de prélèvement

Sites fixes : Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot et Anse Vata

Sites campagnes - laboratoire mobile :

- Anse N'Du - terrain de cricket
- Voie de Dégagement Ouest (VDO)- proximité rond-point Berthelot

3.3. Périodes de mesure

Pour les années 2009 et 2010, un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié par trimestre a été utilisé. Ce plan signifie que les 4 à 5 semaines de prélèvement par trimestre ont été effectuées au hasard. Les résultats pour ces deux années ont permis de montrer l'origine majoritairement industrielle du nickel, notamment lorsque les prélèvements se faisaient dans des conditions de vents favorables à la dispersion des poussières issues de l'activité de Doniambo vers les stations de mesure.

Pour 2011, de façon à confirmer l'origine industrielle du nickel au sein des poussières PM10, les prélèvements ont été sélectionnés et analysés uniquement lorsque les conditions de vents rencontrées favorisaient la dispersion des poussières industrielles vers l'un des sites de mesure (Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot ou l'Anse Vata).

Au total, sur le réseau de stations fixes, il y a eu 17 semaines de prélèvement réparties sur l'année, ce qui représente 31 % du temps annuel.

Nom de la série hebdomadaire	Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Sites de mesure « moyen mobile » concernés
camp 2011_sem 1	23/02/2011	02/03/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 2	16/03/2011	23/03/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 3	23/03/2011	30/03/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 4	30/03/2011	06/04/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 5	15/06/2011	22/06/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 6	29/06/2011	06/07/2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 7	06/07/2011	13/07/2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 8	03/08/2011	10/08/2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 9	10/08/2011	17/08/2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 10	14/09/2011	21/09/2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 11	21/09/2011	28/09 2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 12	28/09/2011	05/10 2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 13	05/10/2011	12/10 2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 14	12/10/2011	19/10/2011	Laboratoire mobile_VDO - RP Berthelot
camp 2011_sem 15	19/10/2011	26/10/2011	Laboratoire mobile_VDO - RP Berthelot
camp 2011_sem 16	23/11/2011	30/11/2011	pas de mesure campagne
camp 2011_sem 17	14/12/2011	21/12 2011	pas de mesure campagne

Tableau 3 : Périodes hebdomadaires de prélèvement de poussières PM10 – réseau de stations fixes et laboratoire mobile

5 semaines de prélèvement supplémentaires concernant uniquement des campagnes de mesure réalisées par moyen mobile.

Pour des raisons techniques, ces campagnes n'ont pas pu être synchronisées avec des prélèvements sur le réseau fixe.

<i>Nom de la série hebdomadaire</i>	<i>Date de début de prélèvement</i>	<i>Date de fin de prélèvement</i>	<i>Sites de mesure « moyen mobile » concernés</i>
camp 2011_sem 4b	08/06/2011	15/06/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 5b	22/06/2011	29/06/2011	Laboratoire mobile_Anse N'Du
camp 2011_sem 15b	26/10/2011	02/11/2011	Laboratoire mobile_VDO - RP Berthelot
camp 2011_sem 15c	09/11/2011	16/11/2011	Laboratoire mobile_VDO - RP Berthelot
camp 2011_sem 15d	16/11/2011	23/11/2011	Laboratoire mobile_VDO - RP Berthelot

Tableau 4 : Périodes hebdomadaires supplémentaires de prélèvement de poussières PM10 – laboratoire mobile

3.4. Paramètres météorologiques

Les principaux paramètres météorologiques susceptibles d'avoir une influence sur les concentrations en particules fines en suspension sont la vitesse du vent, sa direction et les précipitations. En effet, les particules PM sont facilement dispersées par les vents dans l'air ambiant depuis leur point d'émission et peuvent facilement retomber au sol sous l'action de la pluie.

Des configurations météorologiques particulières comme les inversions thermiques favorisent généralement l'apparition de concentrations de pointe sur la ville.

A Nouméa, les vents dominants sur l'année sont majoritairement de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est. Des vents de secteurs Ouest sont également présents, notamment dans la période correspondant à la saison fraîche, de mai à septembre.

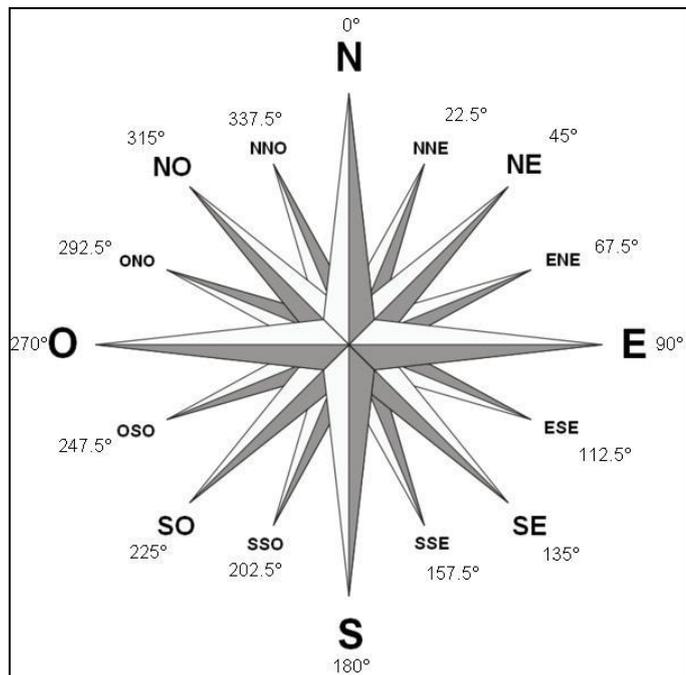
3.4.1. Directions et vitesses des vents dominants durant les prélèvements

Les roses des vents permettent de visualiser l'origine de la direction des vents dominants et leur vitesse.

Une rose des vents a été établie pour chaque période de prélèvement d'une semaine.

Ceci permet d'identifier les liens éventuels entre les niveaux de particules PM₁₀, les niveaux de métaux lourds et les conditions de vents.

Cet aspect est traité dans la partie 4.1.2.5. *Analyse et interprétation des séries hebdomadaires* p.44



3.4.2. Précipitations et températures

Nom de la série hebdomadaire	début du prélèvement	fin du prélèvement	Pluie (en mm)	Température (en C°)
camp 2011_sem 1	23/02/2011	02/03/2011	7.8	26.6
camp 2011_sem 2	16/03/2011	23/03/2011	21.6	26.2
camp 2011_sem 3	23/03/2011	30/03/2011	21.8	26.1
camp 2011_sem 4	30/03/2011	06/04/2011	57.7	23.7
camp 2011_sem 4b	08/06/2011	15/06/2011	2.6	23.3
camp 2011_sem 5	15/06/2011	22/06/2011	8.1	21.3
camp 2011_sem 5b	22/06/2011	29/06/2011	4.8	20.6
camp 2011_sem 6	29/06/2011	06/07/2011	17.9	19.5
camp 2011_sem 7	06/07/2011	13/07/2011	1.1	20.3
camp 2011_sem 8	03/08/2011	10/08/2011	6.1	18.9
camp 2011_sem 9	10/08/2011	17/08/2011	2.3	19.3
camp 2011_sem 10	14/09/2011	21/09/2011	1.4	19.3
camp 2011_sem 11	21/09/2011	28/09 2011	0.2	20.8
camp 2011_sem 12	28/09/2011	05/10 2011	10.8	20.9
camp 2011_sem 13	05/10/2011	12/10 2011	0	22
camp 2011_sem 14	12/10/2011	19/10 2011	12.3	22.7
camp 2011_sem 15	19/10/2011	26/10 2011	0.2	22.3
camp 2011_sem 15b	26/10/2011	02/11/2011	0.4	23.4
camp 2011_sem 15c	09/11/2011	16/11/2011	4.8	22.6
camp 2011_sem 15d	16/11/2011	23/11/2011	0.7	23.8
camp 2011_sem 16	23/11/2011	30/11 2011	4.6	24.8
camp 2011_sem 17	14/12/2011	21/12 2011	30.6	24.4

Tableau 5 : Précipitations et températures relevées durant les périodes de prélèvement, d'après les données fournies par Météo France

On dénombre quatre séries hebdomadaires pour lesquelles les précipitations ont été abondantes (supérieures à 20 mm). Il s'agit des séries suivantes : camp 2011_sem 2, camp 2011_sem 3, camp 2011_sem 4 et camp 2011_sem 17. La série camp 2011_sem 6 affiche également des précipitations conséquentes, proche de 20 mm.

Les précipitations, par lessivage de l'atmosphère, favorisent la retombée des particules en suspension sur le sol, ce qui a pour effet la diminution des niveaux de poussières dans l'air ambiant.

4. Résultats

4.1. Résultats des analyses

4.1.1. Caractérisation des niveaux moyens en 2011

4.1.1.1. Représentativité des moyennes annuelles

L'analyse des niveaux moyens de métaux sur les 17 semaines de mesures réparties sur l'année 2011 permet de définir l'exposition moyenne des différents sites de mesure.

La surveillance « réglementaire » du point de vue des directives 2004/107/CE et 2008/50/CE impose une période de couverture annuelle d'au moins 14 % pour considérer la mesure comme représentative.

Ces directives mentionnent une mesure aléatoire par semaine, répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines réparties uniformément sur l'année.

Dans notre cas, le contexte de la pollution d'origine industrielle a amené à sélectionner les échantillons de fraction PM10 lorsque les conditions de vent étaient favorables à la dispersion des poussières vers l'un des sites de prélèvements.

Cette sélection d'échantillons empêche la reconstitution des moyennes annuelles au sens des directives européennes, selon lesquelles une répartition uniforme au cours de l'année est nécessaire.

Malgré le non-respect du critère d'uniformité de la répartition des échantillons, le calcul de moyennes annuelles sur la base des résultats des séries hebdomadaires sélectionnées en 2011 a été fait à titre indicatif.

Les modalités de calcul de ces valeurs annuelles ne permettent donc pas une comparaison avec les années précédentes et sont à considérer en tant que telles.

Notons tout de même que la campagne 2011, avec une durée totale de 31 % du temps, témoigne d'une bonne représentativité annuelle.

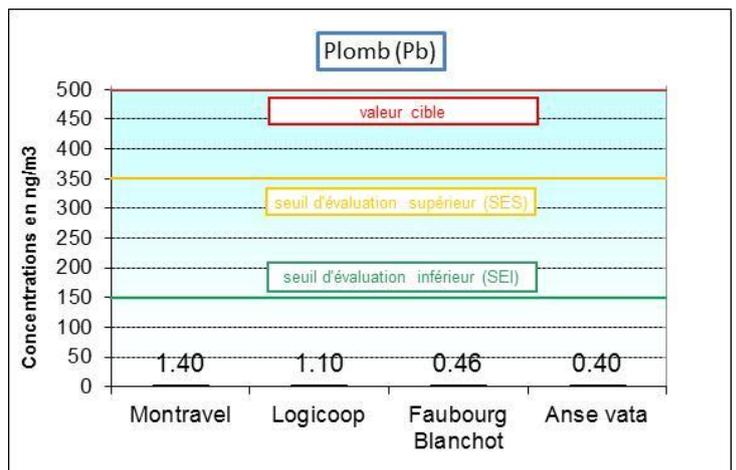
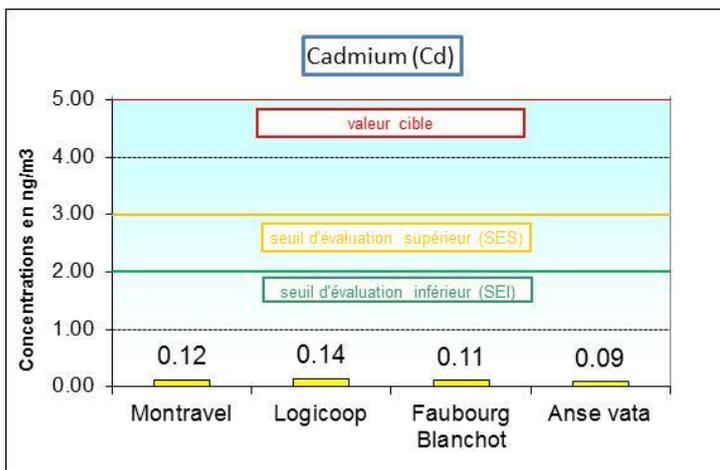
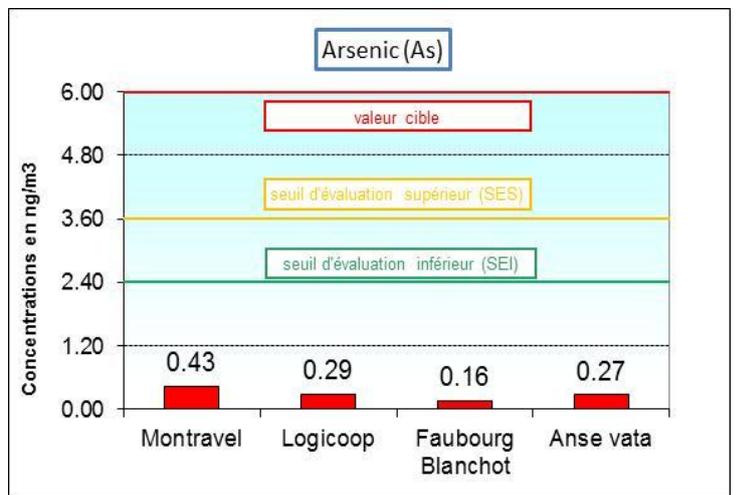
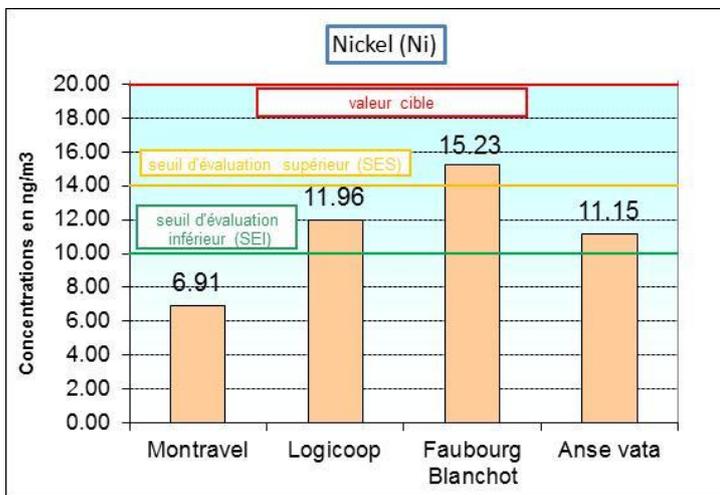
4.1.1.2. Le réseau de stations fixes

Les graphiques 1 représentent les niveaux moyens relevés pour chacun des métaux, sur chaque site de mesure en 2011¹³.

Comparativement aux années précédentes et donc indépendamment du critère de sélection des échantillons, les niveaux annuels d'arsenic, de cadmium et de plomb restent très faibles, et respectent largement les valeurs de seuil à ne pas franchir. A Nouméa, les niveaux ces métaux semblent être présents à l'état de trace.

Pour le nickel, le seuil d'évaluation supérieur (SES) de 14 ng/m³, a été franchi au Faubourg Blanchot, et le seuil d'évaluation inférieur (SEI), de 10 ng/m³ a été dépassé à Logicoop et à l'Anse Vata. La valeur cible annuelle de 20 ng/m³ n'a été dépassée sur aucun des sites.

Graphiques 1 : Concentrations moyennes en métaux par site de mesure en 2011 – en ng/m³



¹³ Qualification des niveaux de polluants :

- très faibles : proche du seuil de détection
- faibles : très en-dessous des valeurs de référence (SEI, SES, VC)
- moyens : proches des valeurs de référence (SEI, SES, VC)
- forts : atteignant ou dépassant les valeurs de référence (SEI, SES, VC)

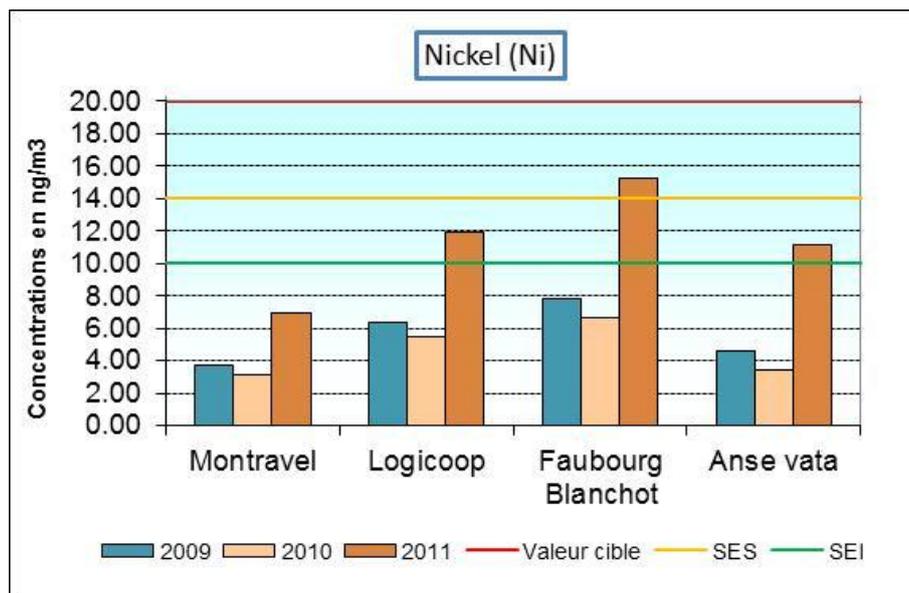
Sur le graphique 2, réalisé à titre indicatif, on observe que les niveaux de nickel mesurés en 2011 sont en moyenne doublés sur l'ensemble des sites de mesure par rapport aux années précédentes.

Cette différence traduit l'influence probable de l'activité industrielle pyrométallurgique sur les taux de nickel présent dans l'air ambiant à l'échelle de l'année.

En effet, les prélèvements de poussières analysées ayant été fait sous les vents de Doniambo, les niveaux moyens de nickel mesurés en 2011 correspondent davantage à une moyenne des niveaux de pointes sur l'année (2011) qu'à une moyenne annuelle réelle (2009 et 2010).

Ce constat permet de confirmer la supposition faite suite aux résultats des campagnes 2009 et 2010 sur l'origine majoritairement industrielle des particules de nickel de granulométrie PM10 sur la ville de Nouméa.

Graphique 2 : *Concentrations moyennes en nickel par site de mesure 2009 – 2010 – 2011 en ng/m³*



Notons que les résultats 2011 conservent le même profil de concentration que les années précédentes (graphique 2). Les sites les plus impactés par le nickel restent dans l'ordre, le Faubourg Blanchot, Logicoop, l'Anse Vata puis Montravel.

Dans les sections suivantes, l'étude fine des niveaux de nickel à l'échelle hebdomadaire du prélèvement permet de visualiser le phénomène d'influence de l'activité industrielle.

4.1.1.3. Le laboratoire mobile

Deux campagnes de mesure ont été effectuées par moyen mobile en 2011 : la campagne de l'anse N'Du et la campagne de la Voie de Dégagement Ouest.

Pour une question de représentativité temporelle et de répartition des mesures sur l'année, les résultats de ces campagnes ne permettent pas d'estimer de moyennes annuelles dans la cadre des directives européennes.

Les moyennes globales des niveaux de métaux (en ng/m³) ont ainsi été calculées à titre indicatif : celles-ci ne sont pas assimilables à des moyennes annuelles, elles ne représentent qu'une moyenne des niveaux de métaux des échantillons analysés :

Site de mesure	Arsenic	Cadminum	Plomb	Nickel
Anse N'Du	1.15	0.59	4.64	61.02
VDO - RP Berthelot	0.18	0.06	1.54	14.95

Tableau 6 : Concentrations moyennes en métaux sur les sites de mesure laboratoire mobile 2011 – en ng/m³

Bien que les valeurs ne soit pas comparables en raison de la non représentativité annuelle des mesures, on remarque que sur le site de l'Anse N'Du, la moyenne en nickel dépasse largement la valeur cible annuelle des 20 ng/m³. Sur le site de la VDO, la moyenne dépasse la valeur annuelle du Seuil d'Information Supérieur (SES).

On observe ainsi de forts écarts de valeur entre les mesures stations fixes et laboratoire mobile de l'Anse N'Du.

Ces écarts peuvent s'expliquer par 2 hypothèses :

- un taux de poussière fine PM riche en nickel particulièrement élevé durant les semaines de prélèvement à l'Anse N'Du,
- utilisation d'une méthode de prélèvement différente¹⁴ de celle des sites fixes (MTR, LGC, FB et AV) sur le laboratoire mobile (Rue Galliéni) : la sous-estimation connue des niveaux particules fines et de métaux mesurés par les préleveurs ACCU qui équipent les stations fixes pourrait en partie expliquer l'écart important avec les valeurs mesurées par le préleveur SWAM équipant le laboratoire mobile.

¹⁴ Voir partie 3.1.2. Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence .p.16

4.1.2. Analyse des données hebdomadaires 2011

L'étude des concentrations de métaux dans l'air par série permet de mettre en évidence les niveaux hebdomadaires de pointe pour chaque site et chaque polluant.

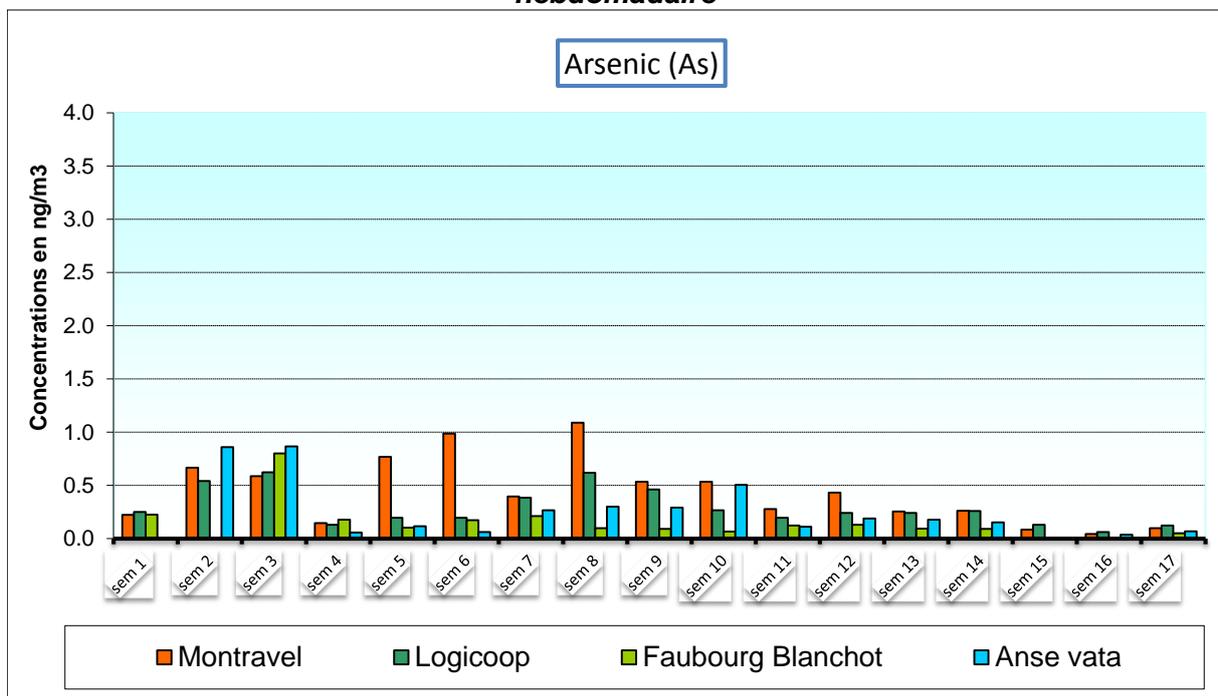
A cette échelle de temps, il est possible d'étudier l'influence des paramètres météorologiques sur les niveaux de métaux mesurés, plus particulièrement, celle des régimes de vents, qui sont à Nouméa très variables selon la saison, mais également, de manière parfois conséquente, à l'échelle d'un jour ou d'une semaine.

Ainsi, selon la direction des vents dominants, il est possible d'étudier l'influence des sources potentielles d'émission de métaux dans l'air sur chaque semaine de mesure.

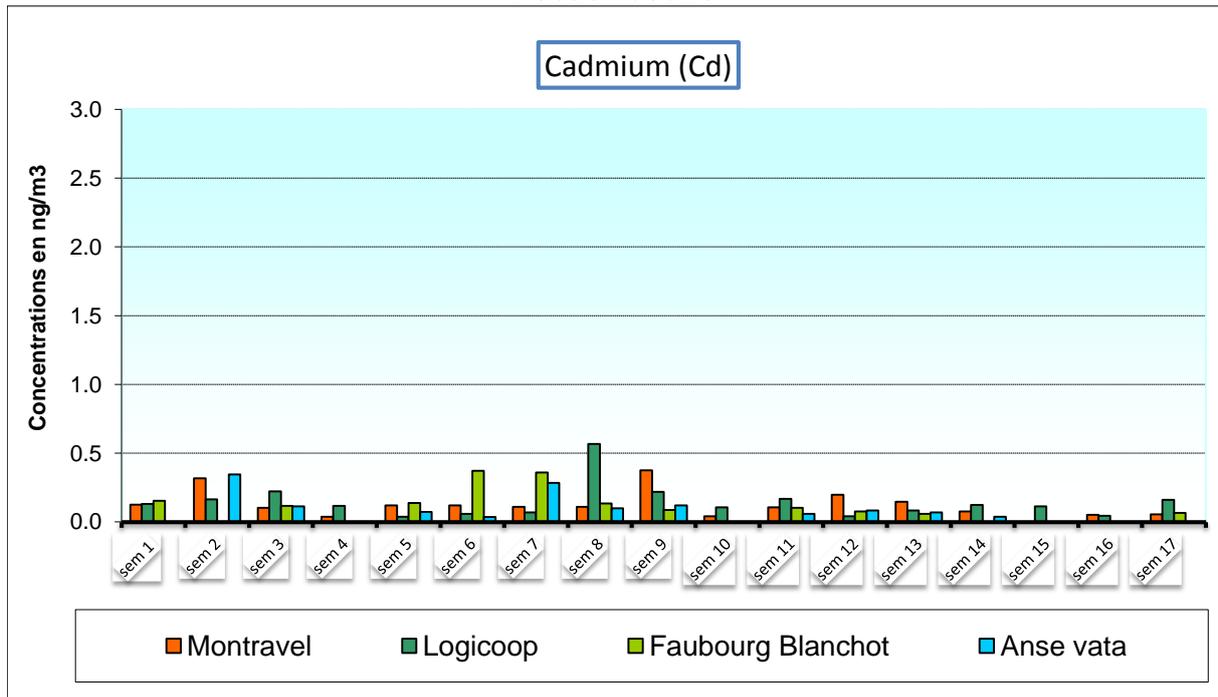
4.1.2.1. Analyse par polluant sur le réseau de stations fixes

Les graphiques suivants représentent les niveaux des métaux mesurés sur chacune des 17 séries hebdomadaires au niveau des 4 stations fixes de Nouméa.

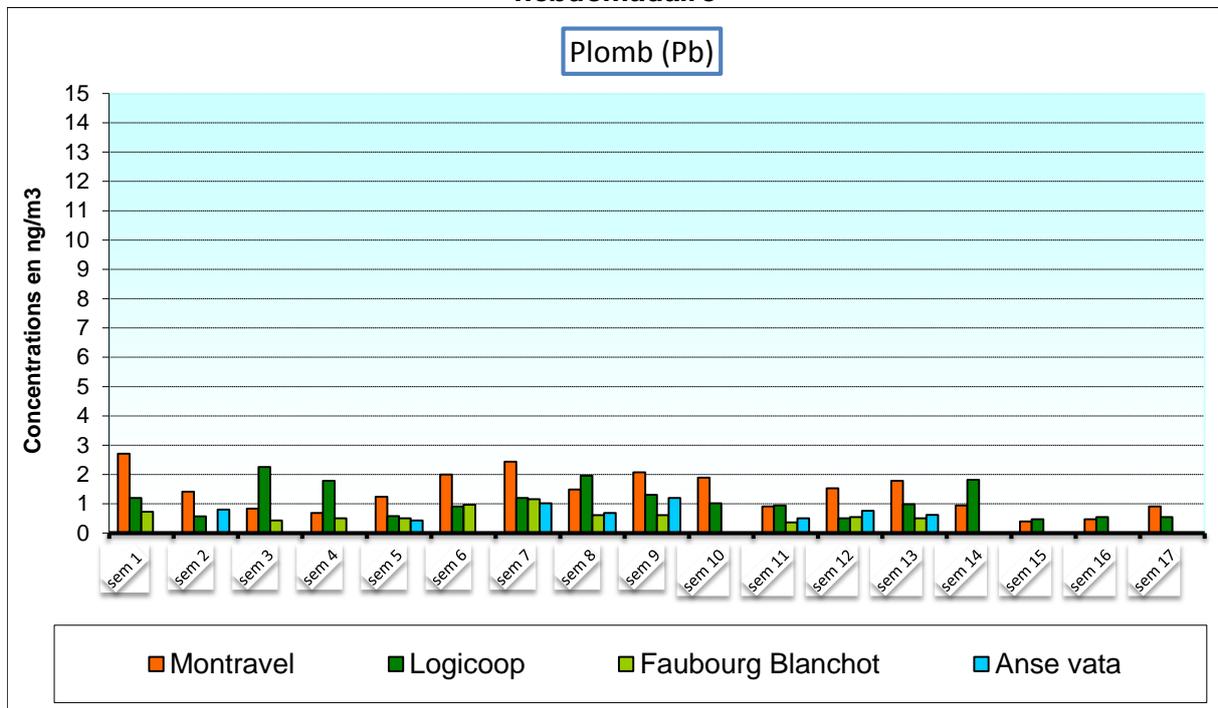
Graphique 3 : Concentrations en arsenic par site fixe de mesure et par série hebdomadaire



Graphique 4 : Concentrations en cadmium par site fixe de mesure et par série hebdomadaire



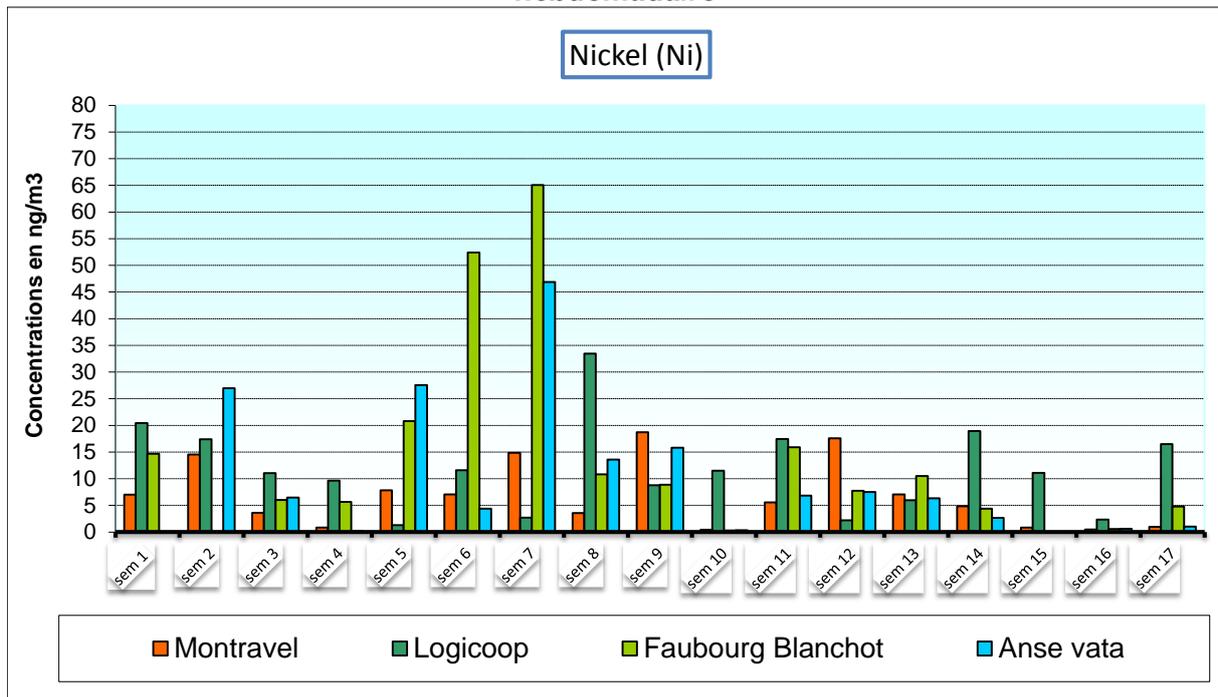
Graphique 5 : Concentrations en plomb par site fixe de mesure et par série hebdomadaire



Sur l'ensemble des séries hebdomadaires, les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb mesurés sur les stations fixes sont très faibles, à l'image de ceux mesurés en 2009 et 2010.

Le cadmium et le plomb sont présents à l'état de traces.

Graphique 6 : Concentrations en nickel par site fixe de mesure et par série hebdomadaire



Pour le Nickel, les niveaux hebdomadaires dépassent ponctuellement les valeurs annuelles de référence.

Les niveaux les plus forts ont été mesurés sur les sites du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata au cours des séries 5 à 7, effectuées au cours des mois de juin et juillet, durant la saison fraîche.

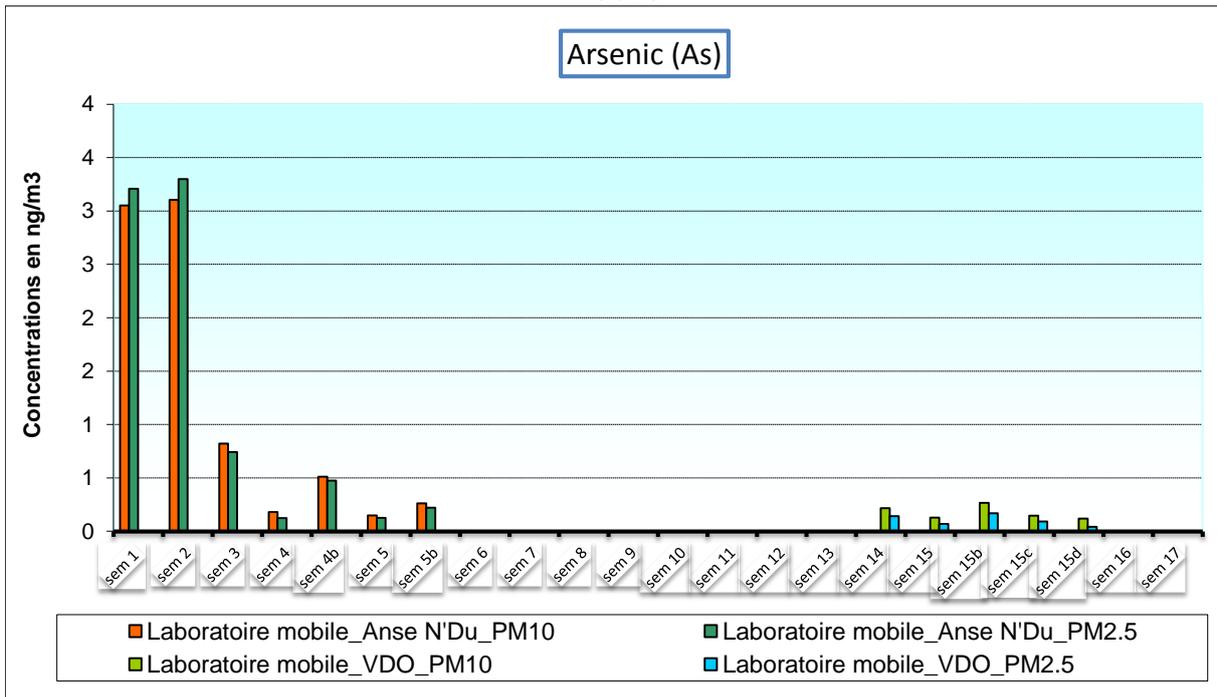
A l'exception du site de Logicoop, les niveaux les plus faibles ont été mesurés au cours des séries 13 à 17, réalisées entre les mois d'octobre à décembre, durant la saison chaude.

4.1.2.2. Analyse par polluant sur les deux sites de mesure par moyen mobile

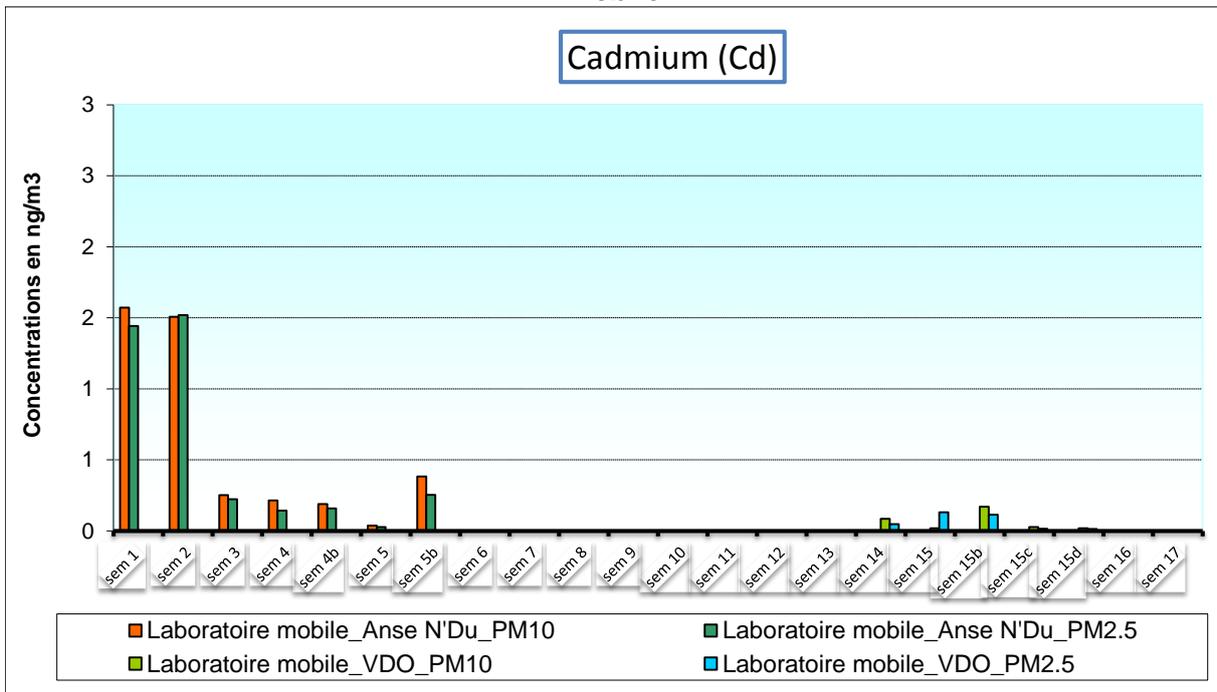
Les graphiques suivants représentent les niveaux des métaux mesurés par moyen mobile sur chacune des 12 séries hebdomadaires, dont 7 sur le site de l'Anse N'Du et 5 sur le site de la VDO.

NB : les séries 4b, 5b, 15b, 15c et 15d concernent uniquement les mesures effectuées par moyen mobile (pas de mesure sur station fixe pour ces séries).

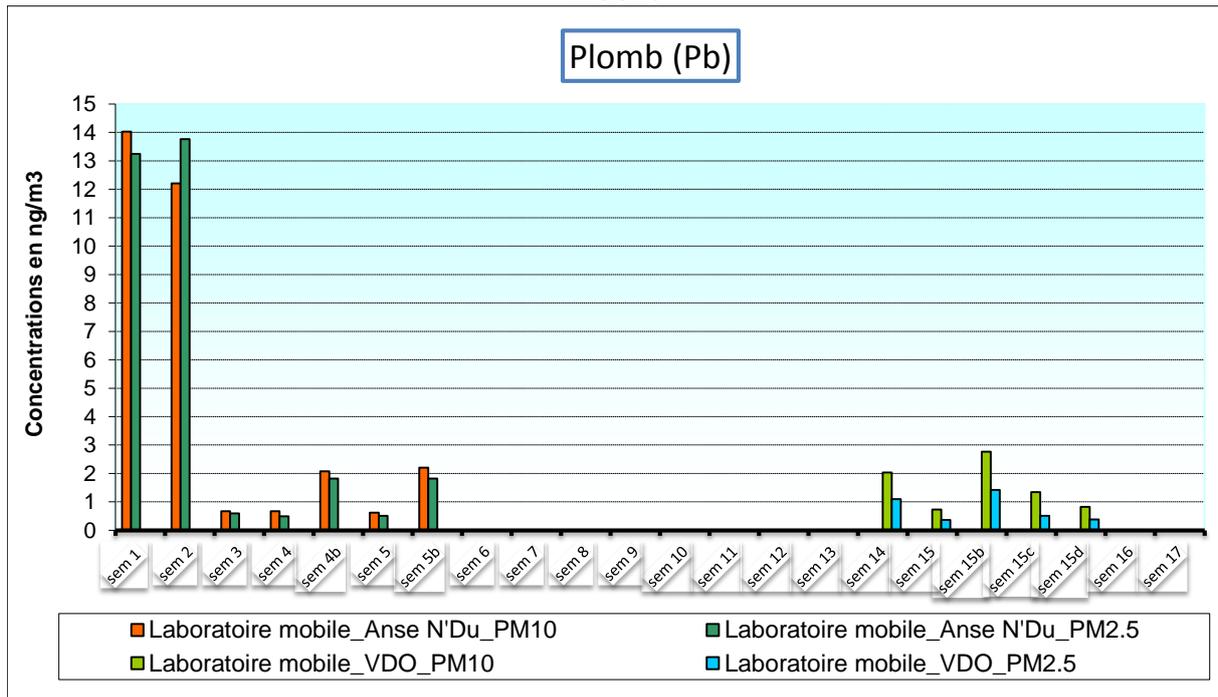
Graphique 7 : Concentrations en arsenic par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile



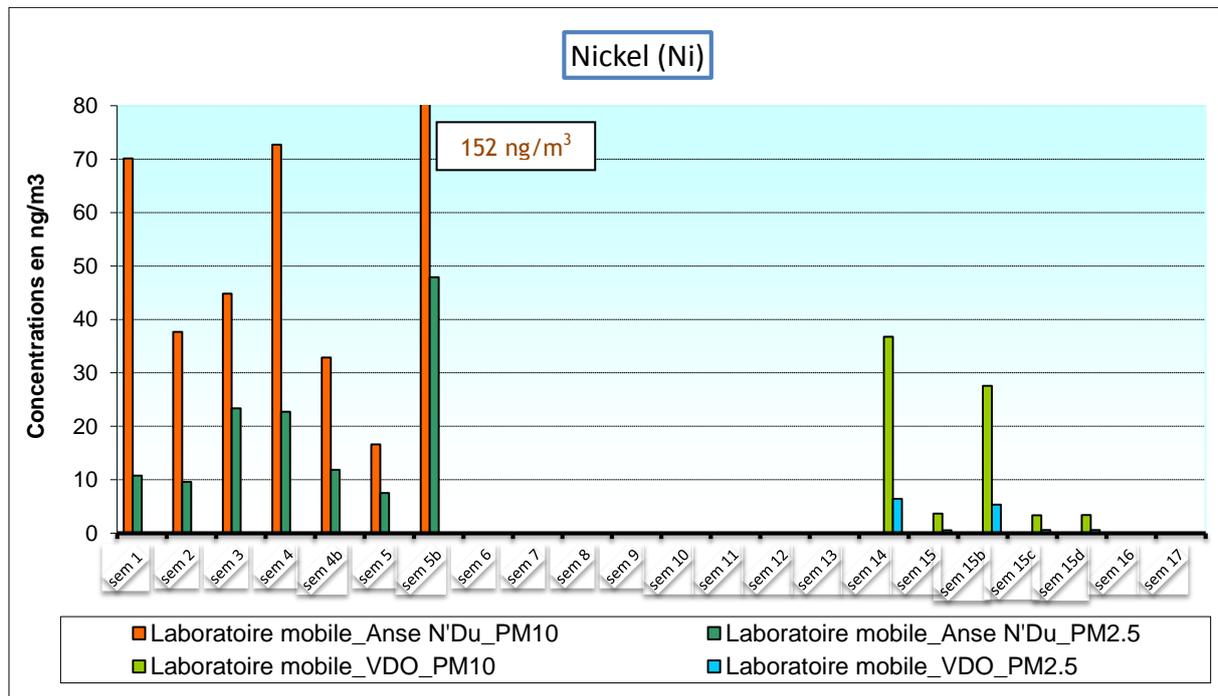
Graphique 8 : Concentrations en cadmium par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile



Graphique 9 : Concentrations en plomb par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile



Graphique 10 : Concentrations en nickel par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile



Pour l'arsenic, le cadmium et le plomb, on constate que les séries 1 et 2 affichent des niveaux sensiblement plus importants que ceux mesurés au cours de l'ensemble des autres séries.

Sur ces deux séries, les niveaux d'arsenic et de cadmium atteignent les valeurs des Seuils d'Information Inférieurs. Pour le plomb, les valeurs situées autour de 13 ng/m³ restent très inférieures aux seuils de référence annuels.

En ce qui concerne les autres séries, les taux d'arsenic, cadmium et plomb sont faibles à très faibles, à l'image de ceux mesurés sur le réseau de station fixe.

Sur l'ensemble des séries, on observe que les niveaux PM10 et PM2.5 sont très proches. Ce constat, déjà observé au cours de la campagne de mesure 2010, renseigne sur la granulométrie très fines des particules d'arsenic, de cadmium et de plomb mesurées, inférieures à 2.5 micromètres.

Pour le nickel, des valeurs élevées et ponctuellement très élevées ont été mesurées sur le site de l'Anse N'Du : sur les 7 séries de mesure, 6 affichent des niveaux de nickel supérieurs à la valeur cible annuelle de 20 ng/m³. Une valeur record, de 152 ng/m³ a été mesurée au cours de la série 5b.

Sur le site de la VDO, les niveaux de nickel mesurés ressemblent davantage à ceux observés sur le réseau fixe, avec deux valeurs élevées au cours des séries 14 et 15b.

Sur l'ensemble des séries, la proportion de particule de nickel PM2.5 varie entre 14 et 45 %.

4.1.2.3. Analyse des métaux inscrits dans la réglementation ICPE-SLN

Dans le cadre de la réglementation ICPE de la SLN, des mesures des métaux antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, nickel, plomb, manganèse, vanadium, zinc (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn) ont été réalisées.

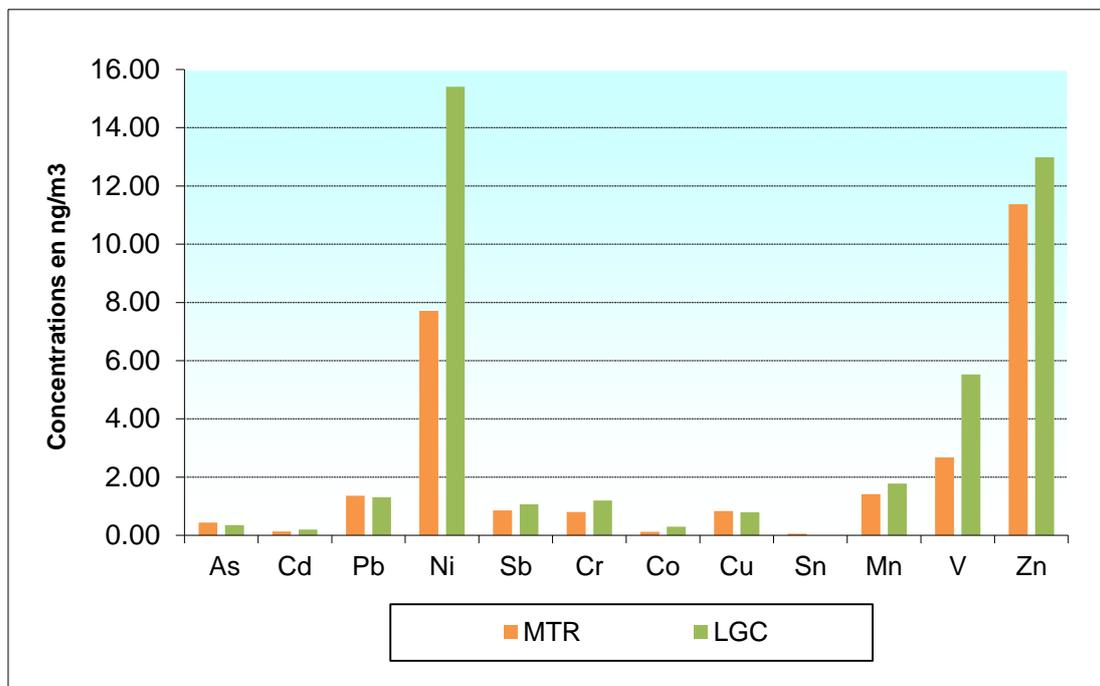
Ces mesures concernent uniquement les sites fixes de typologie industrielle : Logicoop et Montravel.

Au total, 8 séries hebdomadaires de mesure ont été sélectionnées sur l'année 2011.

Nom de la série hebdomadaire	Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Sites de mesure ICPE concernés
camp 2011_sem 1	23/02/2011	02/03/2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 3	23/03/2011	30/03/2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 8	03/08/2011	10/08/2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 9	10/08/2011	17/08/2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 11	21/09/2011	28/09 2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 12	28/09/2011	05/10 2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 14	12/10/2011	19/10/2011	Montravel et Logicoop
camp 2011_sem 15	19/10/2011	26/10/2011	Montravel et Logicoop

Tableau 7 : Séries ayant fait l'objet de mesure des métaux Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn

Graphique 11 : Concentrations moyennes en Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Ni, Pb, V et Zn à Logicoop et à Montravel



Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles et respectent leurs valeurs de seuil respectives.

Les niveaux de nickel sont comparables à ceux mesurés sur l'ensemble des 17 séries 2011.

On constate la présence de vanadium et de zinc.

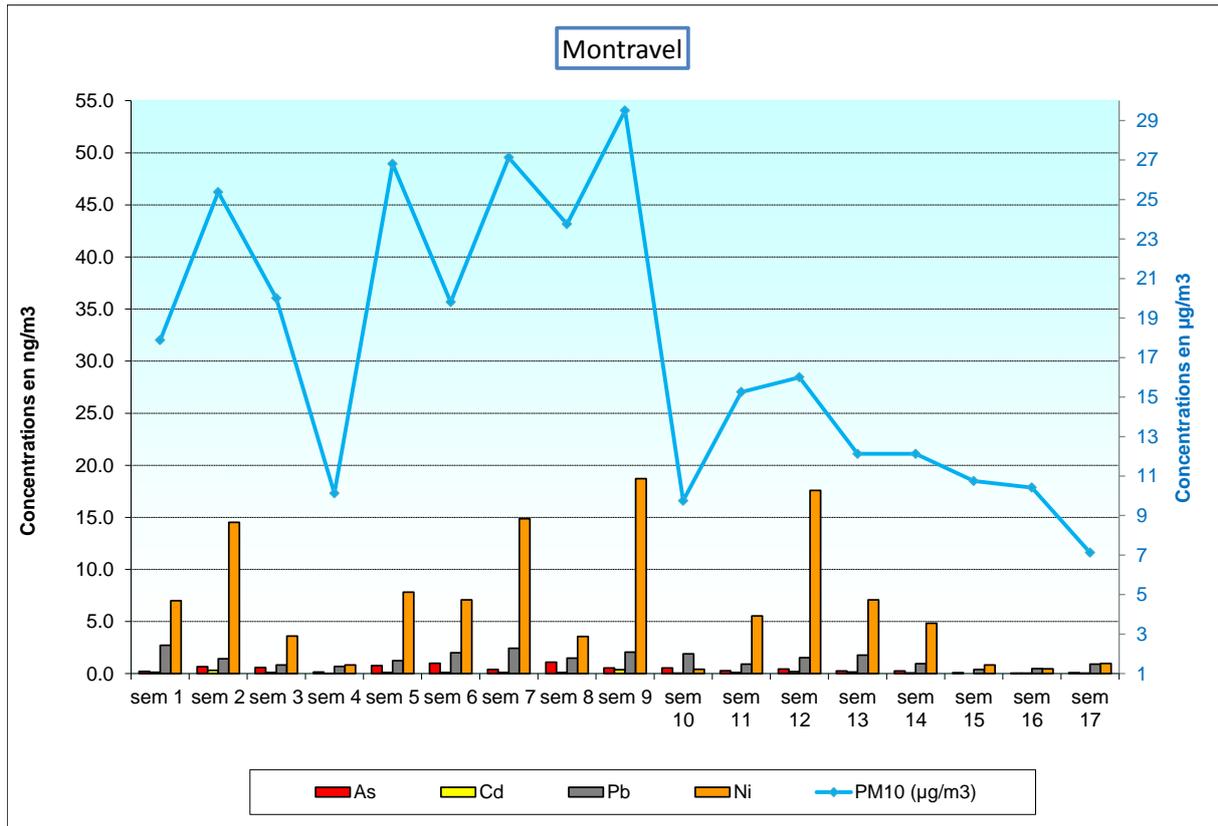
Les niveaux des autres métaux semblent très faibles. Du fait de l'absence de valeurs de référence pour les métaux : antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, vanadium, zinc (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+V+Zn), il est difficile de caractériser les niveaux observés.

4.1.2.4. Analyse par site de mesure

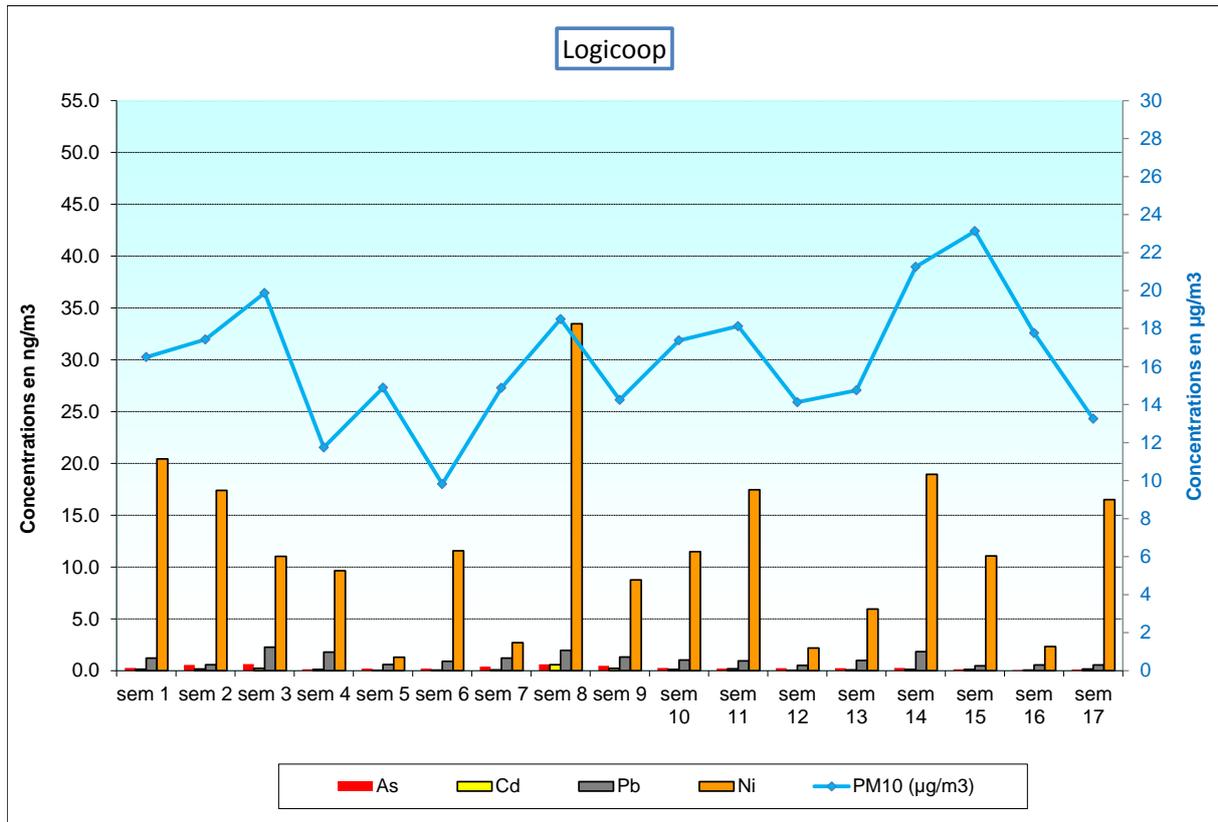
Les graphiques suivants montrent l'évolution des niveaux hebdomadaires des 4 métaux surveillés sur chaque site de mesure.

La courbe bleue correspond aux niveaux moyens de particules PM10 (ou PM2.5 pour le laboratoire mobile) mesurés sur chaque semaine de prélèvement (moyennes hebdomadaires en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

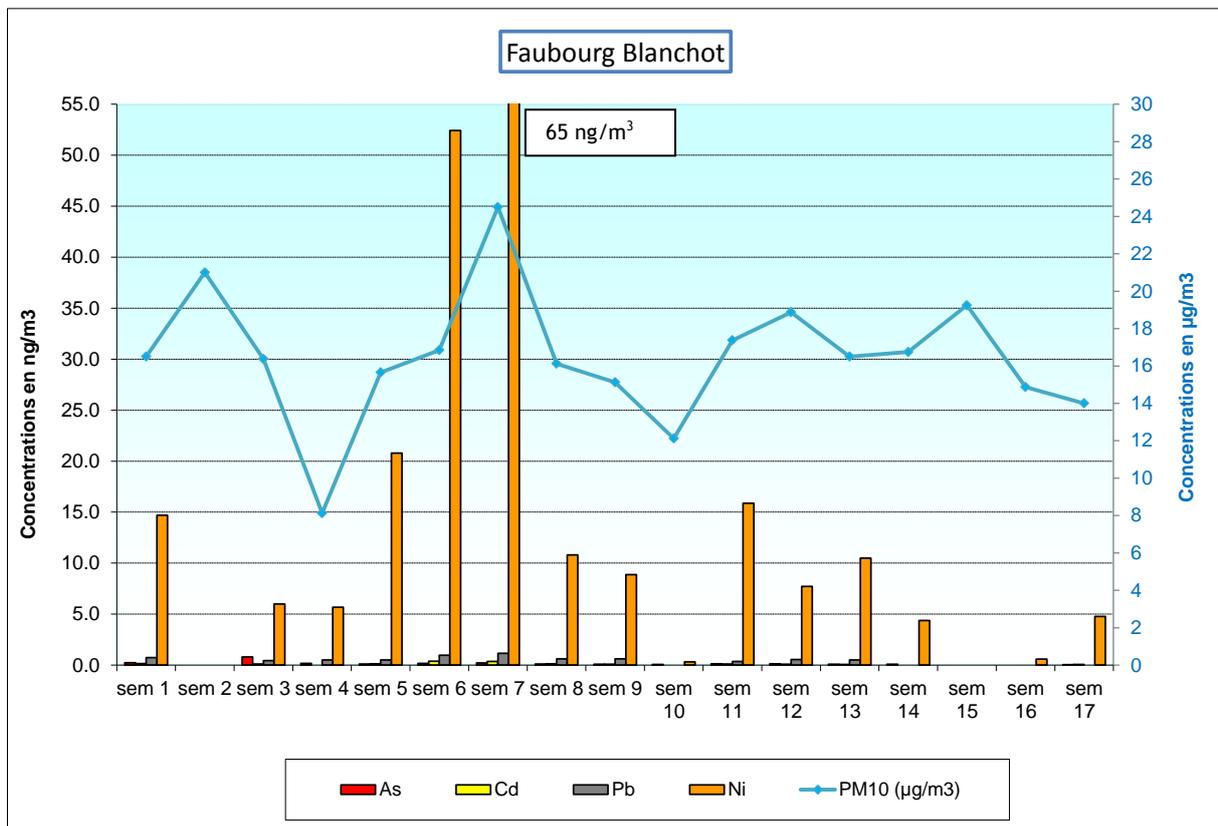
Graphique 12 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire - Montravel



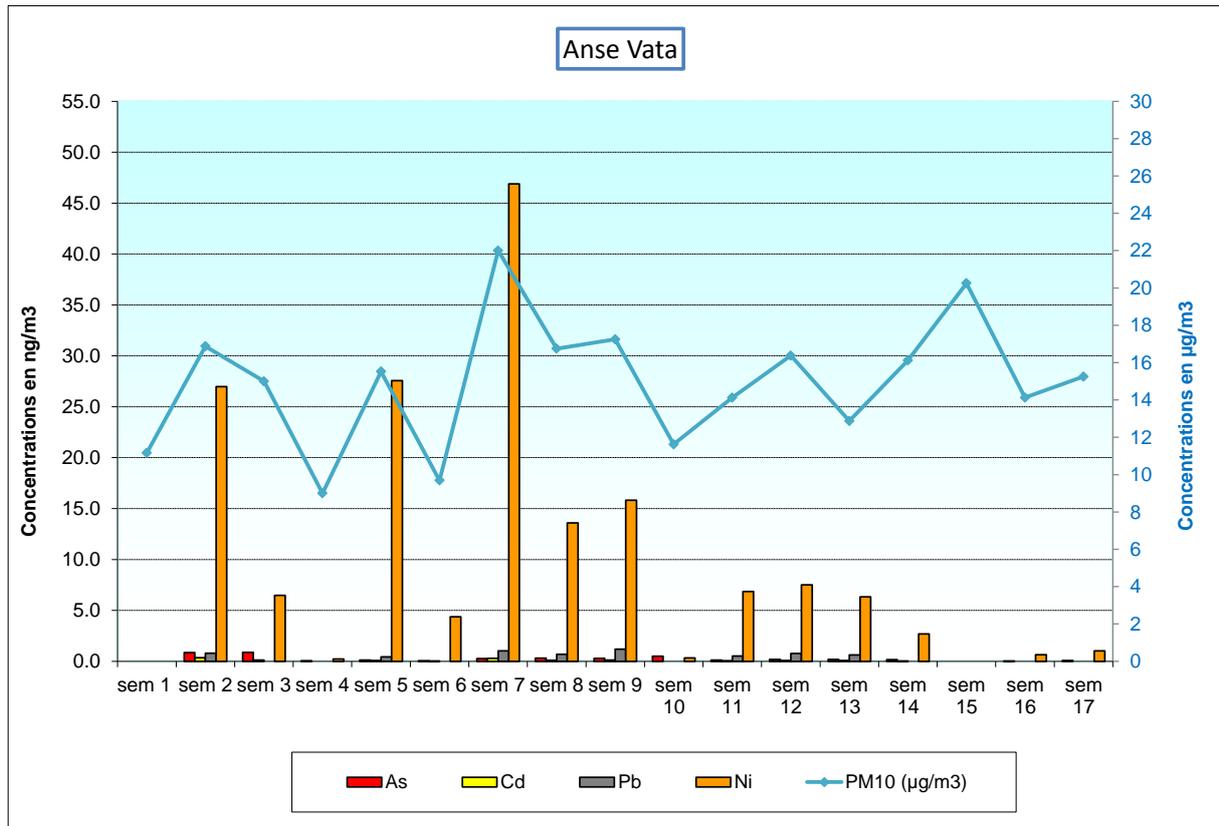
Graphique 13 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire - Logicoop



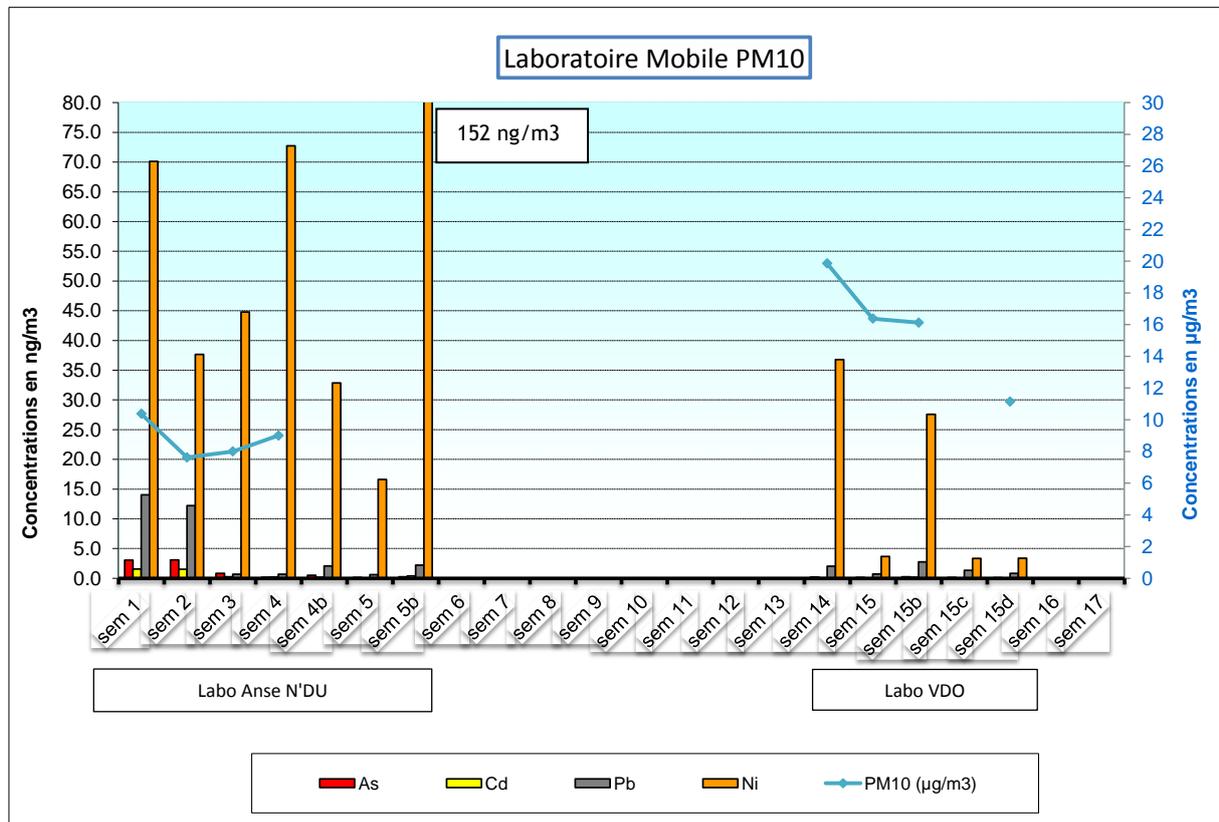
Graphique 14 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire – Faubourg Blanchot



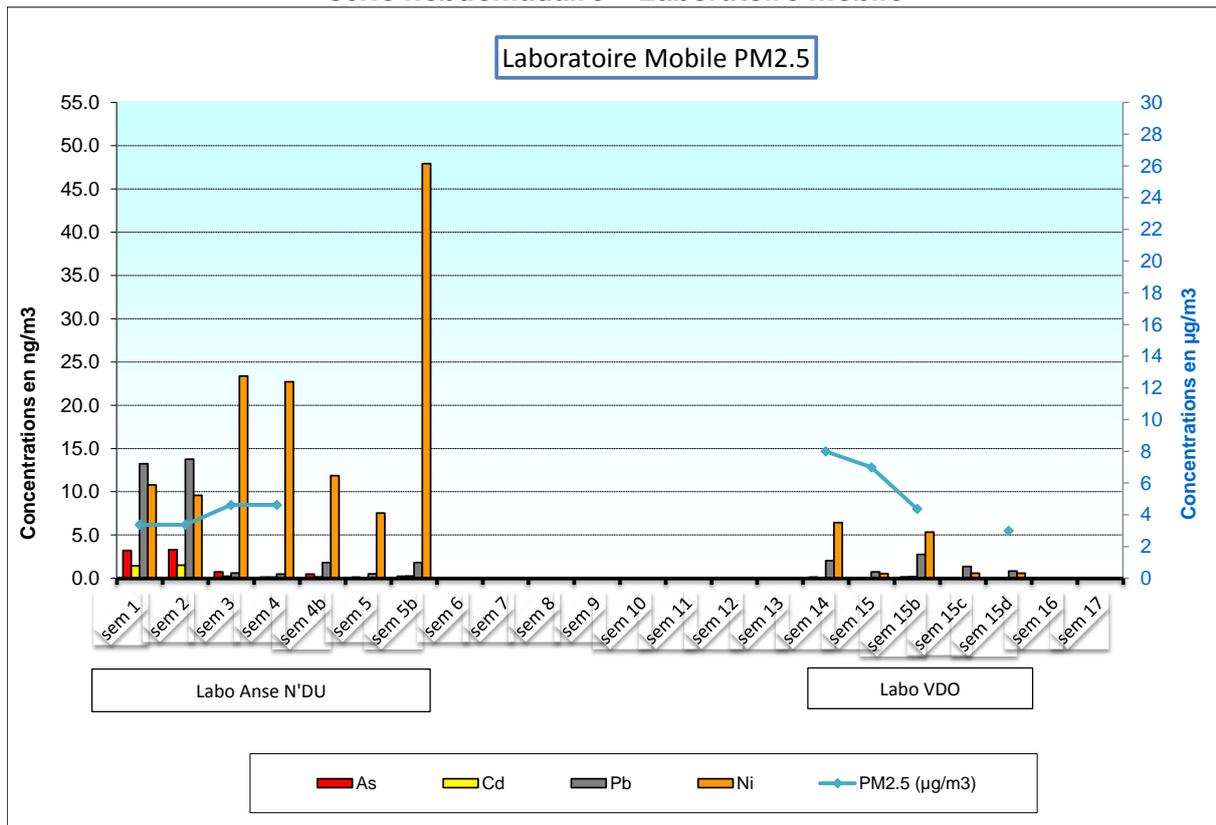
Graphique 15 : Concentrations en particules PM10 et niveaux de métaux par série hebdomadaire – Anse Vata



Graphique 16 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire – Laboratoire mobile



Graphique 17 : Concentrations en particules PM2.5 et concentrations en métaux par série hebdomadaire – Laboratoire mobile



NB : pour le laboratoire mobile, les données de concentrations des PM sont en partie indisponibles en raison de problèmes techniques

Sur les sites fixes de manière globale, les niveaux de pointe de nickel correspondent aux niveaux de particules PM10 les plus forts. Cette situation se vérifie à Montravel avec les séries 2, 7 et 8, à Logicoop avec les séries 1, 2, 8, 11 et 14, au Faubourg Blanchot avec les séries 1, 6, 7 et 11 et à l’Anse Vata avec les séries 2, 5, 7 et 9.

De manière générale, les niveaux de PM10 les plus bas correspondent aux niveaux de nickel les plus faibles.

La correspondance entre niveaux de pointe en PM10 et niveaux de pointe en nickel n’est pas vérifiée systématiquement. On observe des séries pour lesquelles des niveaux de PM10 relativement hauts correspondent à des niveaux plutôt faibles en nickel : les séries 3, 15, 16 à Logicoop, les série 2, 12, 15 au Faubourg Blanchot, les séries 5 et 8 à Montravel et 14 et 15 à l’Anse Vata.

Inversement, on observe, mais de manière moins fréquente, des séries pour lesquelles des niveaux de nickel élevés correspondent à des niveaux de PM10 relativement faibles : la série 17 à Logicoop et la série 12 à Montravel.

On constate que les niveaux de PM10 les plus forts du réseau fixe, de l’ordre de 25 à 29 µg/m³ ont été atteints sur le site de Montravel (graphique 12) tandis que les

niveaux de nickel les plus forts, supérieurs à 45 ng/m^3 ont été atteints sur les sites du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata (graphiques 14 et 15).

Ainsi, en considérant l'ensemble du réseau fixe, les taux de nickel les plus forts ne correspondent pas aux niveaux de PM10 les plus forts.

Sur les sites du laboratoire mobile, en considérant chacune des deux campagnes de mesure, on observe une corrélation entre les niveaux de nickel et les niveaux de poussières PM10 et PM2.5 : les niveaux de nickel et de PM10 / PM2.5 évoluent de la même manière.

En comparant les deux campagnes, on constate que les niveaux de nickel mesurés à l'Anse N'Du sont très supérieurs à ceux mesurés aux niveaux de la VDO, alors que ce constat s'inverse pour les niveaux de PM10 / PM2.5.

De ces analyses, on peut dresser les constats et hypothèses suivantes :

- des concentrations en PM10 évoluent globalement de la même manière que les concentrations en nickel,
- existence d'un niveau de fond de particules PM10 ne contenant pas ou contenant peu de particules de nickel,
- existence d'une fraction de particules PM10 plus ou moins riche en nickel qui semble s'ajouter à ce niveau de fond,
- existence d'une fraction de particules PM10 ne contenant pas ou peu de particules de nickel et qui semble s'ajouter au niveau de fond, notamment sur Montravel dans certaines conditions.

Au regard des sources d'émission de poussières PM10 connues¹⁵, il apparaît qu'aux niveaux de fond d'origine naturelle, s'ajoute des niveaux de poussières liées à l'activité humaines.

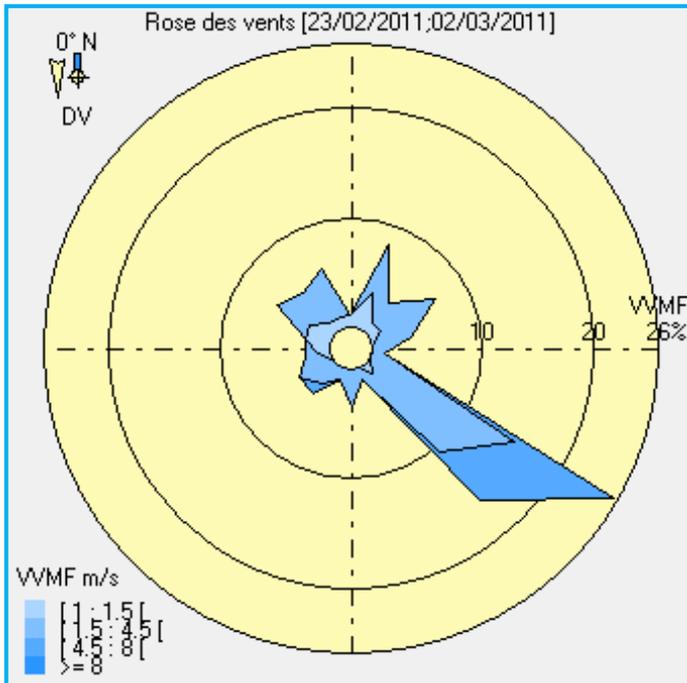
La présence de particules de nickel, dans des concentrations plus ou moins importantes, s'expliquent vraisemblablement par les émissions d'origine industrielle liée à l'usine de valorisation du nickel de Doniambo (SLN). Du fait des précédés industriels, ces émissions ne sont pas continues et peuvent varier d'une journée à l'autre ou au cours de la même journée.

D'autres types d'émissions connus comme la centrale thermique de Doniambo, le trafic routier, les petites industries localisées, les brûlages d'origine domestique (bois, déchets verts, ordures ménagères ...) peuvent expliquer les niveaux de pointes de poussières PM10 ne contenant pas de nickel.

Pour aller plus loin dans l'interprétation des résultats, une analyse approfondie par série hebdomadaire, considérant les sources potentielles d'émissions de métaux sur la ville de Nouméa et les différents paramètres météorologiques, permet dans la partie suivante d'interpréter les niveaux hebdomadaires de nickel mesurés pour chaque site.

¹⁵ Voir partie 3.2. Les sites de prélèvement et les sources d'émissions de métaux lourds p.18-19

4.1.2.5. Analyse et interprétation des séries hebdomadaires



Camp 1 : série du 23/02/2011 au 02/03/2011

Conditions de vents majoritaires
 Directions : Variables, Est-Sud/Est à Sud-Est
 Vitesses : faible à moyenne

Précipitations (en mm)
 Faibles : 7.8 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 MTR : 18
 LGC : 17
 FB : 17
 Labo NDU - PM10 : 10
 Labo NDU - PM2.5 : 3

Niveaux de métaux lourds
 Sur le réseau de stations fixes, les niveaux de nickel sont les plus élevés à Logicoop et au Faubourg Blanchot. De fortes valeurs ont également été mesurées à l'Anse N'Du.
NB : pas de mesure à l'AV.

Camp 2 : série du 16/03/2011 au 23/03/2011

Conditions de vents majoritaires
 Directions : Variables, Nord, Nord-Est, Sud-Est, Ouest.
 Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)
 Moyennes : 21.6 mm

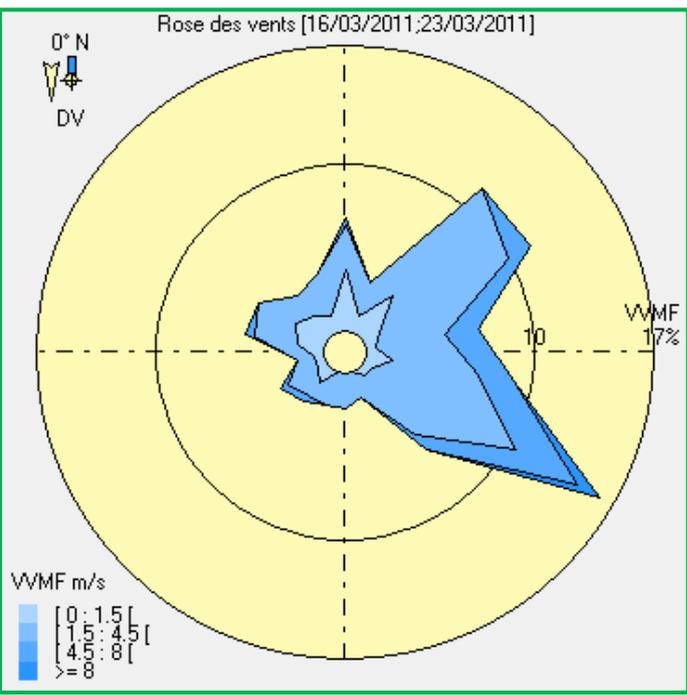
Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 MTR : 25
 LGC : 17
 AV : 17
 Labo NDU - PM10 : 8
 Labo NDU - PM2.5 : 3

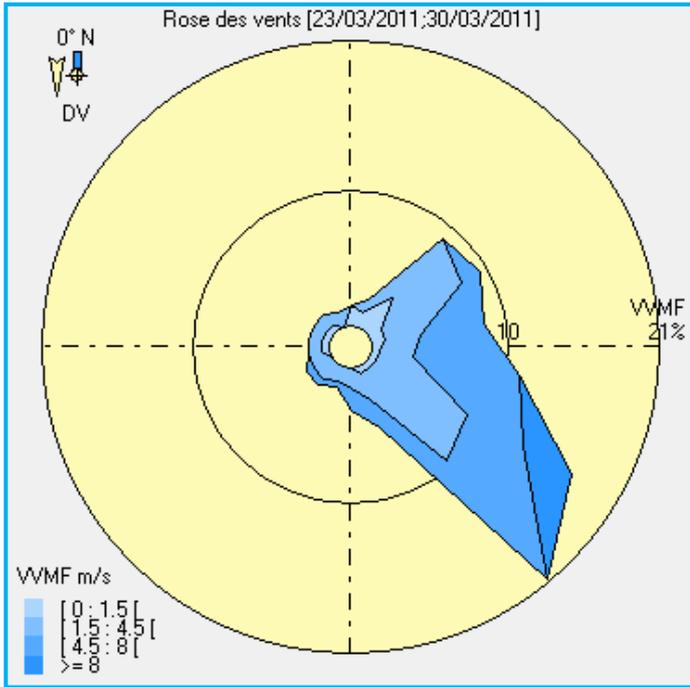
Niveaux de métaux lourds
 Les niveaux de nickel moyens à forts concernent l'ensemble des sites de mesure, avec des valeurs de pointes élevées à l'Anse Vata et à l'Anse N'Du.
NB : pas de mesure au FB.

Interprétation
 Les vents favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle vers diverses directions.
 Les vents faibles de secteur Nord semblent favoriser l'accumulation de poussières d'origine industrielle vers les quartiers Sud de la ville.
 Les précipitations, par effet de lessivage de l'air, ont pu réduire les niveaux de poussières PM10 et de métaux sur le réseau.

Interprétation

Les vents favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers la presqu'île de Ducos et dans une moindre mesure, vers le Faubourg Blanchot.





Camp 3 : série du 23/03/2011 au 30/03/2011

Conditions de vents majoritaires
 Directions : Nord-Est à Sud/Est
 Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)
 Moyennes : 21.8 mm

Niveaux de PM10 (en µg/m³)
 MTR : 20
 LGC : 20
 FB : 16
 AV : 15
 Labo NDU - PM10 : 8
 Labo NDU - PM2.5 : 5

Niveaux de métaux lourds
 Les niveaux de nickel sont relativement faibles sur le réseau fixe, avec une valeur de pointe mesurée à Logicoop. Des valeurs élevées ont été mesurées à l'Anse N'Du.

Interprétation

Les vents favorisent majoritairement la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers la presqu'île de Ducos.

Camp 4 : série du 30/03/2011 au 06/04/2011

Conditions de vents majoritaires
 Direction : Est-Nord/Est à Est-Sud/Est, Sud-Est
 Vitesses : moyenne à forte

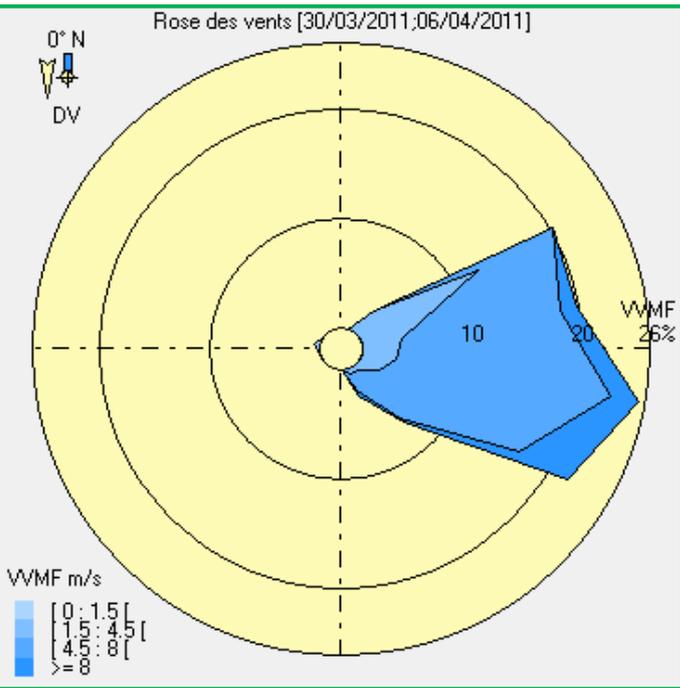
Précipitations (en mm)
 Fortes : 57.7 mm

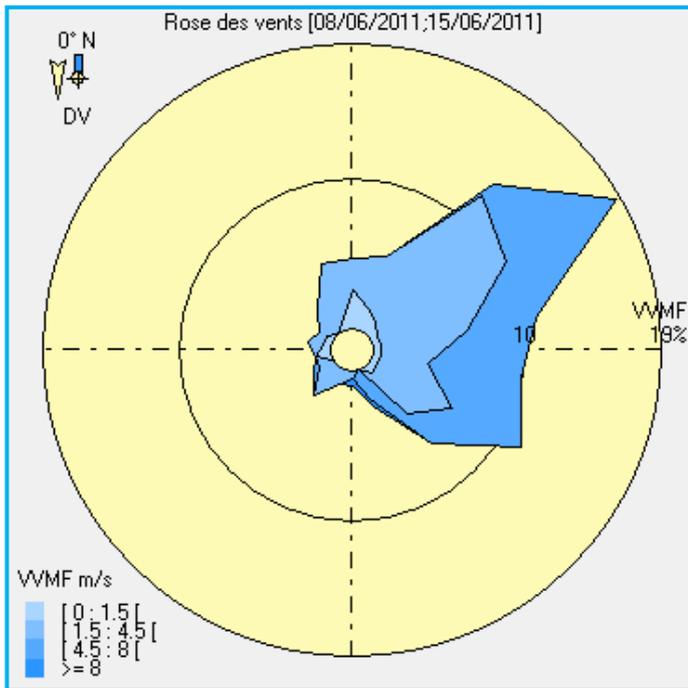
Niveaux de PM10 (en µg/m³)
 MTR : 10
 LGC : 12
 FB : 8
 AV : 9
 Labo NDU - PM10 : 9
 Labo NDU - PM2.5 : 5

Niveaux de métaux lourds
 Les niveaux de nickel sont faibles sur le réseau fixe, avec une valeur de pointe mesurée à Logicoop. Des valeurs très élevées ont été mesurées à l'Anse N'Du.

Interprétation

Les vents favorisent majoritairement la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers l'extrémité de la presqu'île de Ducos.
 Les fortes précipitations, par effet de lessivage de l'air, ont probablement réduit les niveaux de poussières PM10 et de métaux sur le réseau.





Camp 4 b : série du 08/06/2011 au 15/06/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Nord, Est-Nord/Est, Est-Sud/Est
Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 2.6 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Labo NDU - PM10 : pas de données
Labo NDU - PM2.5 : pas de données
Pas de mesure sur le réseau de station fixe.

Niveaux de métaux lourds

Les concentrations de nickel sont élevées sur l'Anse N'Du.

Interprétation

Les vents de secteur Est-Sud/Est favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle vers la presqu'île de Ducos.

Camp 5 : série du 15/06/2010 au 22/06/2010

Conditions de vents majoritaires

Directions : Variables, Nord, Nord-Est, Est-Sud/Est, Nord-Ouest, Ouest, Sud-Ouest.
Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 8.1 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 27 Labo NDU - PM10 : 7
LGC : 15 Labo NDU - PM2.5 : 4
FB : 16
AV : 16

Niveaux de métaux lourds

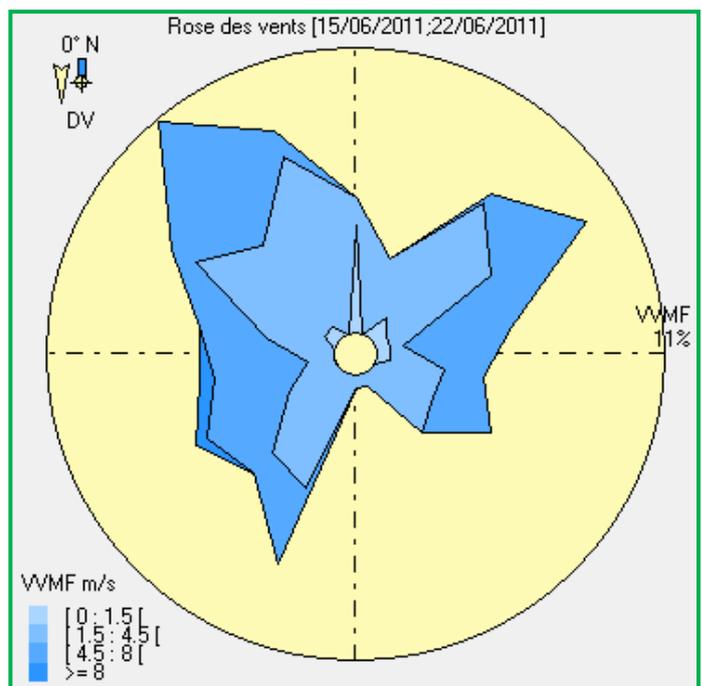
Sur le réseau fixe, le Faubourg Blanchot et l'Anse Vata affichent les niveaux de nickel les plus élevés. Logicoop affiche le niveau de nickel le plus faible.

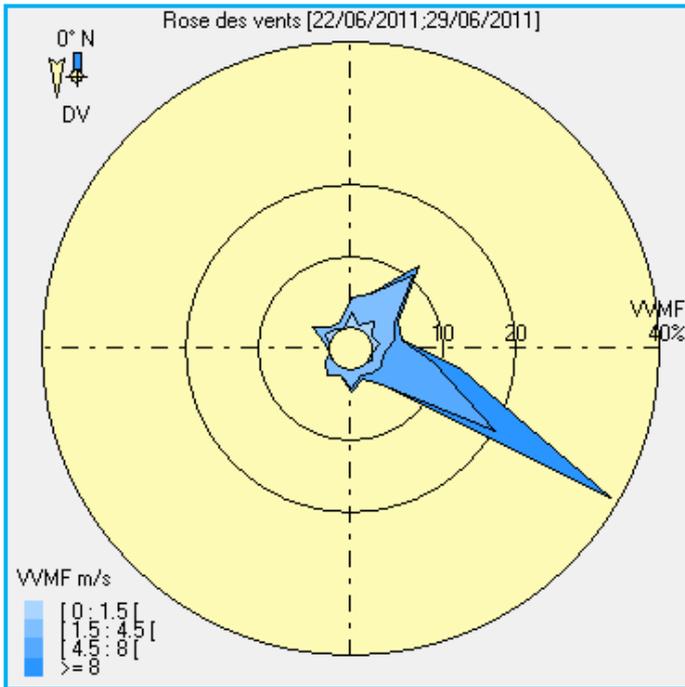
Observation(s) complémentaire(s)

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 à Montravel, au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata.

Interprétation

Les hausses de dioxyde de soufre confortent l'hypothèse d'une origine industrielle des particules PM10, ce qui peut expliquer les hauts niveaux de nickel au Faubourg et à l'Anse Vata par vent faible de secteur Nord-Ouest à Nord. A Montravel, des PM10 d'origines variées (brulages, trafic routier ...) peuvent expliquer la valeur élevée.





Camp 5 b : série du 22/06/2011 au 29/06/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : nord-Est, Est-Sud/Est
Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 0.4 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Labo NDU - PM10 : 7

Labo NDU - PM2.5 : 1

Pas de mesure sur le réseau de station fixe.

Niveaux de métaux lourds

Des niveaux records de nickel ont été mesurés à l'Anse N'Du, de $152 \text{ ng}/\text{m}^3$ pour les PM10, et $48 \text{ ng}/\text{m}^3$ pour les PM2.5.

Interprétation

Les vents majoritairement de secteur Est-Sud/Est ont favorisé la dispersion des poussières fines d'origine industrielle vers l'extrémité de la presqu'île de Ducos.

Camp 6 : série du 22/06/2010 au 29/06/2010

Conditions de vents majoritaires

Directions : variables, Nord-Ouest, Sud-Est, Est-Sud/Est, Sud-Ouest, Ouest.
Vitesses : faibles à moyennes

Précipitations (en mm)

Moyennes : 17.9 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 20 FB : 17

LGC : 10 AV : 10

Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

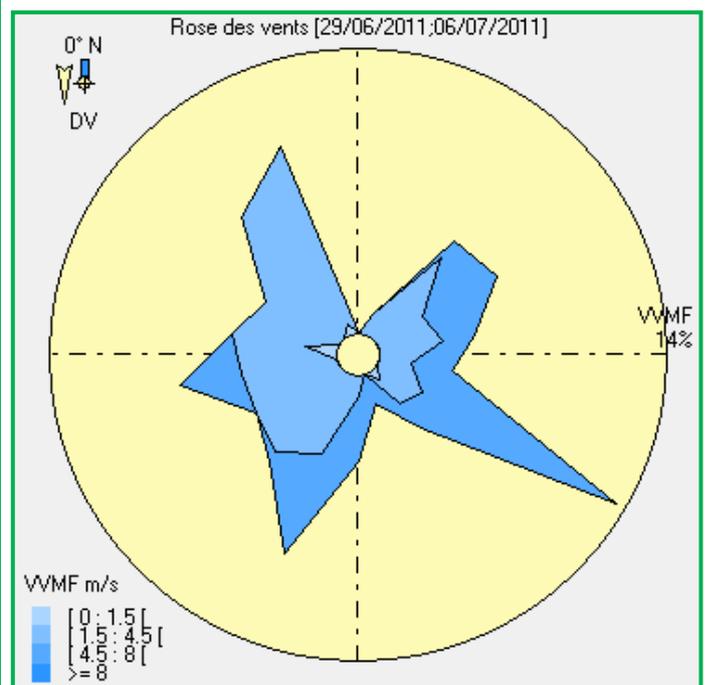
Sur le réseau fixe, le Faubourg Blanchot affiche les niveaux de nickel les plus élevés, avec une valeur très élevée supérieure à $50 \text{ ng}/\text{m}^3$.

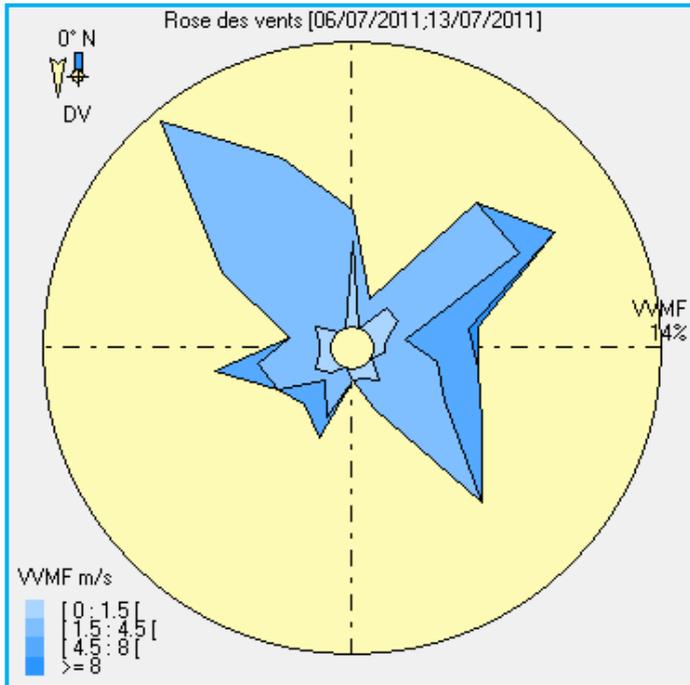
Observation(s) complémentaire(s)

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 au Faubourg Blanchot et dans une moindre mesure à Montravel.

Interprétation

Les hausses de dioxyde de soufre confortent l'hypothèse d'une origine industrielle des particules PM10, ce qui peut expliquer les hauts niveaux de nickel au Faubourg par vent faible de secteur Nord-Ouest. A Montravel, peu de nickel a été mesuré malgré la présence de vent de secteur Ouest-Sud/Ouest. Ceci peut s'expliquer par des retombées de poussières industrielles peu riche en nickel.





Camp 7 : série du 06/07/2011 au 13/07/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Variables, Nord/Est, Sud/Est, Sud-Ouest, Sud-Ouest à Ouest, Nord-Ouest.

Vitesses : faible à moyenne

Précipitations (en mm)

Faibles : 1.1 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 27 FB : 25

LGC : 15 AV : 22

Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

Les niveaux de nickel atteignent des valeurs très élevées au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata.

Une valeur moyenne a été mesurée à Montravel. Malgré la présence de vent de Sud-Est, peu de poussières et peu de nickel ont été mesurés à Logicoop.

Observation(s) complémentaire(s)

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 au Faubourg Blanchot, à l'Anse Vata et à Montravel.

Interprétation

Les vents faibles de secteurs Nord-Ouest à Nord ont favorisé les retombées de poussières PM10 issues de l'activité industrielle sur la ville, au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata. Les vents de secteurs Ouest-Sud/Ouest ont favorisé la dispersion des PM10 vers Montravel.

Camp 8 : série du 03/10/2011 au 10/08/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Variables, Est-Nord/Est à Sud-Est, Nord

Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 6.1 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 24 FB : 16

LGC : 19 AV : 17

Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

Sur le réseau de stations fixes, les niveaux de nickel sont les plus élevés à Logicoop, avec une valeur conséquente d'environ $33 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Des niveaux modérés de nickel ont été mesurés au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata.

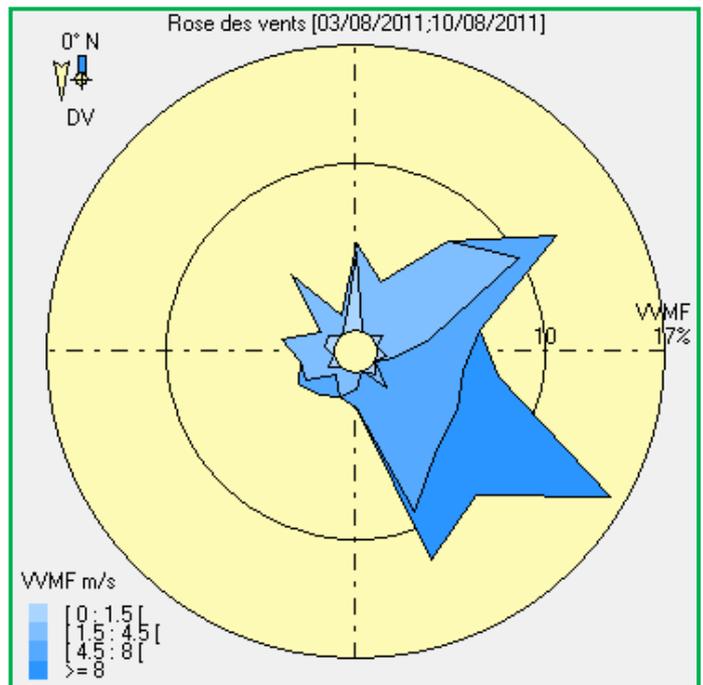
Observation(s) complémentaire(s)

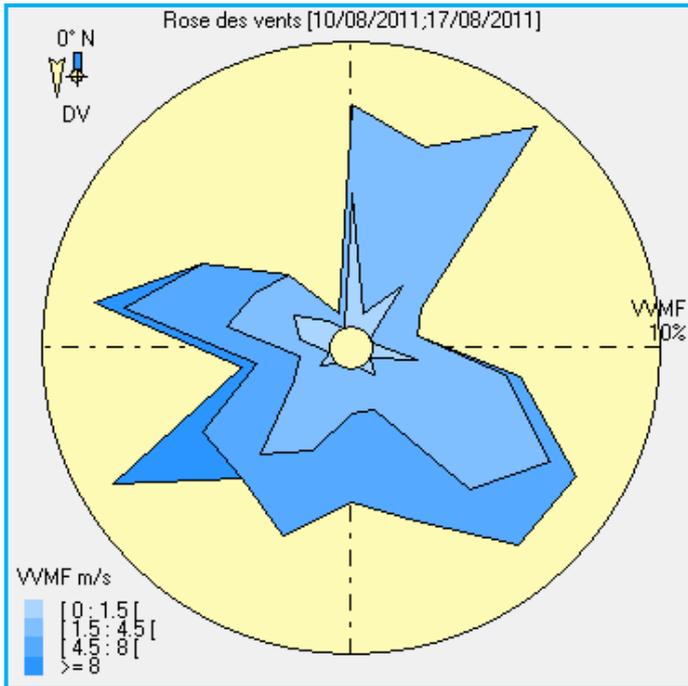
Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop.

Interprétation

Les vents favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle vers Logicoop selon les vents dominants de secteur Sud-Est.

Les vents faibles de secteur Nord favorisent de légères accumulations de poussières à l'Anse Vata et au Faubourg Blanchot.





Camp 9 : série du 10/08/2011 au 17/08/2011

Conditions de vents majoritaires
 Directions : Variables, Nord-Est à Sud-Est, Ouest.
 Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)
 Faibles : 2.3 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 MTR : 30 FB : 15
 LGC : 14 AV : 17
 Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds
 Les niveaux de nickel sont les plus élevés à Montravel et à l'Anse Vata.
 Dépassement de la valeur limite journalière - PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 13/08 sur Montravel avec une valeur de $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Observation(s) complémentaire(s)
 Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 à Montravel.

Interprétation
 Les vents de secteurs variables ont favorisé l'accumulation de poussières sur la ville, avec une prédominance vers Montravel par vent moyens à forts de secteur Ouest-Sud/Ouest et vers l'Anse Vata, par vents de faibles de secteur Nord.

Camp 10 : série du 14/09/2011 au 21/09/2011

Conditions de vents majoritaires
 Directions : Nord-Est, Est-Sud/Est
 Vitesses : faible à forte

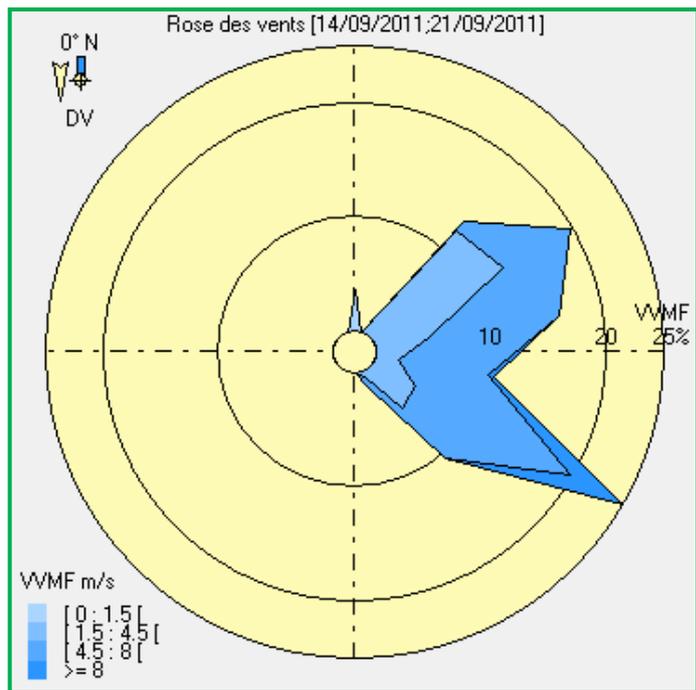
Précipitations (en mm)
 Faibles : 1.4 mm

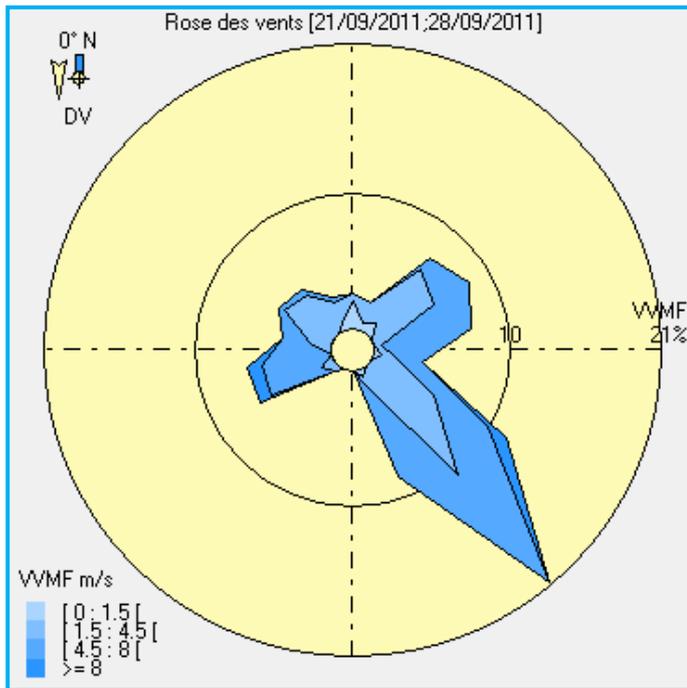
Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 MTR : 10
 LGC : 17
 FB : 12
 AV : 12
 Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds
 Un niveau moyen de nickel a été mesuré à Logicoop.
 Sur le reste du réseau, les niveaux sont très faibles.

Observation(s) complémentaire(s)
 Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop.

Interprétation
 Les hausses de dioxyde de soufre confortent l'hypothèse d'une origine industrielle des particules PM10, ce qui peut expliquer les niveaux de Ni à Logicoop par vent de Sud-Est.





Camp 11 : série du 21/09/2011 au 28/09/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Nord-Est, Sud-Est, Sud-Ouest, Nord-Ouest à Nord.

Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 0.2 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 15

LGC : 18

FB : 17

AV : 14

Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

Avec des valeurs élevées, les niveaux de nickel sont les plus forts sur Logicoop et le Faubourg Blanchot. Sur le reste du réseau, les niveaux sont faibles.

Observation(s) complémentaire(s)

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop, le Faubourg Blanchot et Montravel.

Interprétation

Les vents moyens à forts de Sud-Est, et faibles de Nord-Ouest favorisent respectivement la dispersion des émissions industrielles vers Logicoop et le Faubourg Blanchot. A Montravel et à l'Anse Vata, les vents d'Ouest-Sud/Ouest et Nord semblent être à l'origine des valeurs faibles de nickel.

Camp 12 : série du 28/09/2011 au 05/10/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Sud-Ouest, Ouest, Nord-Ouest, Nord.

Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 10.8 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 16

LGC : 14

FB : 19

AV : 16

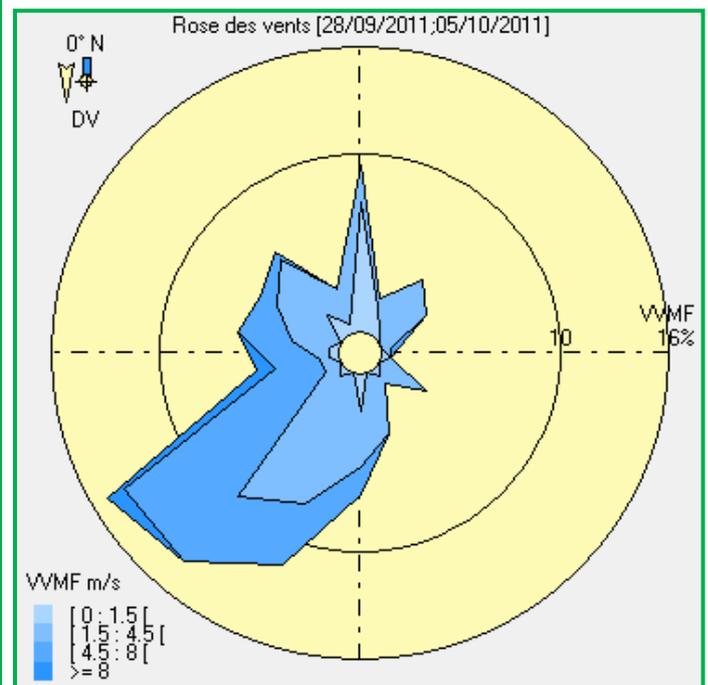
Pas de mesure PM par moyen mobile

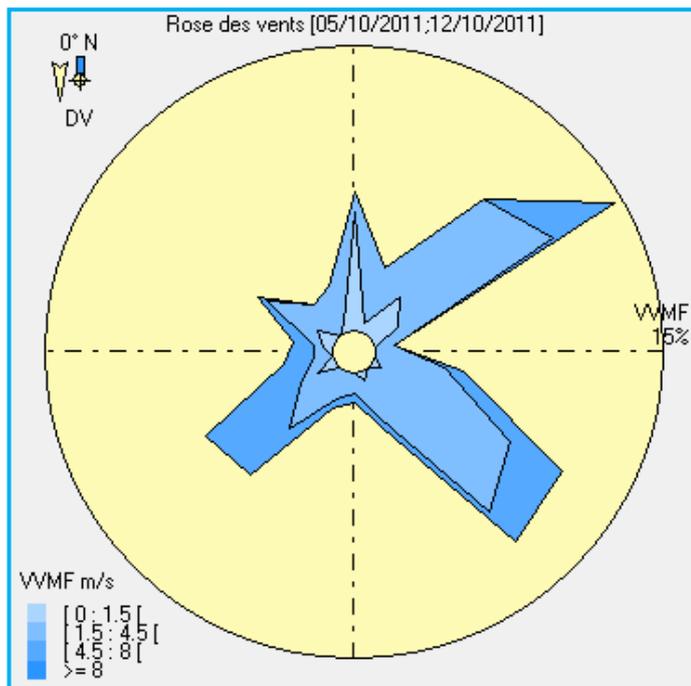
Niveaux de métaux lourds

Avec une valeur élevée, Montravel affiche le niveau de nickel le plus élevé du réseau fixe. Des valeurs relativement faibles ont été mesurées au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata. Le niveau de Logicoop est proche de zéro.

Interprétation

Les vents dominant moyens à forts de secteur Ouest-Sud/Ouest favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle vers Montravel. Les vents de Nord-Ouest à Nord favorisent cette dispersion vers le Faubourg Blanchot et l'Anse Vata, ce qui explique la présence de nickel dans ces quartiers.





Camp 13 : série du 05/10/2011 au 12/10/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Nord/Est, Sud/Est, Sud-Ouest, Nord.
Vitesses : faible à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 0 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 12
LGC : 15
FB : 17
AV : 13
Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

Les niveaux de nickel plutôt faibles sont assez homogènes sur le réseau de stations fixes.

Interprétation

Malgré les vents de secteurs variables, les niveaux de poussières et de nickel sont restés relativement faibles, ce qui peut potentiellement s'expliquer par des conditions météorologiques de dispersion verticale favorables mais aussi par une activité industrielle réduite.

Camp 14 : série du 12/10/2011 au 19/10/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Est-Nord/Est à Sud-Est.
Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 12.3 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 13 Labo VDO - PM10 : 20
LGC : 14 Labo VDO - PM2.5 : 8
FB : 11 AV : 11

Niveaux de métaux lourds

Sur le réseau de stations fixes, les niveaux de nickel sont les plus élevés à Logicoop, avec une valeur élevée proche de $20 \text{ ng}/\text{m}^3$.

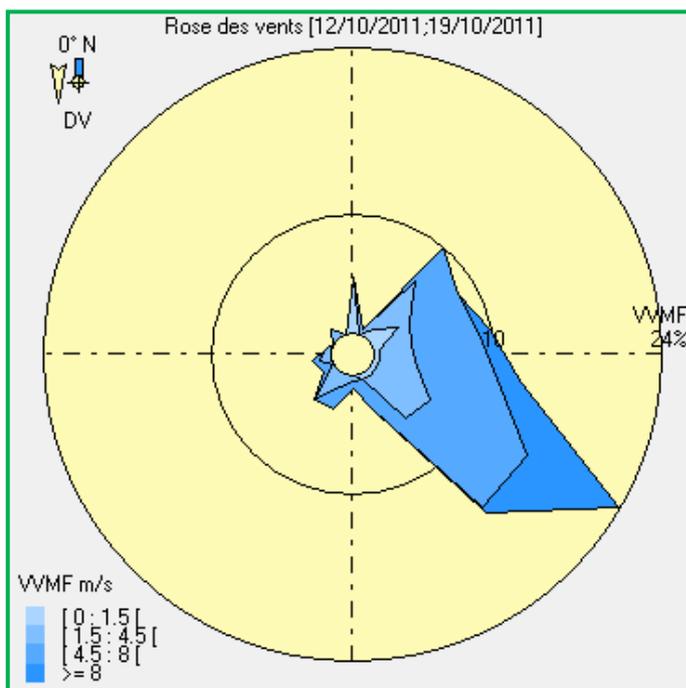
Sur le reste du réseau fixe, les niveaux de nickel sont restés faibles, avec des valeurs inférieures à $5 \text{ ng}/\text{m}^3$.
Le laboratoire mobile sur le site de la VDO affiche des niveaux élevés de nickel.

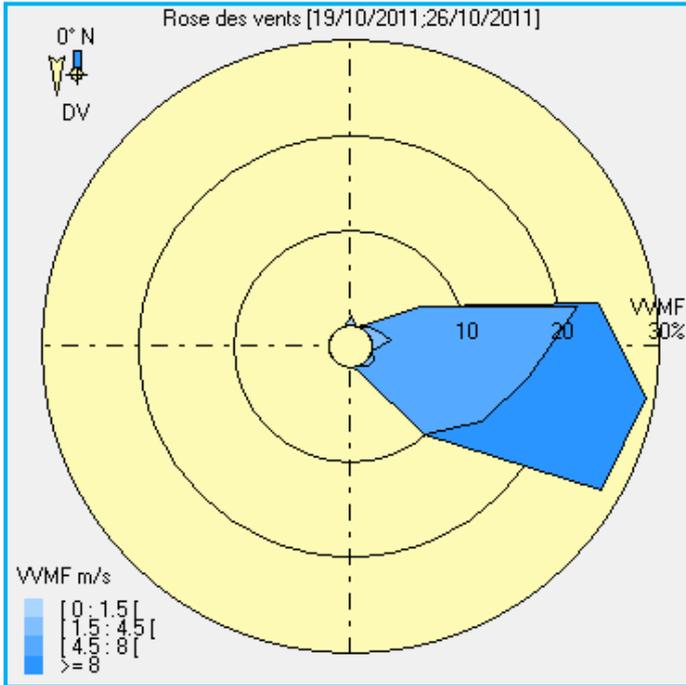
Observation(s) complémentaire(s)

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop.

Interprétation

Les vents favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle vers Logicoop selon les vents dominants de secteur Sud-Est, mais aussi leur accumulation au pied de Doniambo par vent matinale faible.





Camp 15 : série du 19/10/2011 au 26/10/2011

Conditions de vents majoritaires
 Directions : Est à Sud-Est
 Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)
 Faibles : 0.2 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 MTR : 11
 LGC : 23
 FB : 19
 AV : 20
 Labo VDO - PM10 : 16
 Labo VDO - PM2.5 : 7

Niveaux de métaux lourds
 Les niveaux de nickel sont faibles sur le réseau fixe, avec une valeur de pointe moyenne mesurée à Logicoop.
 Le laboratoire mobile sur le site de la VDO affiche également des niveaux très faibles de nickel.

Interprétation
 Les vents favorisent très majoritairement la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers la presqu'île de Ducos.

Camp 15b : série du 26/10/2011 au 02/11/2011

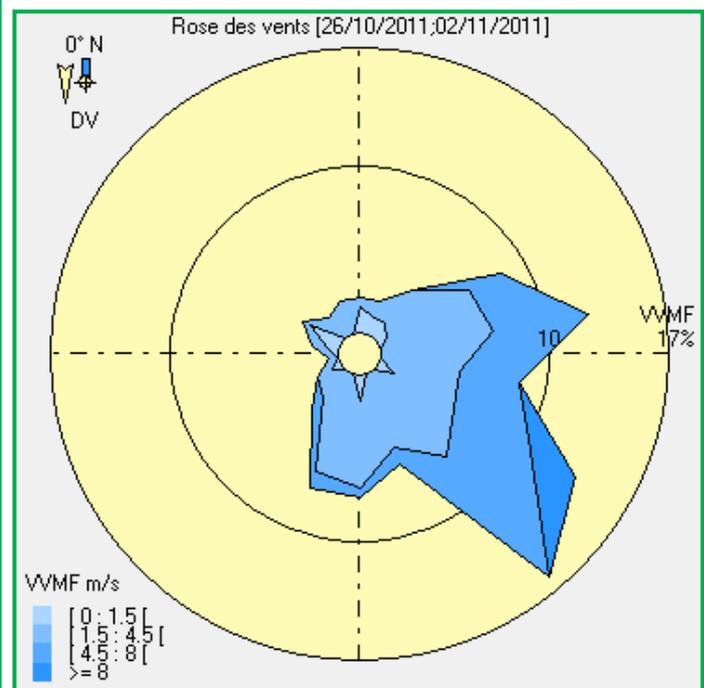
Conditions de vents majoritaires
 Directions : Est-Sud/Est, Sud-Est, Sud.
 Vitesses : faible à forte

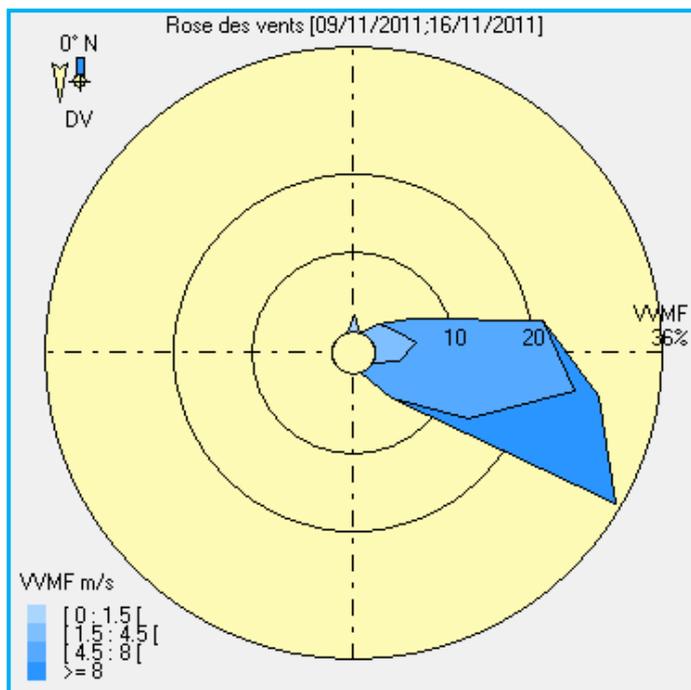
Précipitations (en mm)
 Faibles : 0.4 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Labo VDO - PM10 : 16
 Labo VDO - PM2.5 : 4
 Pas de mesure sur le réseau de station fixe.

Niveaux de métaux lourds
 Les concentrations de nickel sont élevées sur la VDO.

Interprétation
 Les vents faibles de secteurs variables favorisent les retombées de poussières PM10 d'origine industrielle à proximité de Doniambo.





Camp 15c : série du 09/11/2011 au 16/11/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Est à Est-Sud/Est.
Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 4.8 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pas de mesure PM disponible sur le laboratoire mobile.
Pas de mesure sur le réseau de station fixe.

Niveaux de métaux lourds

Le laboratoire mobile sur le site de la VDO affiche des niveaux très faibles de nickel.

Interprétation

Les vents favorisent très majoritairement la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers la grande rade et la presqu'île de Ducos.

Camp 15d : série du 16/11/2011 au 23/11/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Est-Nord/Est à Est-Sud/Est
Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 0.7 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

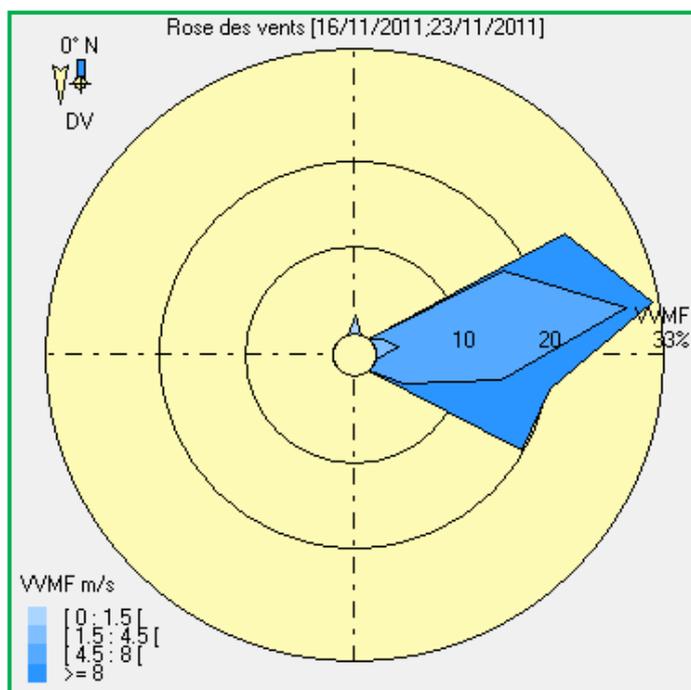
Labo VDO - PM10 : 11
Labo VDO - PM2.5 : 3
Pas de mesure sur le réseau de station fixe.

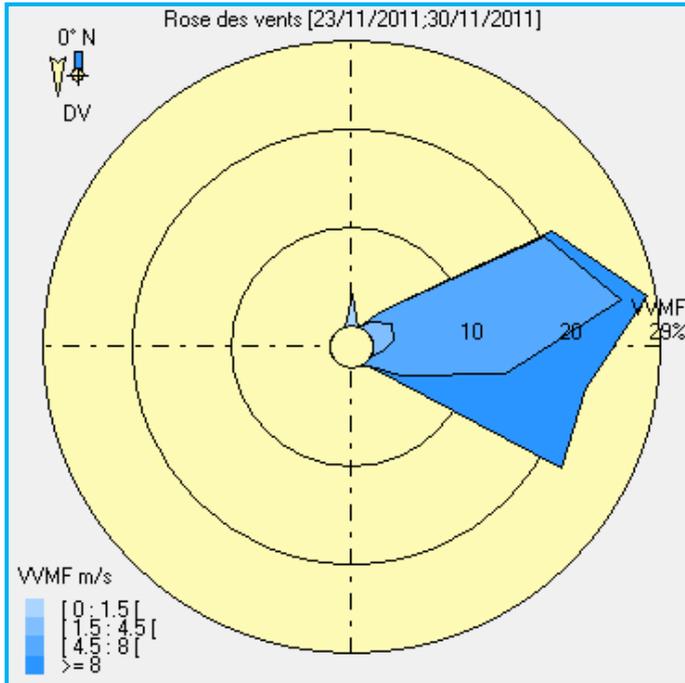
Niveaux de métaux lourds

Le laboratoire mobile sur le site de la VDO affiche des niveaux très faibles de nickel.

Interprétation

Les vents favorisent très majoritairement la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers Nouville et la presqu'île de Ducos.





Camp 16 : série du 23/11/2011 au 30/11/2011

Conditions de vents majoritaires

Directions : Est-Nord/Est à Est-Sud/Est
Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Faibles : 4.6 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 10
LGC : 18
FB : 15
AV : 14
Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

Les niveaux de nickel sont très faibles sur l'ensemble du réseau.

Interprétation

Les vents moyens à forts de secteur Est-Nord/Est à Est-Sud/Est favorise la dispersion des poussières fines d'origine industrielle vers Nouville et l'extrémité de la presqu'île de Ducos.

Camp 17 : série du 14/12/2011 au 21/12/2011

Conditions de vents majoritaires

Direction : Est-Nord/Est à Sud-Est

Vitesses : moyenne à forte

Précipitations (en mm)

Fortes : 30.6 mm

Niveaux de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MTR : 7
LGC : 13
FB : 14
AV : 15
Pas de mesure PM par moyen mobile

Niveaux de métaux lourds

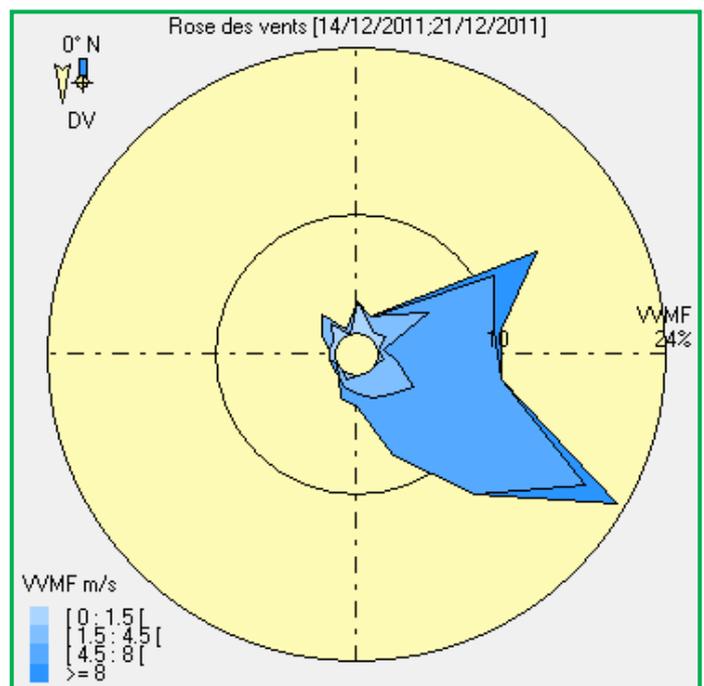
Les niveaux de nickel sont les plus élevés à Logicoop, avec une valeur relativement élevée supérieure à $15 \text{ ng}/\text{m}^3$.
Sur le reste du réseau fixe, les niveaux de nickel sont restés faibles.

Observation(s) complémentaire(s)

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop.

Interprétation

Les vents favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle vers Logicoop selon les vents dominants de secteur Sud-Est.



4.1.2.6. Conclusion

On observe la présence de nickel sur les points de mesure se trouvant sous les vents du site industriel de Doniambo. Si la direction des vents apparait comme facteur dominant, la force des vents semble également jouer un rôle.

Pour les métaux arsenic, cadmium et plomb, les niveaux mesurés sont faibles à très faibles sur l'ensemble des séries.

Pour le nickel :

- **Sur Logicoop**, les taux de nickel les plus élevés, proches ou supérieurs à 10 ng/m^3 , ont été mesurés par vent de secteurs Sud-Est (série 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 14, 15 et 17). Les niveaux de nickel semblent les plus élevés dans des conditions de vents moyens à forts supérieurs à 4.5 nœuds (séries 1, 2, 8, 11, 14 et 17).

Les séries 7, 9 et 13, également marqués par des vents de Sud-Est, présentent des niveaux de nickel relativement faibles, inférieurs à 10 ng/m^3 .

On constate que les séries pour lesquelles il n'y a peu ou pas de vent de Sud-Est affichent des niveaux de nickel faibles à très faibles (séries 5, 12 et 16). Dans cette configuration météorologique, la série 6 est une exception : une valeur moyenne de nickel, d'environ 12 ng/m^3 a été mesurée malgré la faible part de vent de Sud-Est.

De cette analyse, on constate que pour Logicoop, 77 % des séries marquées par des vents de Sud-Est affichent des niveaux de nickel moyen à fort, proches ou supérieurs à 10 ng/m^3 .

75% des séries non marquées par des vents de Sud-Est affichent des niveaux faibles de nickel, inférieur à 5 ng/m^3 .

- **Sur Montravel** les taux de nickel les plus élevés, proches ou supérieurs à 10 ng/m^3 , ont été mesurés par vent de secteurs Sud-Ouest à Ouest (séries 2, 7, 9 et 12). Les séries 9 et 12 affichant les taux de nickel les plus élevés sur l'année, respectivement d'environ 19 et 18 ng/m^3 , ont été réalisées dans des conditions de vent d'Ouest-Sud/Ouest prédominantes.

Les niveaux de nickel les plus faibles, proches de zéro, ont systématiquement été mesurés dans des conditions d'absence de vents de secteurs Ouest (séries 4, 10, 15, 16 et 17).

Les taux faibles de nickel, de l'ordre de 5 ng/m³ ont été mesurés dans des conditions de vents variables, avec une faible part de vents de Sud-Ouest à Ouest (séries 1, 3, 8, 11 et 14).

Les séries 5, 6 et 13 représentent une exception : les taux de nickel relativement faibles, de l'ordre de 7 ng/m³ ont été mesurés dans des conditions de vents d'Ouest-Sud/Ouest bien marquées.

De cette analyse, on constate que pour Montravel, 33 % des séries marquées par la présence de vents de Sud-Ouest à Ouest affichent des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m³. 58 % des séries marquées par la présence de ces vents affichent des niveaux de nickel supérieurs à 5 ng/m³.

100 % des séries pour lesquelles les vents d'ouest sont absents affichent des taux de nickel proche de zéro.

- **Pour le Faubourg Blanchot**, les concentrations en nickel les plus élevées, proches ou supérieures à 10 ng/m³ ont été mesurées dans des conditions vents de secteurs Nord-Ouest à Nord (séries 1, 5, 6, 7, 8, 11 et 13). Parmi ces séries, les séries 5, 6 et 7 font l'objet des concentrations les plus élevées du réseau sur l'année 2011. Ces séries ont été marquées par la présence dominante de vents de secteurs Nord-Ouest à Nord.

Les séries 3, 9 et 12, également marqués par des vents de Nord-Ouest à Nord, présentent des niveaux de nickel relativement faibles, entre 5 et 10 ng/m³.

Les niveaux de nickel les plus faibles, inférieurs à 5 ng/m³ ont été mesurés dans des conditions d'absence ou quasi absence de vents de secteurs Nord-Ouest à Nord (séries 10, 14, 15, 16 et 17).

Seule la série 4, pour laquelle les vents de secteurs Nord-Ouest à Nord ont été absents, affiche un niveau de nickel supérieur à 5 ng/m³.

De cette analyse, on constate que pour le Faubourg Blanchot, 70 % des séries marquées par la présence de vents de Nord-Ouest à Nord affichent des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m³.

83 % des séries pour lesquelles les vents de Nord-Ouest à Nord sont absents ou en très faibles proportions affichent des taux de nickel inférieurs à 5 ng/m³ ou proche de zéro.

- **Pour le site de l'Anse Vata**, les concentrations en nickel les plus élevées, proches ou supérieures à 10 ng/m^3 ont été mesurées dans des conditions vents de secteurs Nord (séries 2, 5, 7, 8 et 9). Parmi ces séries, les séries 2, 5, 7 et 9 font l'objet des concentrations les plus élevées supérieures à 15 ng/m^3 . Ces séries ont été marquées par la présence dominante de vents de secteur Nord.

Les séries 3, 11, 12 et 13, également marqués par des vents de Nord, présentent des niveaux de nickel relativement faibles, entre 5 et 10 ng/m^3 .

Les niveaux de nickel les plus faibles, inférieurs à 5 ng/m^3 ont été mesurés dans des conditions d'absence ou quasi absence de vents de secteur Nord (séries 4, 6, 10, 14, 15, 16 et 17).

De cette analyse, on constate que pour l'Anse Vata, 56 % des séries marquées par la présence de vents de Nord affichent des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m^3 .

100 % des séries pour lesquelles les vents de Nord sont absents ou en très faibles proportions affichent des taux de nickel inférieurs à 5 ng/m^3 ou proche de zéro.

- **Le site de l'Anse N'Du** semble impacté dans des conditions de vents moyens à forts d'Est-Sud/Est (série 1, 2, 3, 4, 4b et 5b). Les concentrations en nickel les plus fortes sur ce site ont été mesurées dans des conditions de vents Est-Sud/Est prédominantes (séries 5b, 4 et 1).
La série 5 ayant connu peu de vent de secteur Est-Sud/Est affiche les niveaux de nickel les plus faibles.
- **Le site de la VDO** semble impacté par le nickel dans des conditions de vents faibles de secteurs variables, majoritairement d'Ouest : cette situation se vérifie dans les séries 14 et 15b, avec la présence de vent respectivement de secteurs Sud-Ouest et Sud-Ouest à Nord-Ouest. Les séries 15, 15c et 15d pour lesquelles aucun vent d'Ouest n'ont été relevés, affichent des niveaux de nickel très faibles.

L'ensemble de ces résultats confirment l'origine très majoritairement industrielle du nickel au sein des fractions PM10 sur Nouméa.

Notons que la comparaison sites fixe / sites campagne trouve sa principale limite du fait de systèmes de prélèvement différents¹⁶, équipant d'une part les sites fixes (ACCU-TEOM), et d'autre part, le laboratoire mobile (SWAM).

Cette comparaison a néanmoins le mérite de révéler des écarts à priori importants pour l'ensemble des polluants, particulièrement pour l'As, le Cd et le Ni, pour lesquels les niveaux mesurés par le laboratoire sont bien supérieurs : ces écarts confirment à priori la sous-estimation supposée depuis 2009 des niveaux de métaux mesurés par le système ACCU¹⁷.

Les niveaux de métaux issus de la fraction PM2.5 des sites campagne renseignent sur la granulométrie des polluants : pour l'As, le Pb et le Cd, les PM2.5 occupent une part de 20 à 30% des PM10.

¹⁶ Voir partie 3.1.1 *Méthode de prélèvement*. p.15

¹⁷ Voir partie 3.1.2. *Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence*. p.16

Le nickel particulaire dans l'air ambiant à Nouméa en quelques chiffres :

Granulométrie du nickel particulaire

Entre 14 et 45 % : la proportion de particules de nickel de taille inférieure à 2.5 micromètres (PM2.5) au sein des particules de nickel de taille inférieure à 10 micromètres (PM10).

Les niveaux de pointe de nickel

152 ng/m³ : le taux de nickel le plus élevés mesurés sur l'année 2011 - Anse N'Du - laboratoire mobile - du 22 au 29 juin 2011.

65 ng/m³ : le taux de nickel le plus élevés mesurés sur le réseau de stations fixes - Faubourg Blanchot - du 6 au 13 juillet 2011.

Logicoop

77 % : la proportion d'échantillons prélevés par vent de Sud-Est sur Logicoop et contenant des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m³.

75 % : la proportion d'échantillons effectués sur Logicoop dans des conditions d'absence de vents de Sud-Est et affichant des niveaux faibles de nickel, inférieur à 5 ng/m³.

Montravel

33 % : la proportion d'échantillons prélevés par vent de Sud-Ouest à Ouest sur Montravel et contenant des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m³.

100 % : la proportion d'échantillons effectués sur Montravel dans des conditions d'absence de vents de Sud-Ouest à Ouest et affichant des niveaux faibles de nickel, proche de 0.

Faubourg Blanchot

70 % : la proportion d'échantillons prélevés par vents de Nord-Ouest à Nord sur le Faubourg Blanchot et contenant des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m³.

83 % : la proportion d'échantillons effectués sur le Faubourg Blanchot dans des conditions d'absence de vents de Nord-Ouest à Nord et affichant des niveaux faibles de nickel, inférieur à 5 ng/m³ et proche de zéro.

Anse Vata

56 % : la proportion d'échantillons prélevés par vent de Nord sur l'Anse Vata et contenant des niveaux de nickel moyens à forts supérieurs à 10 ng/m³.

100 % : la proportion d'échantillons effectués sur l'Anse Vata dans des conditions d'absence de vents de Nord et affichant des niveaux faibles de nickel, inférieur à 5 ng/m³ et proche de zéro.

5. Conclusions et perspectives

A l'exception des deux premières séries de mesure sur l'anse N'Du, les métaux **arsenic, cadmium et plomb** à Nouméa sont seulement présents à l'état de trace, indépendamment des conditions de vents.

Pour ces polluants, les valeurs de référence annuelles sur le réseau de stations fixes sont largement respectées depuis les premières mesures en 2009.

De manière globale, les niveaux de poussières et de nickel PM10 évoluent de la même manière : les niveaux de pointe de nickel correspondent aux niveaux de poussières les plus forts et les niveaux de poussières les plus bas correspondent aux niveaux de nickel les plus faibles.

Ce constat est moins évident pour le site de Montravel, pour lequel de fortes valeurs de poussières PM10 ne correspondent pas forcément à de fortes valeurs de nickel.

En considérant les sources d'émission de poussières PM10 connues, il apparaît qu'aux niveaux de fond d'origine naturelle, s'ajoute des niveaux de poussières liées à l'activité humaines.

Au regard de l'analyse combinée des conditions de dispersion, des niveaux de poussières PM10 et de nickel PM10 à l'échelle du prélèvement hebdomadaire, la présence de particules de nickel, dans des concentrations plus ou moins importantes, s'expliquent très majoritairement par les émissions d'origine industrielle liée à l'usine de valorisation du nickel de Doniambo (SLN).

D'autres types d'émissions connus comme la centrale thermique de Doniambo, le trafic routier, les petites industries localisées, les brûlages d'origine domestique (bois, déchet vert, ordures ménagères ...) peuvent expliquer les niveaux de pointe de poussières PM10 ne contenant pas ou peu de nickel, notamment sur Montravel.

Parmi l'ensemble des sites, l'Anse N'Du, zone située à l'extrémité de la presqu'île de Ducos et ayant fait l'objet d'une campagne par moyen mobile, s'avère le plus exposé au nickel, avec des niveaux très élevés durant les périodes de mesure, dont la valeur maximale record de l'ordre de 150 ng/m³.

Sur le réseau fixe, c'est le site du Faubourg Blanchot qui affiche les concentrations les plus fortes, tant pour les valeurs de pointe hebdomadaires que pour la moyenne sur l'année.

Les sites du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata s'avèrent davantage exposés au nickel durant la saison fraîche, du fait de la présence de vents de Nord-Ouest à Nord entre les mois de juin à septembre, favorisant la dispersion des poussières de Doniambo vers ces quartiers.

Le site de Logicoop semble régulièrement exposé, en raison des vents de Sud-Est présent tout au long de l'année, bien que l'on observe une prédominance à la saison chaude, d'octobre à mai.

Montravel est le point de mesure le moins exposé au nickel, bien que des concentrations relativement élevés aient été mesurées au cours de l'année. Malgré

sa proximité au site industriel de Doniambo, il est difficile d'expliquer ce constat. On peut tout de même émettre l'hypothèse que les poussières PM10 contenant du nickel émises retombent davantage à des distances supérieures au kilomètre, selon les conditions de vent, soit bien au-delà de la station de mesure de Montravel.

En considérant les niveaux annuels reconstitués depuis 2009, on constate que la valeur cible de 20 ng/m³ pour le nickel est respectée sur les sites fixes de mesure.

Seuls certains sites de mesure de type campagne par moyen mobile, l'Anse N'Du en 2011, UNC-Nouvelle et la rue Gallieni en 2010, affichent des taux de nickel susceptibles de dépasser cette valeur cible à l'année. Sur ces deux sites de 2010, des niveaux d'arsenic et de cadmium ponctuellement élevés avaient également été mesurés.

Le constat est, que les concentrations de métaux affichées par le laboratoire mobile sont la plupart du temps bien supérieures à celles mesurées au niveau des sites fixes. Ce constat conforte l'hypothèse d'une sous-estimation systématique des niveaux de métaux prélevés par le système « ACCU » des stations fixes, par rapport au système dit de référence, dont se rapproche le préleveur SWAM équipant le laboratoire (voir partie 3.1.2 p.16).

Au final, les résultats de l'année 2011 appellent à poursuivre la surveillance et le suivi des niveaux métaux réglementés sur Nouméa, notamment pour le nickel, mais aussi pour l'arsenic et le cadmium.

En 2012, sera également menée une inter-comparaison des différents préleveurs de poussières PM10 utilisés par Scal-Air : le Système ACCU, le SWAM-FAI et PARTISOL, ce dernier étant un préleveur de référence national récemment acquis.

Cette étude permettra de trancher quant à la fiabilité des mesures effectuées par les systèmes ACCU et SWAM et d'obtenir une meilleure estimation des niveaux de nickel sur Nouméa.

6. ANNEXES

6.1. Table des tableaux

Tableau 1 : Valeurs réglementaires en métaux lourds	13
Tableau 2 : Les sites de prélèvement et leurs caractéristiques	18
Tableau 3 : Périodes hebdomadaires de prélèvement de poussières PM10 – réseau de stations fixes et laboratoire mobile	22
Tableau 4 : Périodes hebdomadaires supplémentaires de prélèvement de poussières PM10 – laboratoire mobile	23
Tableau 5 : Précipitations et températures relevées durant les périodes de prélèvement, d'après les données fournies par Météo France.....	25
Tableau 6 : Concentrations moyennes en métaux sur les sites de mesure laboratoire mobile 2011 – en ng/m ³	29
Tableau 7 : Séries ayant fait l'objet de mesure des métaux Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn	36

6.2. Table des graphiques

Graphiques 1 : Concentrations moyennes en métaux par site de mesure en 2011 – en ng/m ³	27
Graphique 2 : Concentrations moyennes en nickel par site de mesure 2009 – 2010 – 2011.....	28
Graphique 3 : Concentrations en arsenic par site fixe de mesure et par série hebdomadaire	30
Graphique 4 : Concentrations en cadmium par site fixe de mesure et par série hebdomadaire	31
Graphique 5 : Concentrations en plomb par site fixe de mesure et par série hebdomadaire	31
Graphique 6 : Concentrations en arsenic par site fixe de mesure et par série hebdomadaire	32
Graphique 7 : Concentrations en arsenic par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile.....	33
Graphique 8 : Concentrations en cadmium par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile	33
Graphique 9 : Concentrations en plomb par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile.....	34
Graphique 10 : Concentrations en nickel par série hebdomadaire – sites laboratoire mobile.....	34
Graphique 11 : Concentrations moyennes en Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Ni, Pb, V et Zn à Logicoop et à Montravel	36
Graphique 12 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire - Montravel	38
Graphique 13 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire - Logicoop	39

<i>Graphique 14 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire – Faubourg Blanchot.....</i>	<i>39</i>
<i>Graphique 15 : Concentrations en particules PM10 et niveaux de métaux par série hebdomadaire – Anse Vata.....</i>	<i>40</i>
<i>Graphique 16 : Concentrations en particules PM10 et concentrations en métaux par série hebdomadaire – Laboratoire mobile</i>	<i>40</i>
<i>Graphique 17 : Concentrations en particules PM2.5 et concentrations en métaux par série hebdomadaire – Laboratoire mobile</i>	<i>41</i>

6.1. Table des figures

<i>Figure 1 : Série de filtres après prélèvements des particules PM10 et avant dosage des métaux.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 2 : Situation géographique des sites de prélèvement.....</i>	<i>21</i>