



Association Calédonienne de Surveillance de la  
Qualité de l'Air

**Mesure des métaux lourds dans l'air  
ambient à Nouméa  
2010**



**Rapport d'étude – septembre 2011**



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



# SOMMAIRE

<b>LISTES DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>7</b>
<b>2. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>8</b>
2.1. LES METAUX LOURDS .....	8
2.1.1. <i>L'arsenic</i> .....	8
2.1.2. <i>Le cadmium</i> .....	9
2.1.3. <i>Le plomb</i> .....	9
2.1.4. <i>Le nickel</i> .....	9
2.2. REGLEMENTATION .....	11
2.3. VALEURS DE REFERENCE.....	13
<b>3. MISE EN ŒUVRE .....</b>	<b>14</b>
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.....	23
3.4.1. <i>Directions et vitesses des vents dominants durant les prélèvements</i> .....	23
3.4.2. <i>Précipitations et températures</i> .....	24
<b>4. RESULTATS .....</b>	<b>25</b>
4.1. RESULTATS DES ANALYSES.....	25
4.1.1. <i>Caractérisation des niveaux moyens en 2009</i> .....	25
4.1.2. <i>Analyse des données hebdomadaires 2010</i> .....	29
<b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>53</b>
<b>6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>55</b>

## 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  $\mu\text{m}$

SEI : Seuil d'évaluation Inférieur

SES : Seuil d'évaluation Supérieur

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  $\mu\text{m}$ ).

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).

Les résultats de cette première année de mesure 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.

Dans le cadre du suivi des teneurs de métaux des particules PM10, le présent rapport d'étude traite des campagnes de mesure réalisées en 2010.

## 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), 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 plomb<sup>1</sup>.

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 particulières 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.

<sup>1</sup> 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 particulaires du cadmium sont classées comme cancérogènes 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 PM<sub>10</sub>, 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 industrielle<sup>2</sup>.

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

---

<sup>2</sup> 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*<sup>3</sup> en moyenne annuelle et deux valeurs de *seuils d'évaluation*<sup>4</sup>.

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.

### *Valeurs réglementaires en métaux lourds*

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

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

<sup>4</sup> 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  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$ . 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  $\text{m}^3$ /heure, ce qui représente 168  $\text{m}^3$  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  $\text{m}^3$ /heure, ce qui représente 386  $\text{m}^3$  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 mesures<sup>5</sup>.

### 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 Douai<sup>6</sup>, 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,

---

<sup>5</sup> 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](http://www.scalair.nc)

<sup>6</sup> 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 FAI<sup>7</sup>, « *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 LCSQA<sup>8</sup>, 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* ». <sup>9</sup>

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 ».

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

<sup>8</sup> Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

<sup>9</sup> 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		Station fixe de Logicoop	industrielle	Rue Boutmy, Nouméa
2		Station fixe de Montravel	urbaine sous influence industrielle	Rue des Frères Charpentiers, Nouméa
3		Station fixe du Faubourg Blanchot	urbaine	Rue Faidherbe, Ecole Paul Boyer, Nouméa
4		Station fixe de l'Anse Vata	périurbaine	Rue Blaise Pascale, Ecole des Lys, Nouméa

5		Laboratoire mobile_Anse Vata	périurbaine	Rue Blaise Pascale, Ecole des Lys, Nouméa
6		Laboratoire mobile_UNC Nouville	périurbaine sous influence industrielle	Parking UNC Nouville
7		Laboratoire mobile_Rue Galliéni	trafic	Enceinte de l'Hôtel de Ville (Nouméa)

Les sites de prélèvement 1 à 4 correspondent aux stations fixes du réseau de Scal-Air. Les sites 5 à 7 ont fait l'objet de campagnes de mesure ponctuelles à différents moments de l'année.

Ces sites sont tous 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.

Aucun inventaire d'émissions n'existe à l'heure actuelle en Nouvelle-Calédonie ; les principales sources d'émissions peuvent cependant 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 (n°2, fioul basse ou très basse teneurs en soufre notamment).

Selon les données fournies par l'industriel, le Vanadium est le métal contenue 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, et de la rue Galliéni** 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'université de Nouville** est situé sous les vents de secteur Nord-Est à Est-Nord/Est (de 50 à 80 degrés) vis-à-vis de Doniambo. D'après les résultats de la campagne de mesure effectuée sur ce site, ces vents sont systématiquement

impliqués dans les cas d'épisode de pollution d'origine industrielle<sup>10</sup> et représentent environ 20 % des vents annuels<sup>11</sup>.

**La rue Galliéni**, site de mesure campagne, est le seul site de typologie *trafic*<sup>12</sup>. Sur les autres sites, il est probable que l'influence du trafic routier sur les prélèvements de particules en suspension soit limitée<sup>13</sup>.

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.

---

<sup>10</sup> SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air sur le site de l'Université de la Nouvelle-Calédonie Secteur de Nouville - Laboratoire mobile - du 1<sup>er</sup> mai au 30 août 2010.

<sup>11</sup> Voir Annexe : rose des vents - Nouméa - du 1<sup>er</sup> janvier 1979 au 31 décembre 2008.

<sup>12</sup> 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.

<sup>13</sup> Vents nuls, faibles ou de secteurs Ouest

## Les sites de prélèvement



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

Sites campagnes-laboratoire mobile : Anse Vata, Rue Galliéni, UNC-Nouvelle

### 3.3. Périodes de mesure

Un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié par trimestre a été utilisé<sup>14</sup> : il s'agit de prélèvements aléatoires hebdomadaires de 4 à 5 semaines par trimestre.

Au total, il y a eu 18 semaines de prélèvement, ce qui représente 33 % de l'année.

Les directives 2004/107/CE et 2008/50/CE imposant une période de couverture annuelle d'au moins 14 % pour considérer la mesure comme représentative<sup>15</sup>, les mesures de l'année 2010 peuvent ainsi être comparées aux valeurs limites de référence annuelle.

<i>Nom de la série hebdomadaire</i>	<i>Date de début de prélèvement</i>	<i>Date de fin de prélèvement</i>	<i>Site de mesure campagne concerné</i>
camp 2010_1_sem 1	02/03/2010	09/03/2010	Laboratoire mobile_Anse Vata
camp 2010_1_sem 2	09/03/2010	16/03/2010	Laboratoire mobile_Anse Vata
camp 2010_1_sem 3	16/03/2010	23/03/2010	Laboratoire mobile_Anse Vata
camp 2010_1_sem 4	23/03/2010	30/03/2010	Laboratoire mobile_Anse Vata
camp 2010_2_sem 1	01/06/2010	08/06/2010	Laboratoire mobile_UNC Nouvelle
camp 2010_2_sem 2	08/06/2010	15/06/2010	Laboratoire mobile_UNC Nouvelle
camp 2010_2_sem 3	15/06/2010	22/06/2010	Laboratoire mobile_UNC Nouvelle
camp 2010_2_sem 4	22/06/2010	29/06/2010	Laboratoire mobile_UNC Nouvelle
camp 2010_3_sem 1	07/09/2010	14/09/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_3_sem 2	14/09/2010	21/09/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_3_sem 3	21/09/2010	28/09/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_3_sem 4	13/10/2010	20/10/2010	Pas de mesure
camp 2010_3_sem 5	20/10/2010	27/10/2010	Pas de mesure
camp 2010_4_sem 1	23/11/2010	30/11/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_4_sem 2	30/11/2010	07/12/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_4_sem 3	08/12/2010	15/12/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_4_sem 4	15/12/2010	22/12/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni
camp 2010_4_sem 5	22/12/2010	29/12/2010	Laboratoire mobile_Rue Galliéni

<sup>14</sup> ADEME. Guide d'élaboration de plans d'échantillonnage temporel et de reconstitution de données. 2009.

<sup>15</sup> Une mesure aléatoire par semaine, répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines réparties uniformément sur l'année.



## 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 <sup>16</sup>. Des vents de secteurs Ouest sont également présents, notamment dans la période correspondant à la saison fraîche, de mai à septembre.

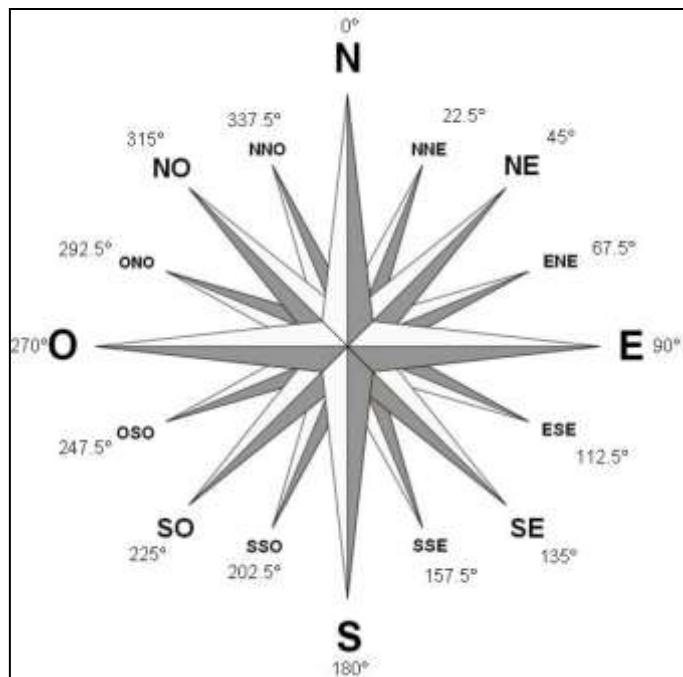
### 3.4.1. Directions et vitesses des vents dominants durant les prélèvements

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 PM<sub>10</sub>, les niveaux de métaux lourds et les conditions de vents.

Cet aspect est traité dans la partie 4.1.2.3. *Analyse des séries hebdomadaires* p.36



<sup>16</sup> Voir Annexe : rose des vents - Nouméa - du 1<sup>er</sup> janvier 1979 au 31 décembre 2008.

### 3.4.2. Précipitations et températures

D'après les données fournies par Météo France :

Nom de la série hebdomadaire	début du prélèvement	fin du prélèvement	Pluie (en mm)	Température (en C°)
camp 2010_1_sem 1	02/03/2010	09/03/2010	0	25.9
camp 2010_1_sem 2	09/03/2010	16/03/2010	<b>46.5</b>	24.4
camp 2010_1_sem 3	16/03/2010	23/03/2010	9.7	24.8
camp 2010_1_sem 4	23/03/2010	30/03/2010	<b>60.2</b>	24.3
camp 2010_2_sem 1	01/06/2010	08/06/2010	<b>36.1</b>	23.3
camp 2010_2_sem 2	08/06/2010	15/06/2010	14.4	21.3
camp 2010_2_sem 3	15/06/2010	22/06/2010	18	21.8
camp 2010_2_sem 4	22/06/2010	29/06/2010	4.1	21.1
camp 2010_3_sem 1	07/09/2010	14/09/2010	5.1	23.1
camp 2010_3_sem 2	14/09/2010	21/09/2010	0	24.1
camp 2010_3_sem 3	21/09/2010	28/09/2010	0	24.7
camp 2010_3_sem 4	13/10/2010	20/10/2010	17.6	21.5
camp 2010_3_sem 5	20/10/2010	27/10/2010	9.2	23.1
camp 2010_4_sem 1	23/11/2010	30/11/2010	<b>24.3</b>	22.8
camp 2010_4_sem 2	30/11/2010	07/12/2010	0.2	24.1
camp 2010_4_sem 3	08/12/2010	15/12/2010	15.8	25.6
camp 2010_4_sem 4	15/12/2010	22/12/2010	0.5	28.7
camp 2010_4_sem 5	22/12/2010	29/12/2010	0.5	28.6

On dénombre quatre séries hebdomadaires pour lesquelles les précipitations ont été particulièrement abondantes (supérieures à 20 mm). Il s'agit des séries suivantes : camp 2010\_1\_sem 2, camp 2010\_1\_sem 4, camp 2010\_2\_sem 1, camp 2010\_4\_sem 1.

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

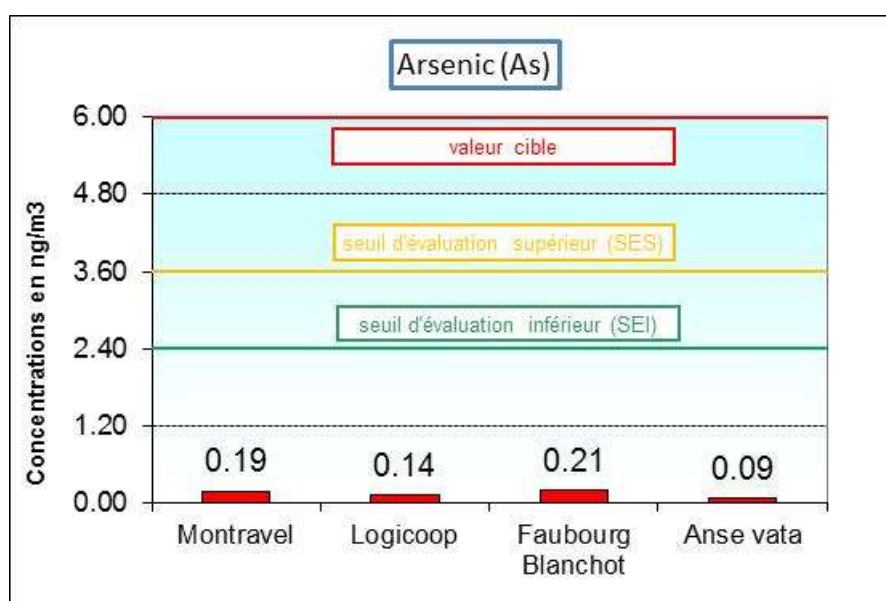
#### 4.1.1. Caractérisation des niveaux moyens en 2009

L'analyse des niveaux moyens sur les 18 semaines de mesures réparties sur l'année 2010 permet de définir l'exposition moyenne des différents sites de mesure fixe.

En outre, ces moyennes peuvent être comparées aux valeurs annuelles de référence fixées par la réglementation européenne<sup>17</sup>.

Les moyennes des concentrations en métaux sur l'ensemble des 18 semaines de mesure fournissent ainsi des estimations de moyennes annuelles.

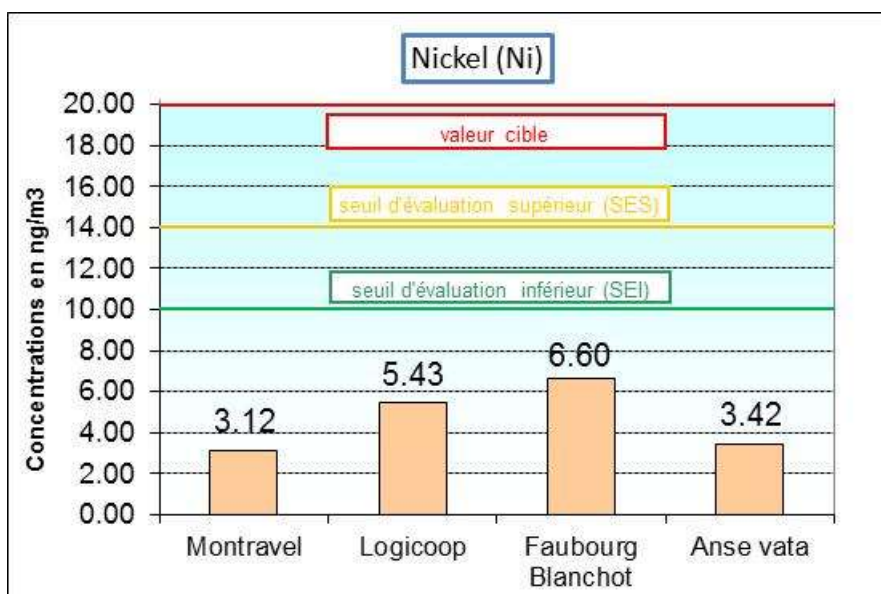
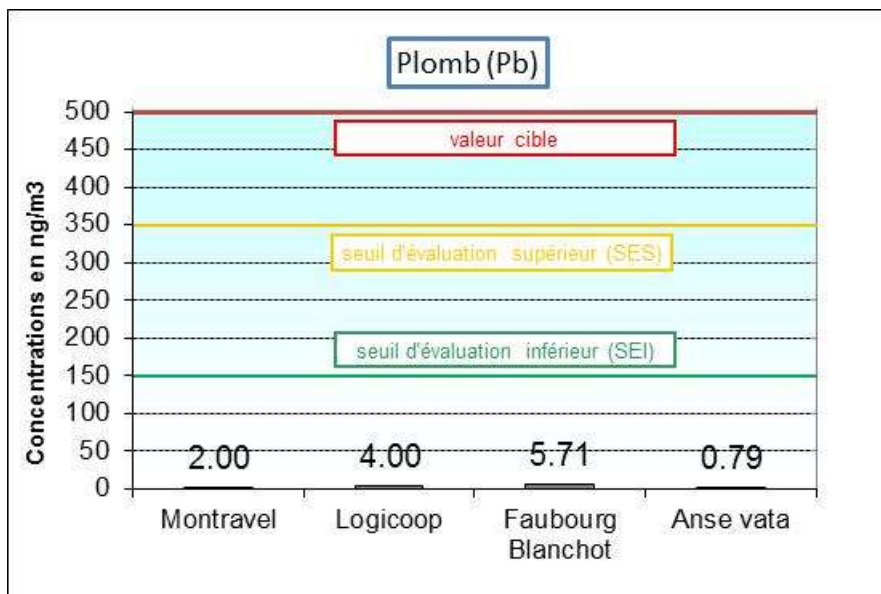
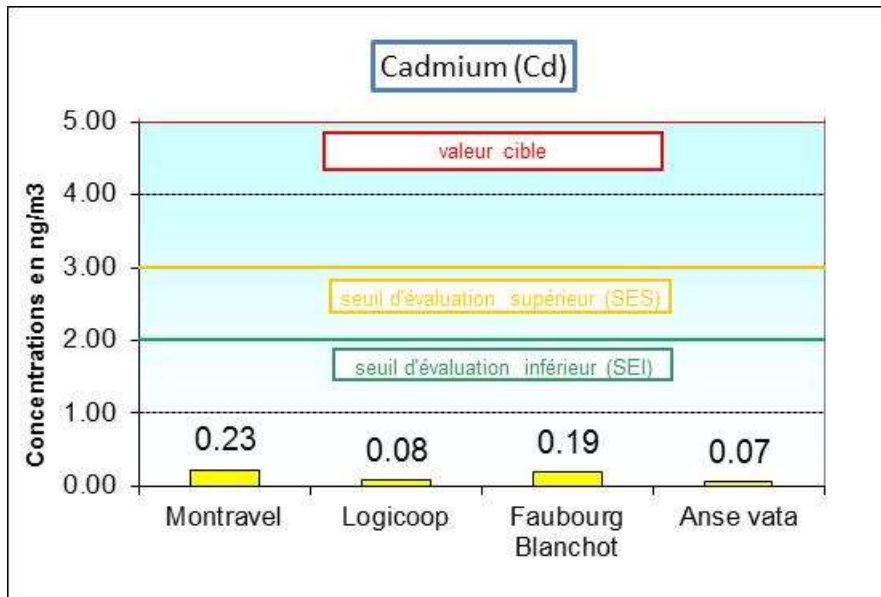
Les graphiques suivants représentent les niveaux moyens relevés pour chacun des métaux, sur chaque site de mesure en 2010<sup>18</sup> :



<sup>17</sup> Pour rappel, la directive 2004/107/CE impose une période de couverture d'au moins 14 % répartie uniformément sur l'année pour que la mesure soit représentative de l'année.

<sup>18</sup> 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)

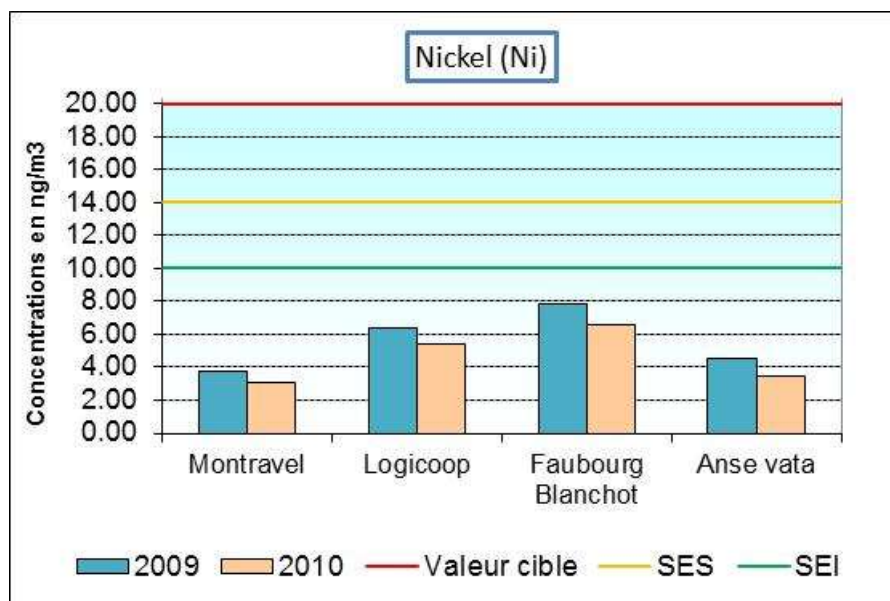


A l'image de l'année 2009, les niveaux moyens sont largement en dessous des valeurs cibles pour l'ensemble des métaux As, Cd, Pb et Ni.

Les niveaux moyens d'arsenic, de cadmium et de plomb sont stables, et très en dessous de leurs seuils d'évaluation inférieurs respectifs.

Pour le nickel, les niveaux moyens sont également inférieurs au seuil d'évaluation inférieur de 10 ng/m<sup>3</sup> mais s'en approche pour le site du Faubourg Blanchot, qui affiche une valeur moyenne de 6.60 ng/m<sup>3</sup>.

Comparativement à 2009, les niveaux de nickel sont légèrement inférieurs, ce qui représente une baisse moyenne de 18 % sur l'ensemble des sites :

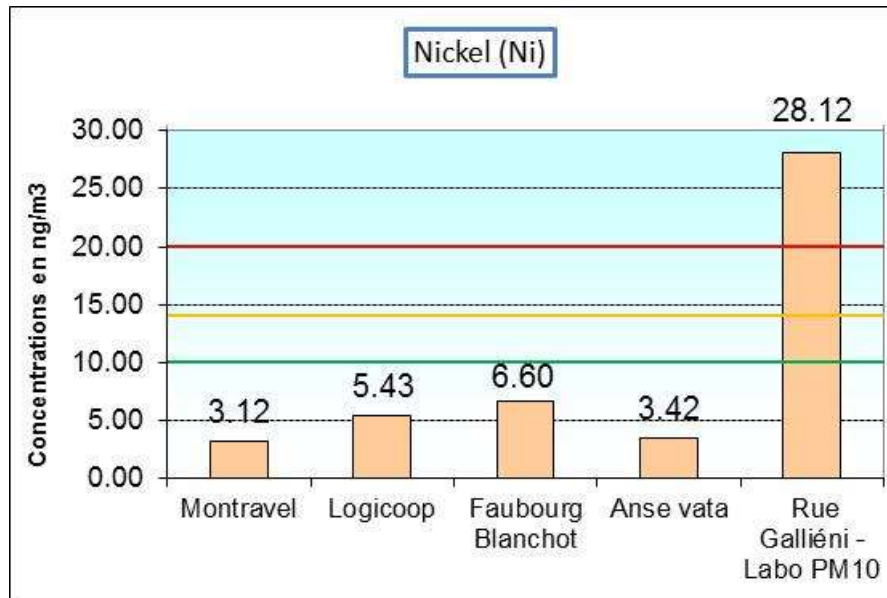


A noter que cette baisse n'est pas représentative d'une diminution des niveaux moyens de nickel mesurés d'une année sur l'autre : cette baisse s'interprète par la mesure d'une quatrième série composée de valeurs faibles en fin d'année 2010 alors que 2009 n'en comptait que trois.

Notons que les campagnes de mesure effectuées par le laboratoire mobile, pour une question de représentativité temporelle et de répartition des mesures sur l'année, ne permettent pas d'estimer de moyennes annuelles.

Seule la campagne Rue Galliéni compte un nombre suffisant de série (supérieur à 14 % du temps de l'année) mais cette campagne ne répond pas au critère de répartition uniforme des séries au cours de l'année.

Néanmoins, pour comparaison et uniquement à titre indicatif, la moyenne des séries de la campagne Galliéni a été calculée pour le nickel.



La moyenne dépasse largement la valeur cible des 20 ng/m<sup>3</sup>. Cette moyenne est par conséquent très supérieure aux valeurs annuelles estimées au niveau des sites fixes.

Ce constat peut s'expliquer par 2 hypothèses :

- un taux de poussière fine PM riche en nickel particulièrement élevé durant les semaines de prélèvement Rue Galliéni,
- utilisation d'une méthode de prélèvement différente<sup>19</sup> 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 nickel par les préleveurs ACCU qui équipent les stations fixes pourrait en partie expliquer l'écart important des valeurs par rapport au préleveur du SWAM équipant le laboratoire mobile.

<sup>19</sup> Voir partie 3.1.2. Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence .p.16

## 4.1.2. Analyse des données hebdomadaires 2010

### 4.1.2.1. Analyse par polluant pour les campagnes de mesure 1 à 4

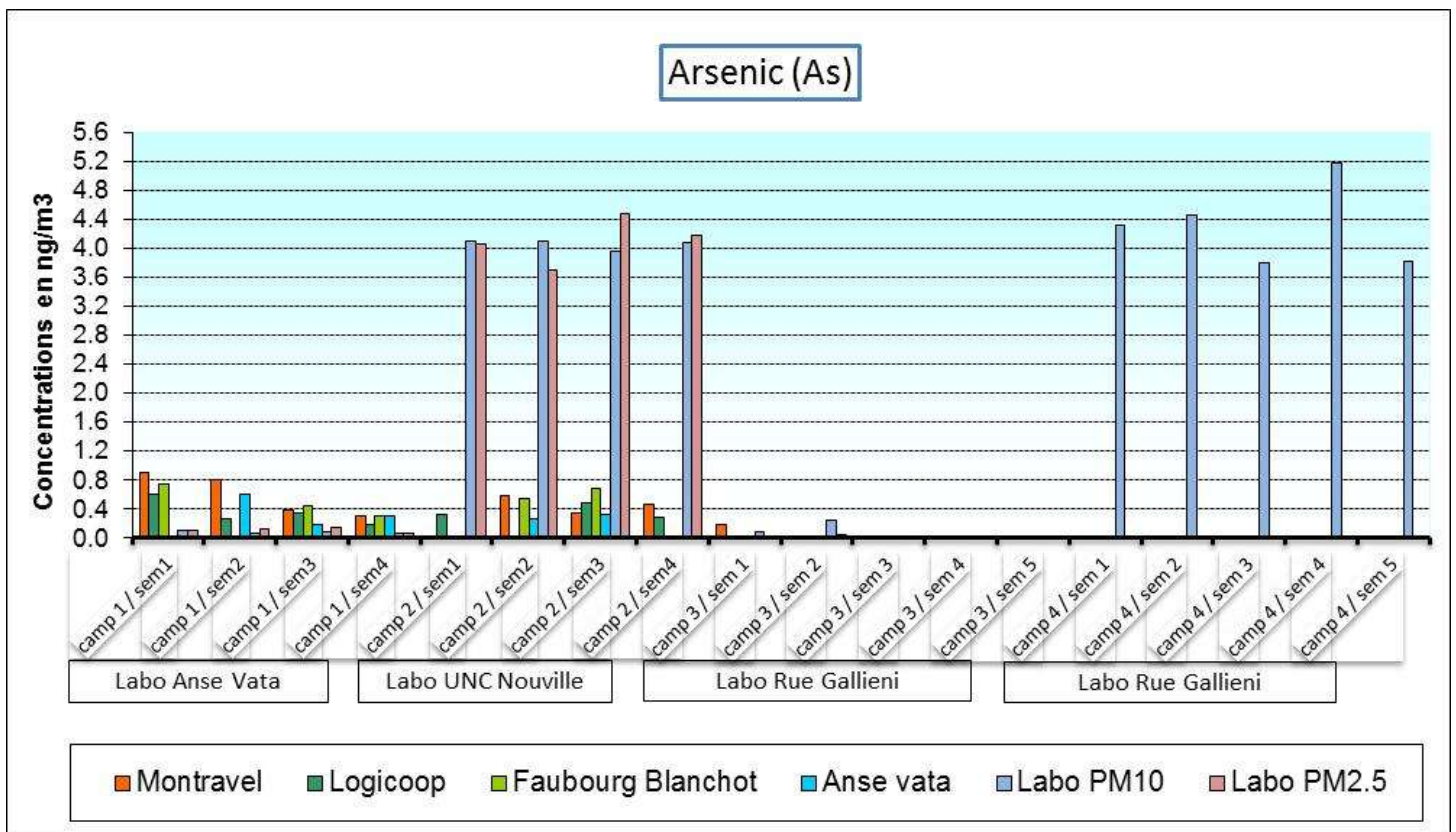
L'étude des concentrations de métaux dans l'air par série permet de mettre en évidence les niveaux hebdomadaires de pointe pour chaque site et chaque polluant.

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.

Les graphiques suivants représentent les niveaux des métaux mesurés sur chacune des 18 séries hebdomadaires 2010.

**NB : pas de mesure PM2.5 pour la campagne 4 Rue Gallieni**



**Pour l'Arsenic**, les niveaux hebdomadaires mesurés sur les stations fixes sont similaires à ceux de 2009, avec des valeurs comprises entre 0.1 et 0.8 ng/m<sup>3</sup>, ce qui est très faible.

Un fort contraste apparaît avec les données issues du laboratoire mobile, qui affichent, selon les sites de mesure, des valeurs soit très faibles, soit supérieures au seuil d'évaluation supérieur de 3.60 ng/m<sup>3</sup> (Nouvelle et Galliéni).

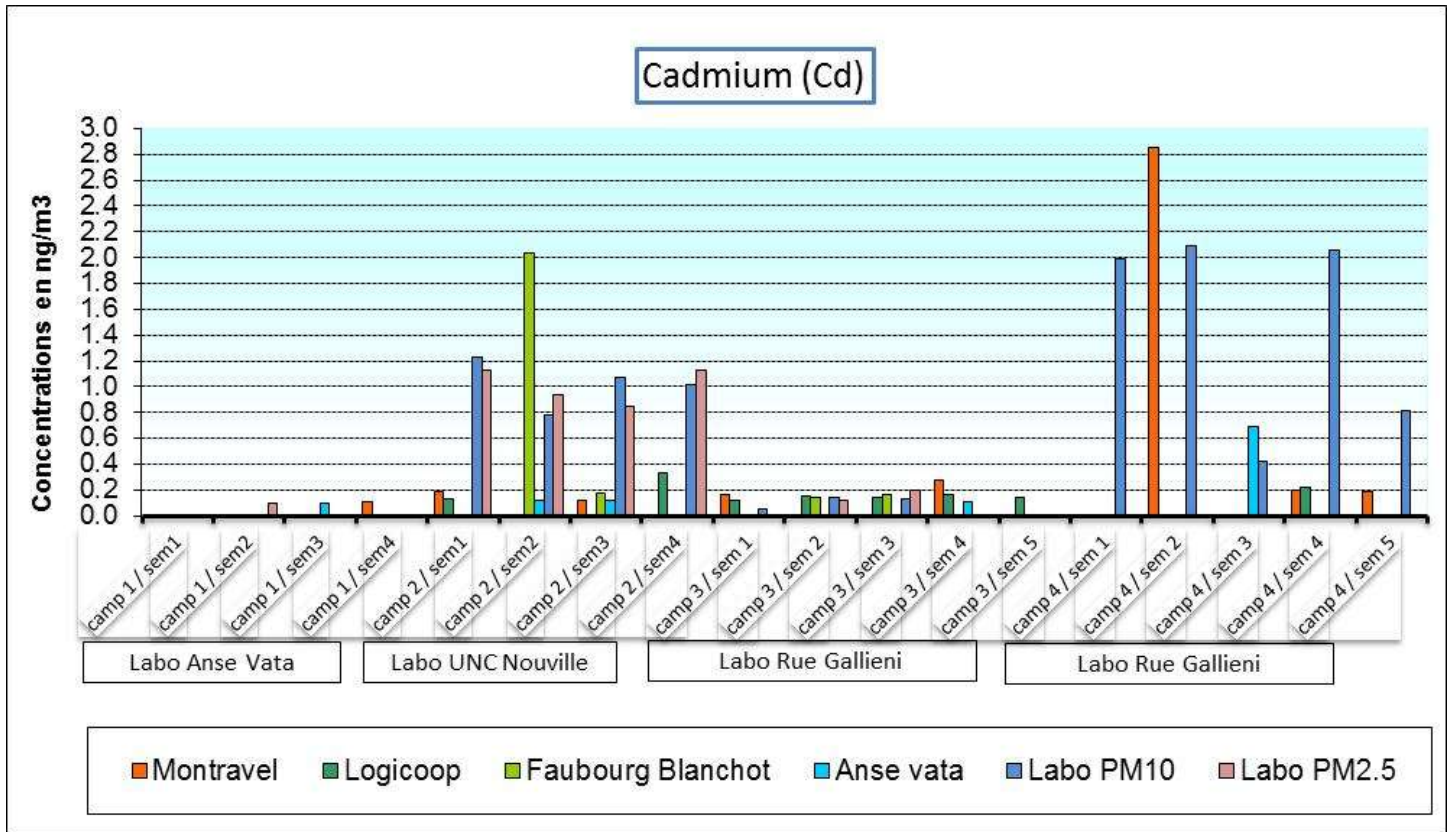
Notons que la similitude entre les niveaux de PM10 et de PM2.5, ce qui renseigne sur la granulométrie très fine des particules contenant de l'arsenic (inférieurs à 2.5 µm).

On observe des valeurs PM2.5 supérieures aux valeurs PM10 sur les séries camp2/sem3 et camp2/sem4, ce qui peut s'expliquer, outre la possible contamination de ces filtres lors de manipulation, par des erreurs liées à la mesure ou à l'analyse.

Sur la campagne 3, les niveaux ont été proches de zéro sur l'ensemble des sites.

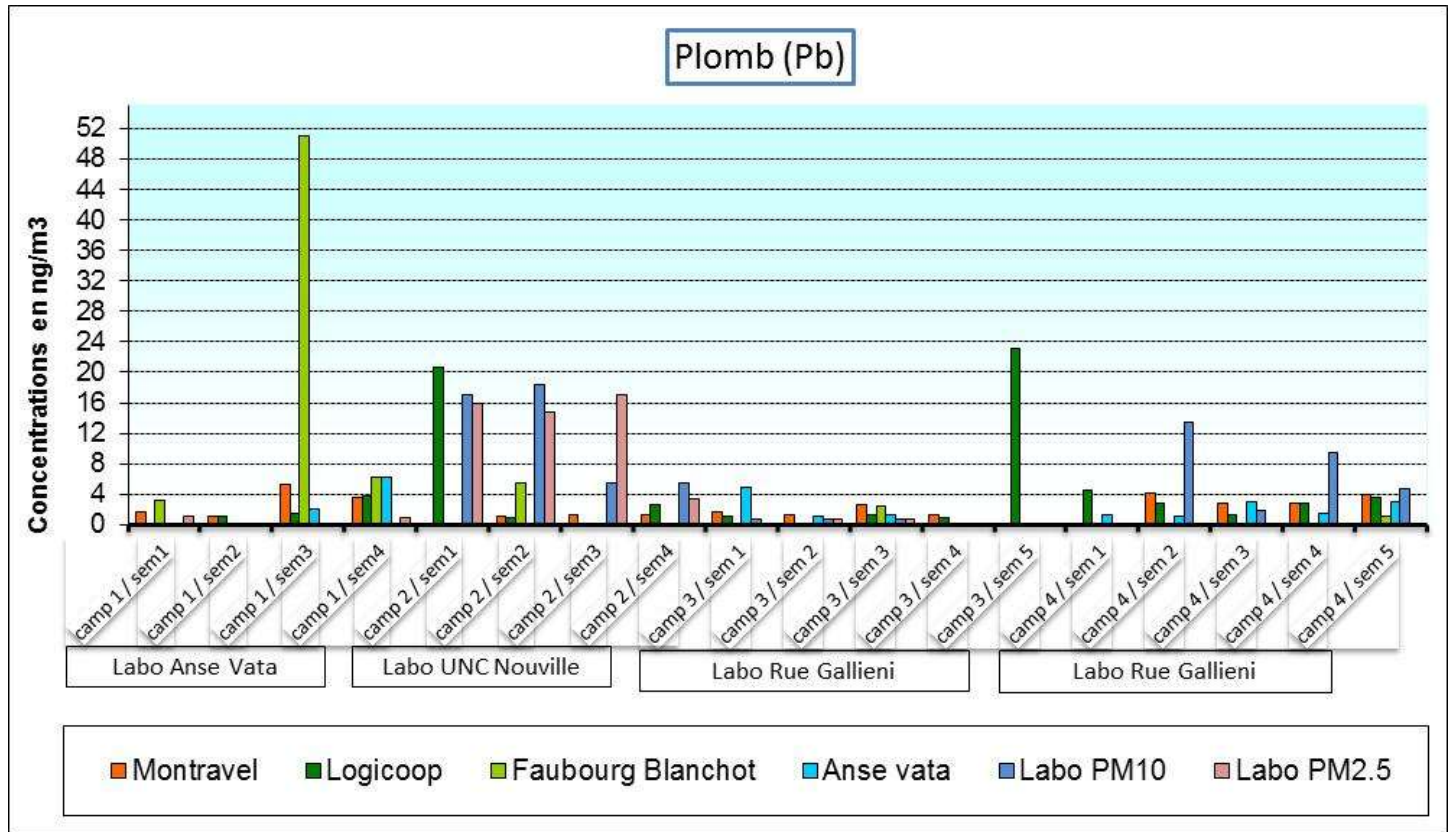
Rappelons qu'il n'y a pas eu de mesure des PM2.5 au cours de la campagne 4 - labo Rue Galliéni.





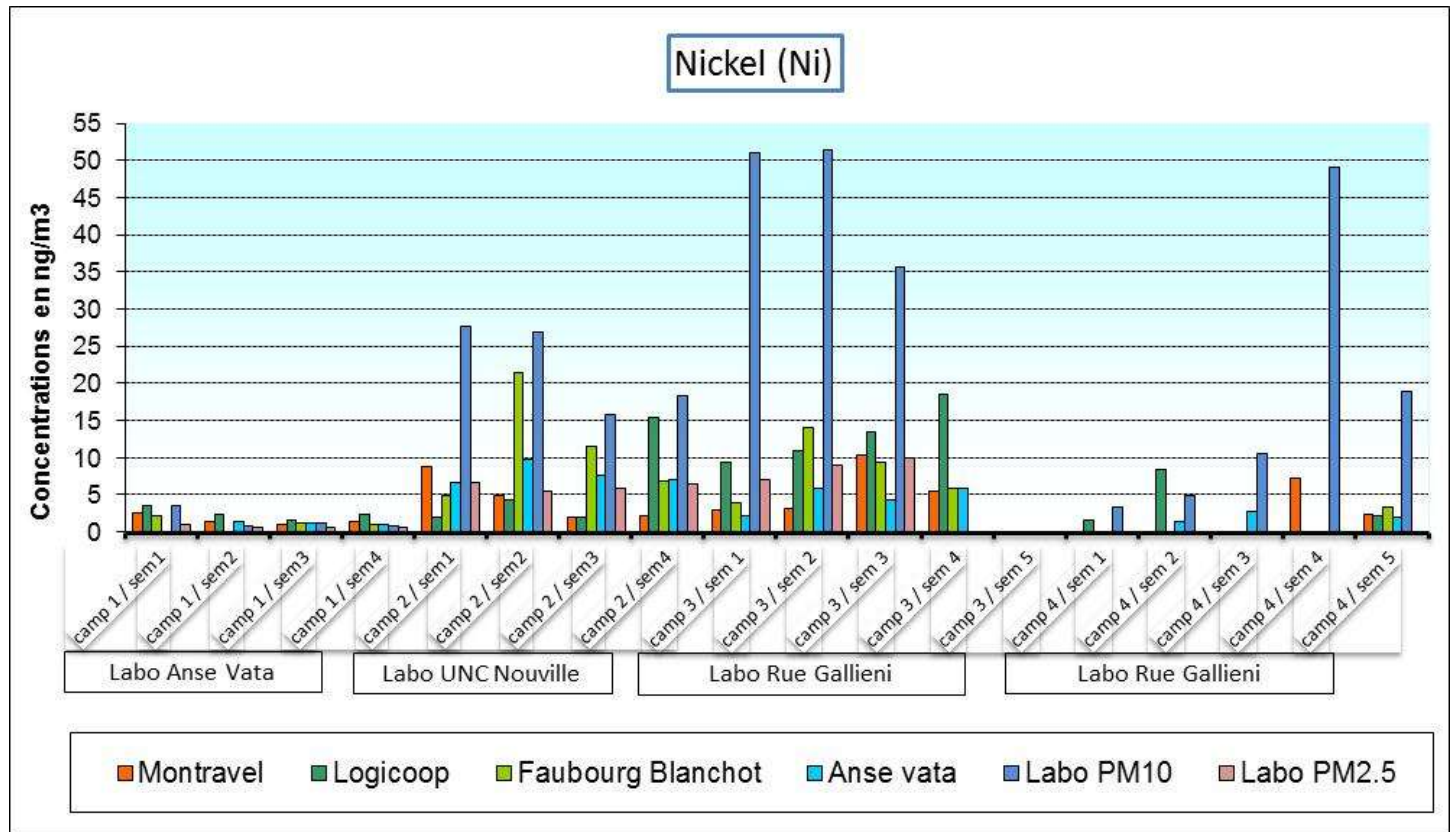
Pour le Cadmium, le même constat se profile, avec des valeurs très faibles sur l'ensemble du réseau fixe, hormis les pics enregistrés sur le Faubourg Blanchot et sur Montravel respectivement au cours des campagnes 2/sem2 et 4/sem2.

Là encore, les niveaux mesurés au niveau du laboratoire mobile sont bien plus élevés, proche de la valeur du seuil d'évaluation inférieur de 2 ng/m<sup>3</sup>, pour les campagnes de Nouville et de la Rue Galliéni (campagne 4).



Pour le Plomb, à l'exception d'une valeur isolée concernant le site du Faubourg Blanchot, (campagne 1/ sem3), les niveaux sont très faibles sur l'ensemble des séries hebdomadaires. Les niveaux visiblement plus élevés sur le site de l'UNC-Nouvelle restent très inférieurs aux valeurs de seuil pour le plomb.



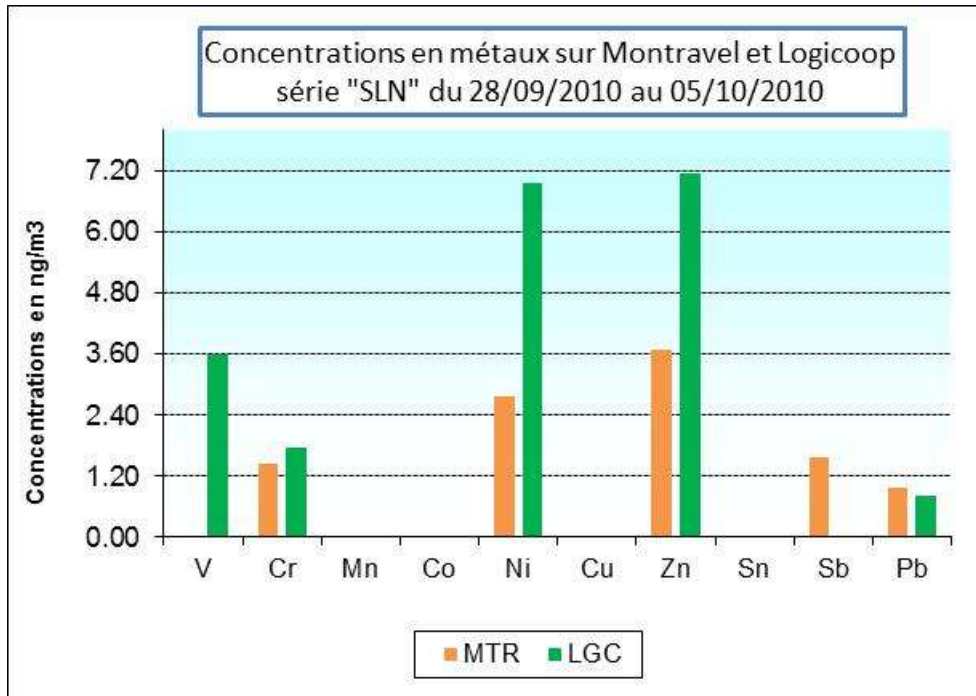


Pour le Nickel, on observe une corrélation globale entre les niveaux mesurés sur les sites fixes et ceux du laboratoire mobile : les niveaux de nickel sont les plus élevés pour les campagnes 2 et 3, et globalement faibles ou très faibles pour les campagnes 1 et 4.

En ce qui concerne les niveaux hebdomadaires les plus forts, là encore, un contraste important se dessine entre les résultats des sites fixes et ceux du laboratoire mobile : les niveaux atteints sur les sites de Nouville et de la Rue Gallieni sont environ trois fois plus élevés que les maxima observés sur le réseau fixe durant les mêmes périodes de mesure, et atteignent des valeurs plus de 2 fois supérieures à la valeur cible annuelle du nickel.

#### 4.1.2.2. Analyse par polluant pour la série « SLN » du 28/09/2010 au 05/10/2010

Pour répondre aux obligations règlementaires de la SLN, une analyse des métaux antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, nickel, plomb, manganèse, vanadium, zinc (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn) a été réalisée sur une série hebdomadaire de mesure sur les sites de typologie industrielle (Logicoop et Montravel).



Les niveaux de Nickel et de Plomb sont faibles à très faibles par rapport à leurs valeurs de références annuelles correspondantes.

On observe également la présence des métaux V, Cr, Zn et Sb.

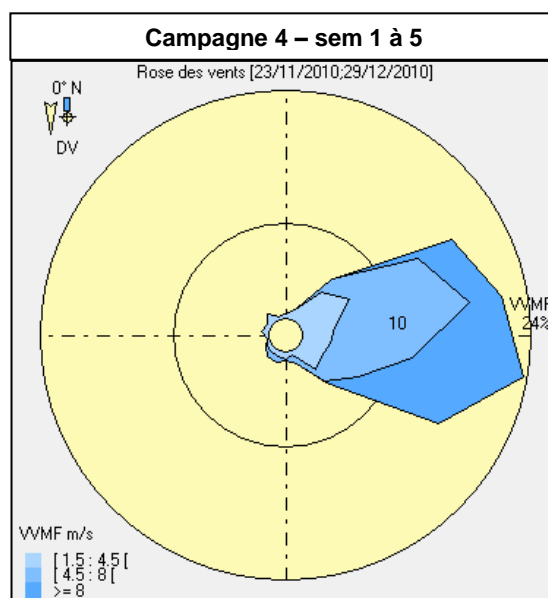
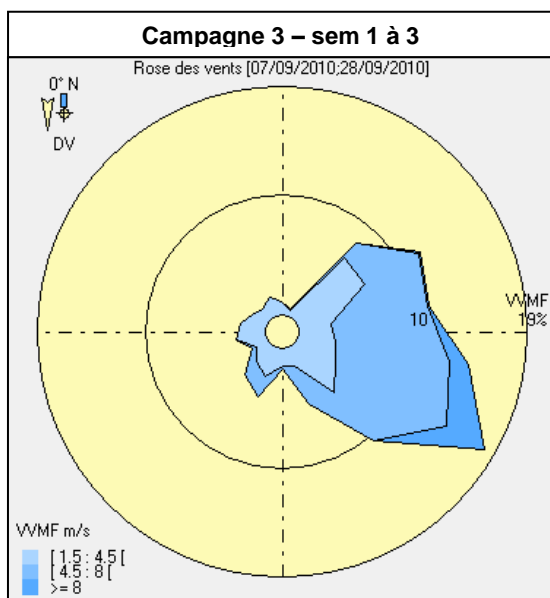
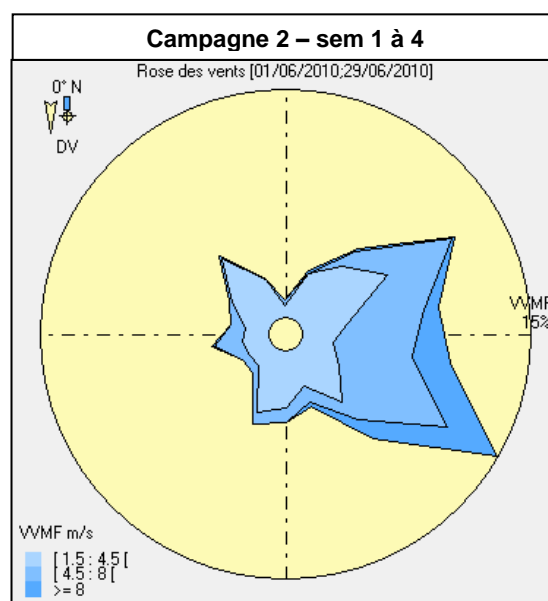
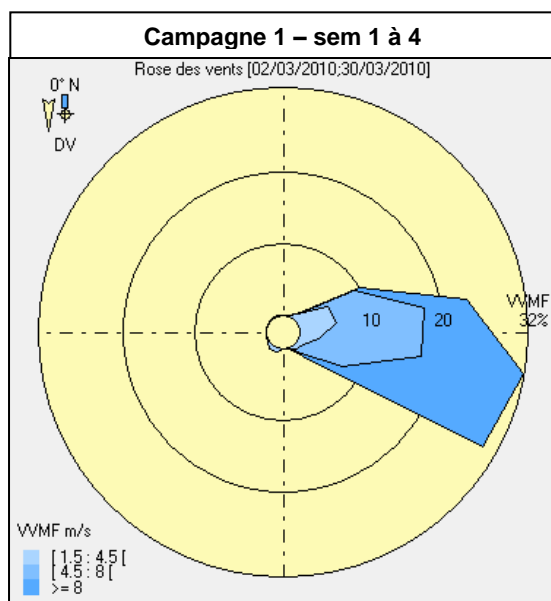
Les niveaux de Mn, Co, Cu et Sn se situent sous leur seuil de détection respectif (proche de zéro).

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.

### 4.1.2.3. Analyse globale des vents

D'après les roses des vents ci-dessous, les vents enregistrés durant les campagnes de prélèvements de fractions PM correspondent aux régimes de saison :

- vents moyens à forts, de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est durant la saison chaude de novembre à mars (campagnes 1 et 4),
- vents plutôt faibles et de secteurs variables, périodiquement d'Ouest, durant la saison fraîche, de juin à octobre (campagnes 2 et 3).



Contrairement à l'année 2009, les niveaux de particules PM10 par campagne les plus élevés ne sont pas forcément liés à des conditions de vents faibles :

<i>Campagnes</i>	<i>Niveaux moyens de PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) sur le réseau fixe de mesure</i>
Campagne 1	16.2
Campagne 2	13.9
Campagne 3	15.8
Campagne 4	14.8

La moyenne de poussières PM10 la plus élevée a été mesurée durant la campagne la plus « ventée » (campagne 1). Ainsi, si les vents faibles sont généralement un facteur d'accumulation de poussières PM10 sur la ville<sup>20</sup>, les vents moyens à forts peuvent, probablement par effet de soulèvement des poussières, également jouer un rôle « d'empoussièrément » de l'air ambiant.

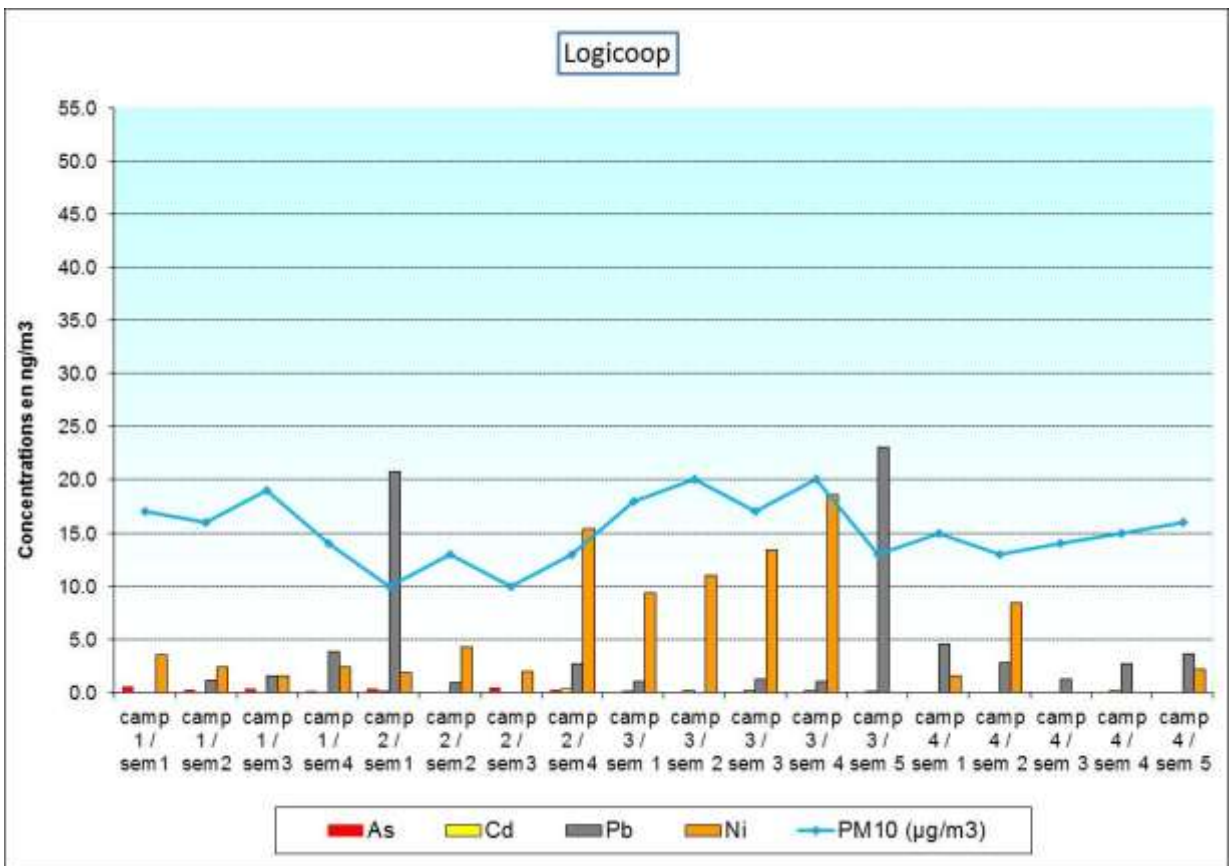
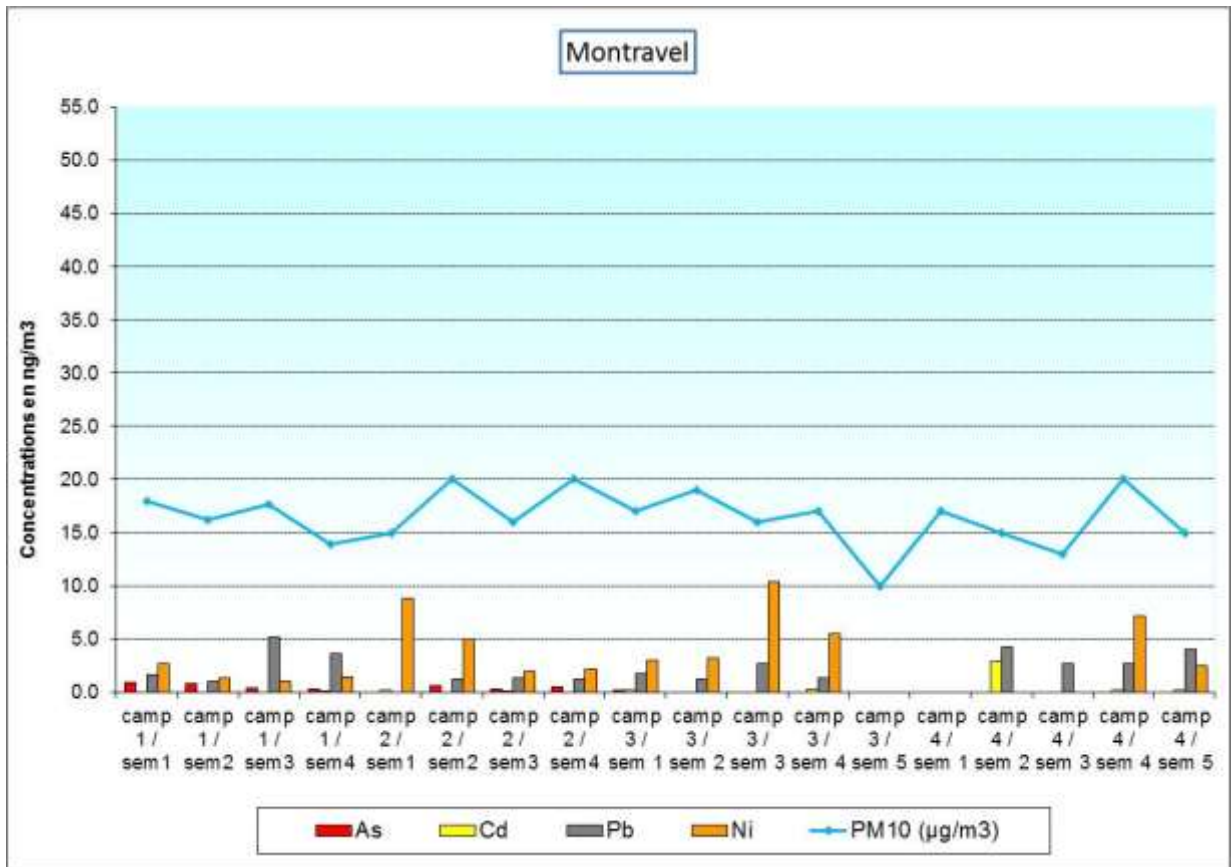
Il faut noter cependant que les niveaux de métaux les plus élevés ont été mesurés au cours des campagnes 2 et 3 ayant comptées des vents faibles et de secteurs Ouest, notamment pour le nickel et le Cadmium.

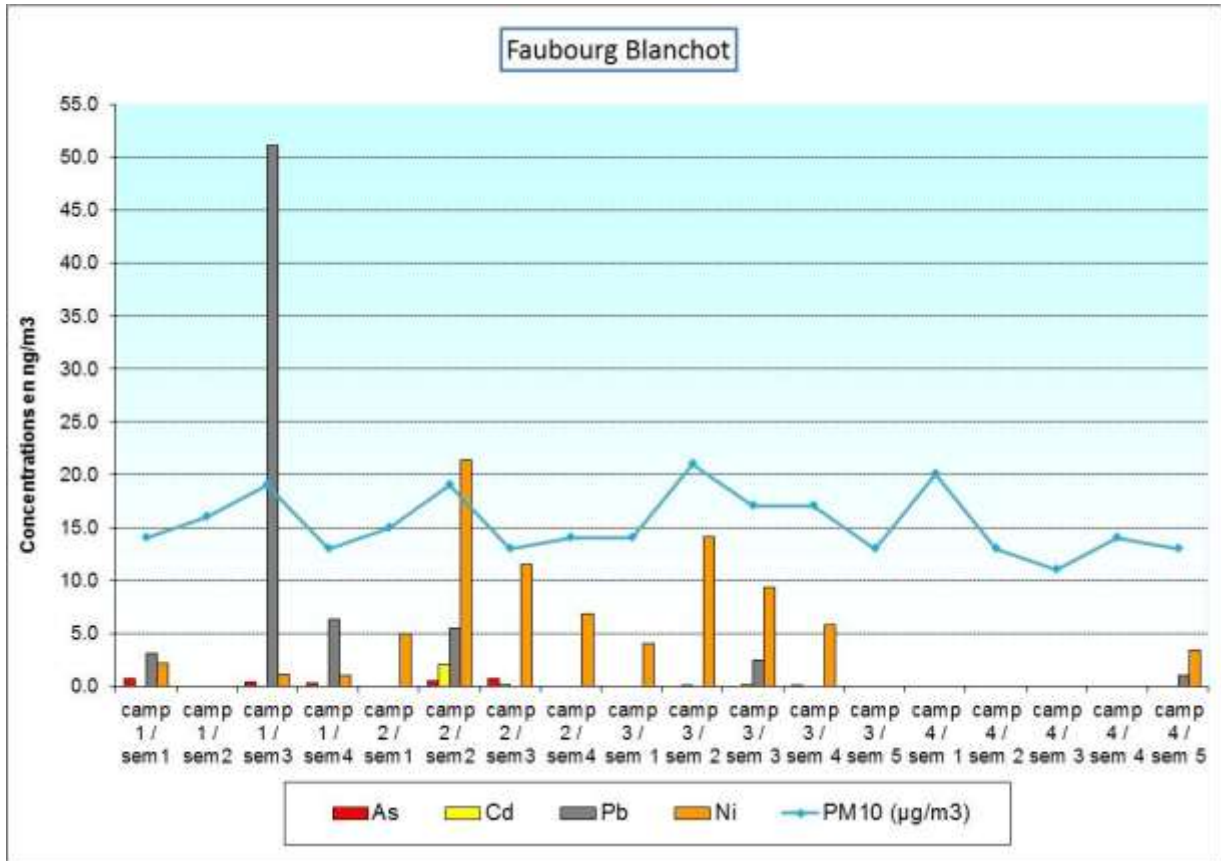
#### 4.1.2.3. Analyse des séries hebdomadaires

S'il n'y a pas de liens évidents entre niveaux de PM mesurés, niveaux de métaux lourds et conditions de vent à l'échelle des campagnes (4 à 5 semaines), une étude plus fine par série hebdomadaire pourrait révéler des liens et permettre l'interprétation des résultats.

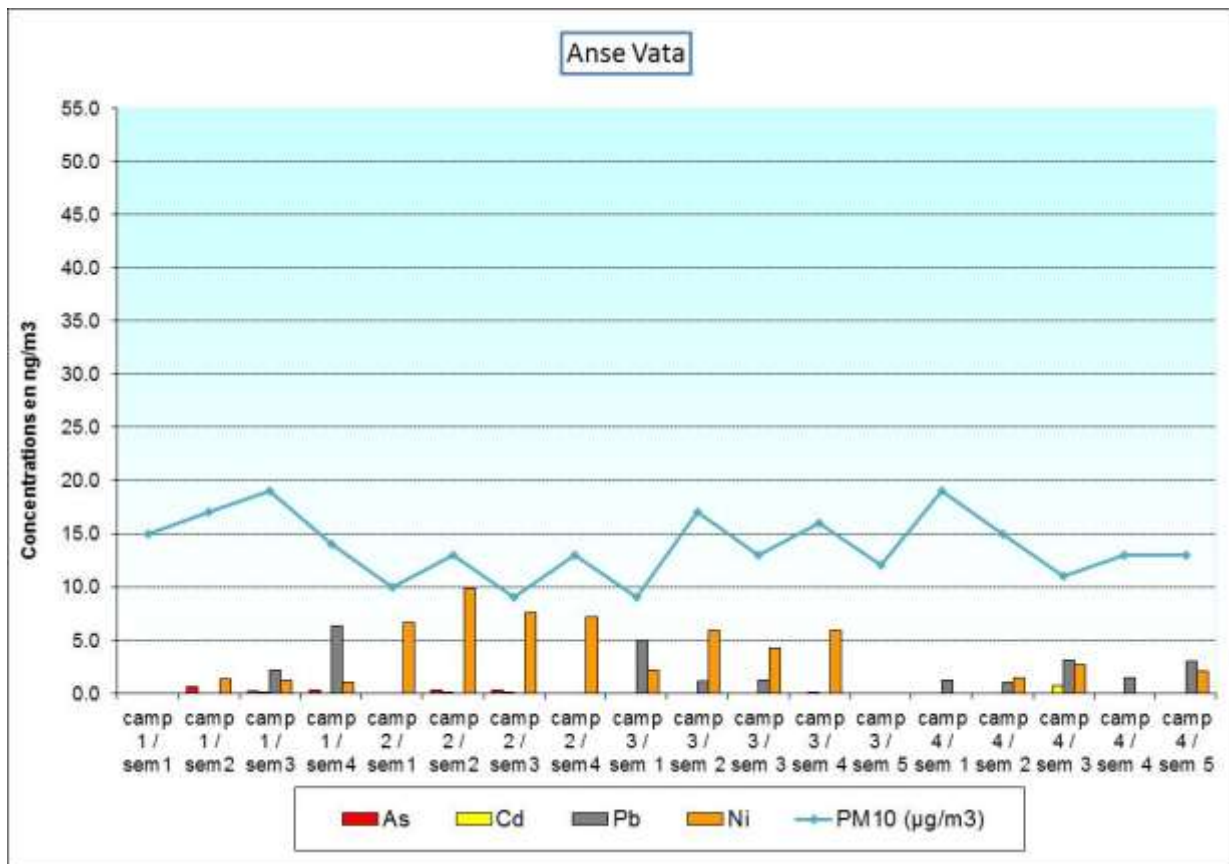
Les graphiques suivants montrent l'évolution des niveaux hebdomadaires 2010 pour les 4 métaux et sur chaque site de mesure. La courbe bleue correspond aux niveaux moyens de particules PM10 (ou PM2.5) mesurés sur chaque semaine de mesure (moyennes hebdomadaires en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

<sup>20</sup> SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant à Nouméa 2008-2009. Septembre 2010.

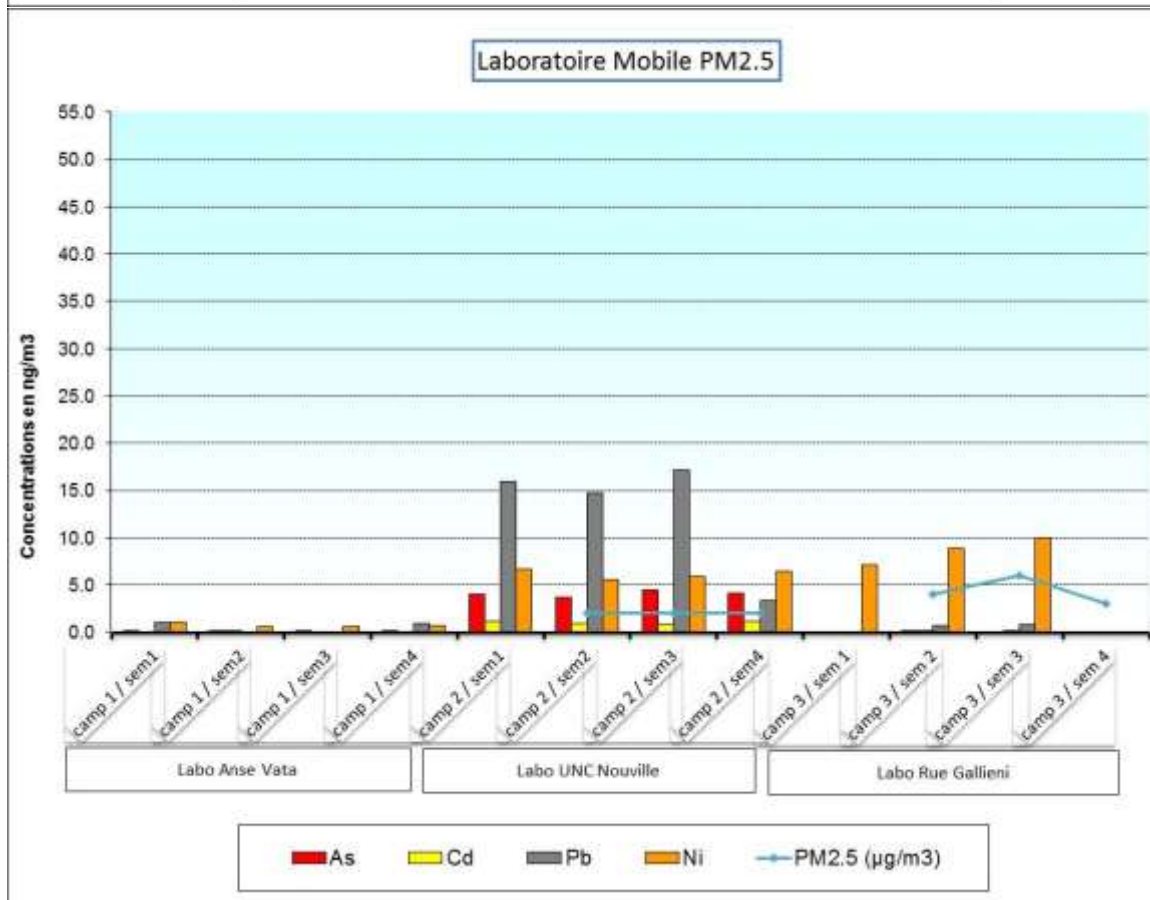
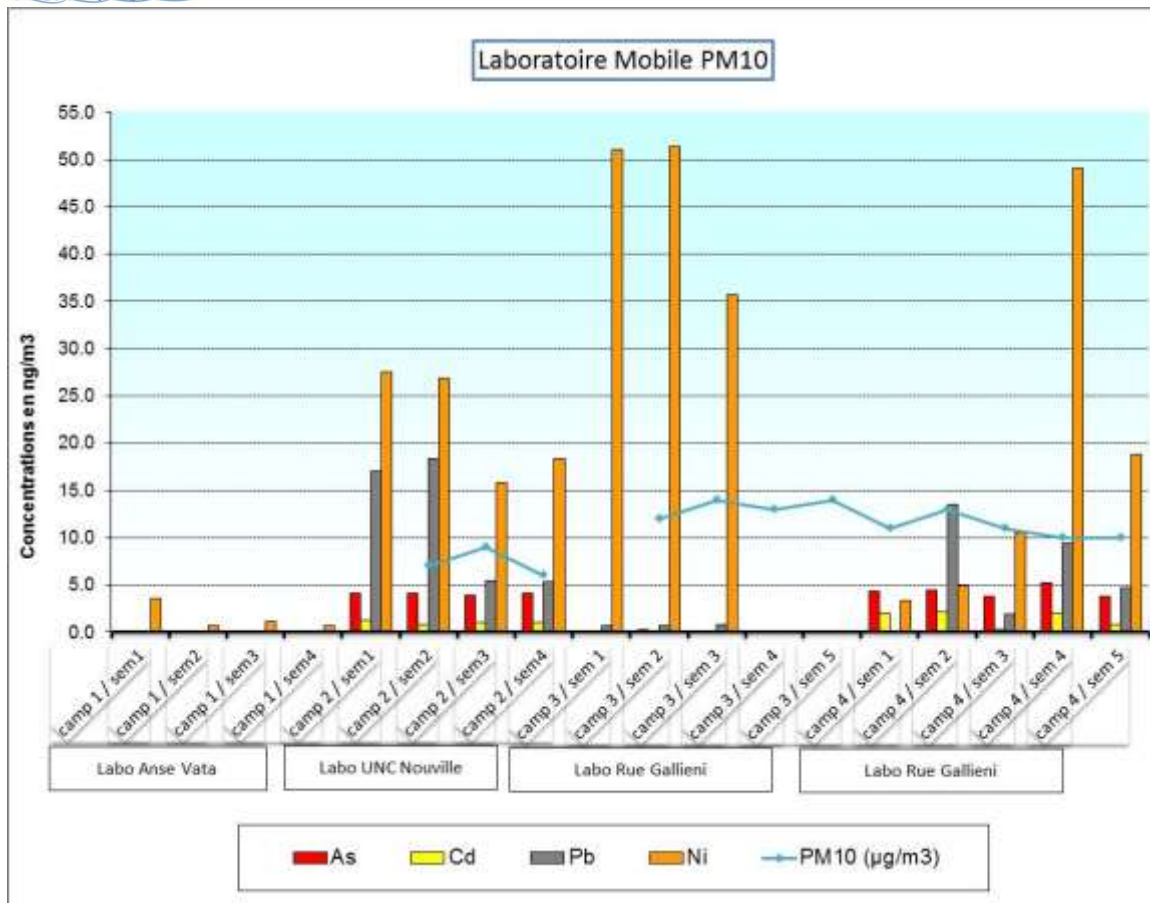




NB : en raison d'un problème technique, il n'y a pas eu de mesure au Faubourg Blanchot durant les 4 premières semaines de la campagne 4.







NB : pour le laboratoire mobile, les données de concentrations des PM sont en grande partie indisponibles ou invalides en raison des phases de tests effectuées au cours des premières campagnes et des divers problèmes techniques rencontrés.

De manière générale, sur les sites fixes et sur les sites du Laboratoire mobile, nous n'observons pas de corrélation nette entre l'évolution des niveaux de métaux et ceux des poussières PM.

Cela est à nuancer pour le site :

- de Logicoop, dont les niveaux de PM10 sont les plus élevés pour les niveaux de nickel les plus élevés,
- du Faubourg Blanchot, pour lequel les valeurs de pointe hebdomadaires de métaux sont liées aux niveaux de PM10 les plus élevés,
- du laboratoire mobile, pour les PM10 et PM2.5 : malgré le peu de données disponibles, il semble que les niveaux de poussières les plus élevés soient liés aux niveaux de nickel les plus forts.

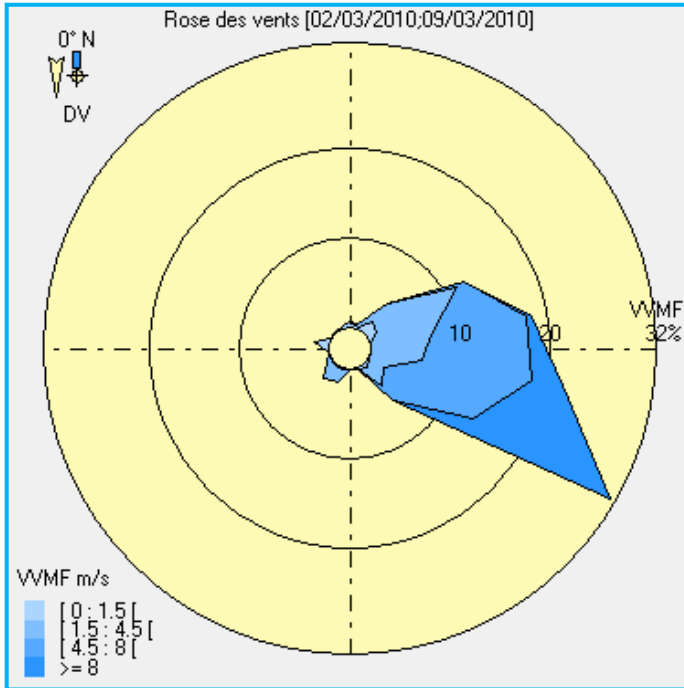
Une analyse approfondie par série hebdomadaire, considérant les sources potentielles d'émissions de métaux lourds sur la ville de Nouméa et les différents paramètres météorologiques, permettrait d'interpréter les niveaux hebdomadaires de métaux mesurés pour chaque site.

Ainsi, pour chaque série hebdomadaire une analyse croisée combinant différents facteurs : conditions de vents majoritaires<sup>21</sup>, précipitations, niveaux de PM10, niveaux de métaux lourds, ainsi que d'autres facteurs éventuels est proposée :

---

<sup>21</sup> Les données de vents et les autres paramètres météorologiques s'appuient sur les données sources de Météo France.





**Camp 1 sem 1 : série du 02/03/2010 au 09/03/2010**

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

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0 mm

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

MTR : 18  
 LGC : 17  
 FB : 14  
 AV : 15  
 Labo AV : /  
 Labo AV (PM2.5) : /

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux des métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

**Interprétation**

Les alizés favorisent la dispersion des PM10, notamment d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement.

**Camp 1 sem 2 : série du 09/03/2010 au 16/03/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Est à Est-Sud/Est  
 Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Fortes : 46 mm

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

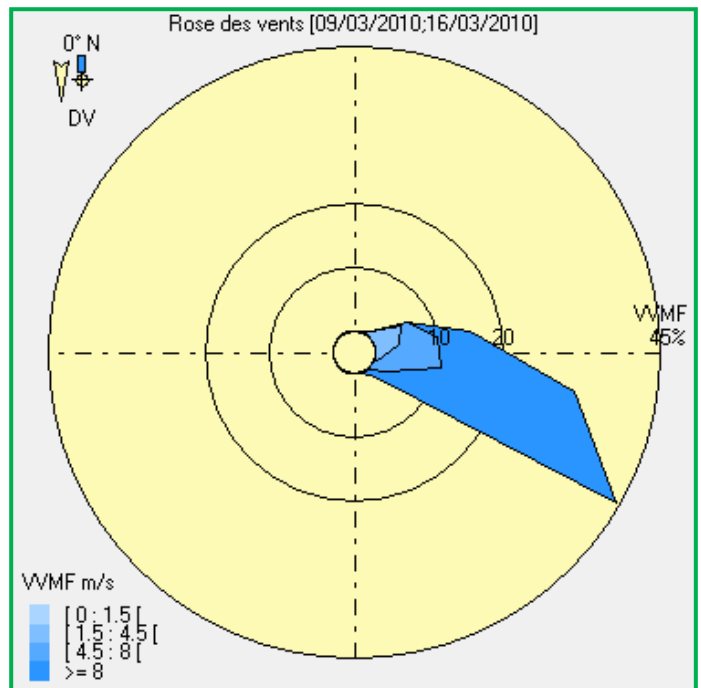
MTR : 16  
 LGC : 16  
 FB : 16  
 AV : 17  
 Labo AV : /  
 Labo AV (PM2.5) : /

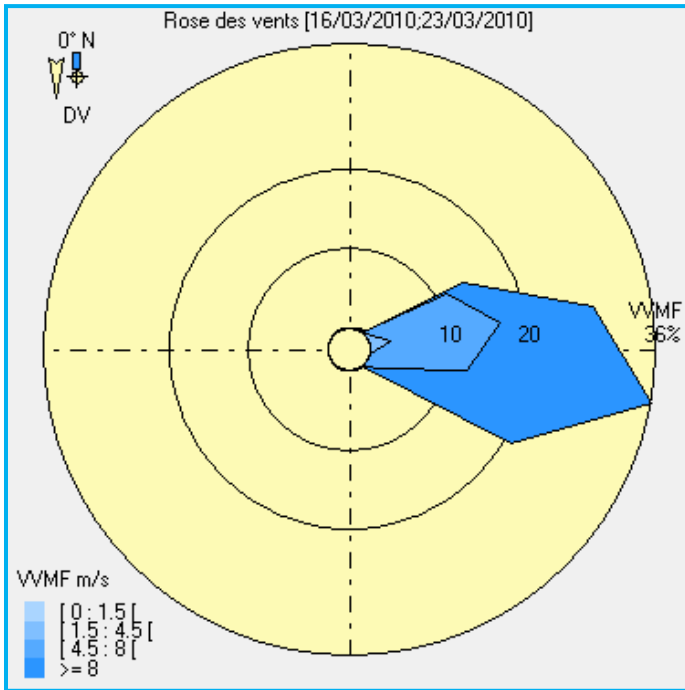
**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux des métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

**Interprétation**

Les fortes précipitations, par effet de lessivage de l'air, ont probablement réduit les niveaux de poussières PM10 sur le réseau.  
 Les alizés favorisent la dispersion des PM10, notamment d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement.





**Camp 1 sem 3 : série du 16/03/2010 au 23/03/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Faible : 9.7 mm

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

MTR : 18  
LGC : 19  
FB : 19  
AV : 19  
Labo AV : /  
Labo AV (PM2.5) : /

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux des métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

On observe une valeur de pointe pour le plomb au Faubourg Blanchot, qui reste néanmoins faible.

**Camp 1 sem 4 : série du 23/03/2010 au 30/03/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Est à Est-Sud/Est  
Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Fortes : 60.2 mm

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

MTR : 14  
LGC : 14  
FB : 13  
AV : 14  
Labo AV : /  
Labo AV (PM2.5) : /

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux des métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

**Interprétation**

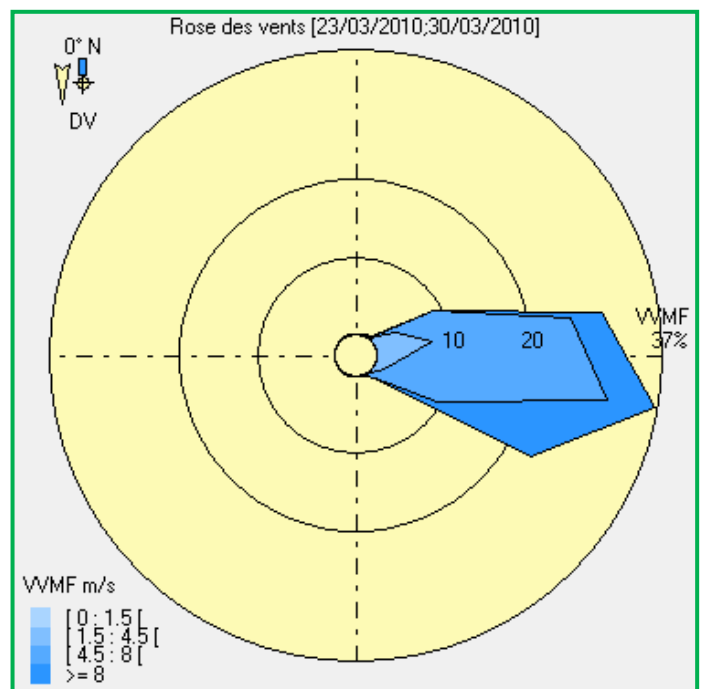
Les fortes précipitations, par effet de lessivage de l'air, expliquent en partie les niveaux très faibles de poussières PM10 sur le réseau.

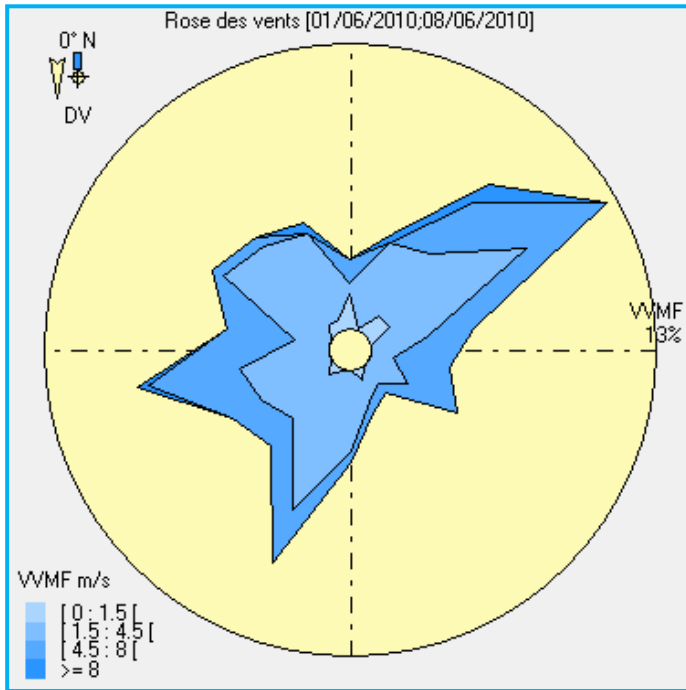
Les alizés favorisent la dispersion des PM10, notamment d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement.

**Interprétation**

Les alizés favorisent la dispersion des PM10, notamment d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement.

L'origine du plomb sur le Faubourg Blanchot reste inexpliquée.





**Camp 2 sem 1 : série du 01/06/2010 au 08/06/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

Vitesses : faible à moyenne

**Précipitations (en mm)**

Moyenne : 36 mm

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

MTR : 15

Labo UNC Nouville : /

LGC : 10

Labo UNC Nouville (PM2.5) : /

FB : 15

AV : 10

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd et de Plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites fixes.

Pour ces métaux, le laboratoire mobile affiche des valeurs de pointe bien plus élevées que celles mesurées sur les sites fixes. Pour le Ni, la concentration mesurée à Nouville dépasse la valeur cible annuelle et celle mesurée à Montravel s'approche de la valeur du seuil d'évaluation inférieur.

**Interprétation**

Malgré les faibles niveaux de PM10 observés, les conditions de vents faibles et variables portent l'hypothèse de retombées de PM10 majoritairement d'origine industrielle et routière sur la ville.

Les valeurs de pointe mesurées à Nouville laissent penser à une origine industrielle des métaux, notamment du nickel, par vent de secteur Nord-Est.

**Camp 2 sem 2 : série du 08/06/2010 au 15/06/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Variables, Nord-Est, Est, Sud/Est, Sud, Nord-Ouest.

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 14.4 mm

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

MTR : 20

Labo UNC Nouville : 7

LGC : 13

Labo UNC Nouville (PM2.5) : 2

FB : 19

AV : 13

**Niveaux de métaux lourds**

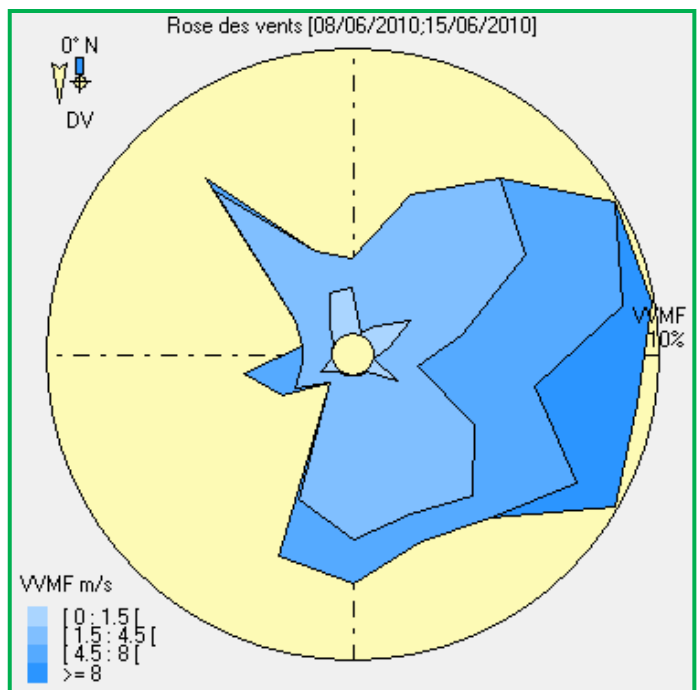
Le Faubourg Blanchot affiche des niveaux de cadmium et de Ni les plus élevés du réseau fixe. Sur les autres stations fixes, les niveaux sont faibles sauf pour le Ni pour lequel les niveaux ne sont pas négligeables. Le laboratoire mobile à Nouville révèle des niveaux sensiblement identiques à la série précédente pour l'ensemble des métaux.

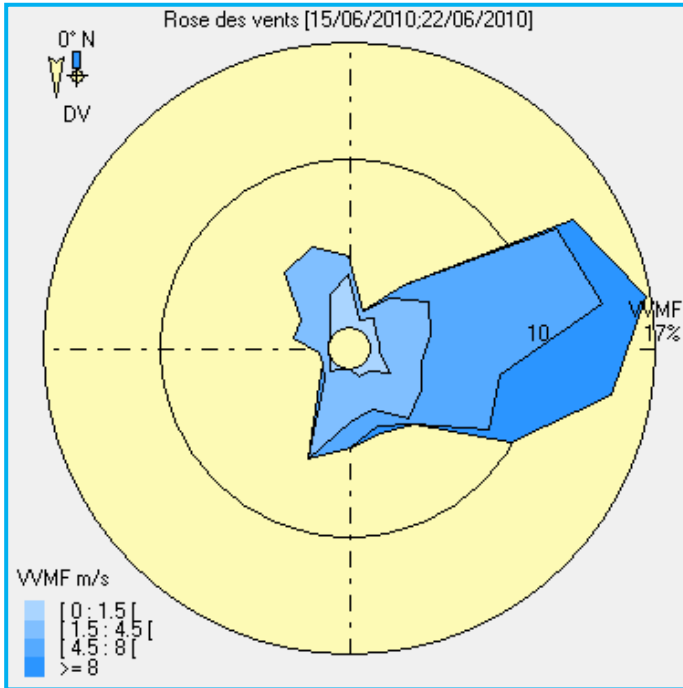
**Observation(s) complémentaire(s)**

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur le Faubourg Blanchot et à Nouville.

**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 Ni au Faubourg et à Nouville, par vent, respectivement de Nord-Ouest et Nord-Est. Le pic de cadmium au Faubourg est difficilement interprétable.





**Camp 2 sem 3 : série du 15/06/2010 au 22/06/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 18 mm

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

MTR : 16	Labo UNC Nouvelle : 9
LGC : 10	Labo UNC Nouvelle (PM2.5) : 2
FB : 13	AV : 9

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd et de Pb restent faibles sur l'ensemble des sites fixes.

Pour ces métaux, le laboratoire mobile affiche des valeurs bien plus élevées que celles mesurées sur les sites fixes. Du Ni a été mesuré sur l'ensemble des sites, particulièrement au Faubourg Blanchot et à Nouvelle.

**Interprétation**

Malgré les faibles niveaux de PM10 observés, les conditions de vents faibles et de directions variées portent l'hypothèse de retombées de PM10 majoritairement d'origine industrielle et routière sur la ville.

Les valeurs de pointe mesurées à Nouvelle laissent penser à une origine industrielle des métaux, notamment du Ni, par vent de secteur d'Est-Nord/Est. En outre, les vents de Nord-Ouest favorisent généralement la dispersion des poussières de nickel d'origine industrielle vers le Faubourg Blanchot.

**Camp 2 sem 4 : série du 22/06/2010 au 29/06/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Est-Sud/Est à Sud-Est, Est-Nord/Est.

Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 4.1 mm

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

MTR : 20	Labo UNC Nouvelle : 6
LGC : 13	Labo UNC Nouvelle (PM2.5) : 2
FB : 14	AV : 13

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux sont assez similaires à ceux mesurés au cours des séries précédentes de la campagne 2.

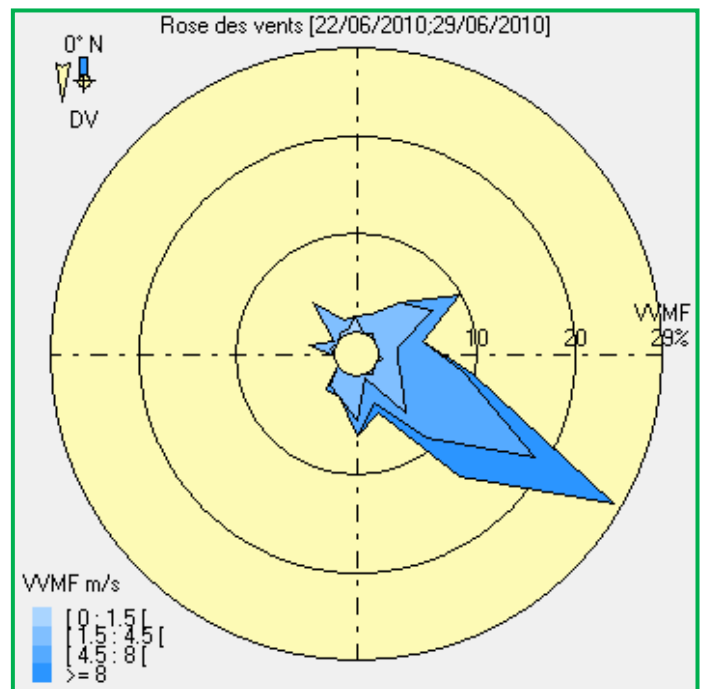
Les niveaux de Cd, Pb et Ni sont néanmoins plus élevés sur Logicoop.

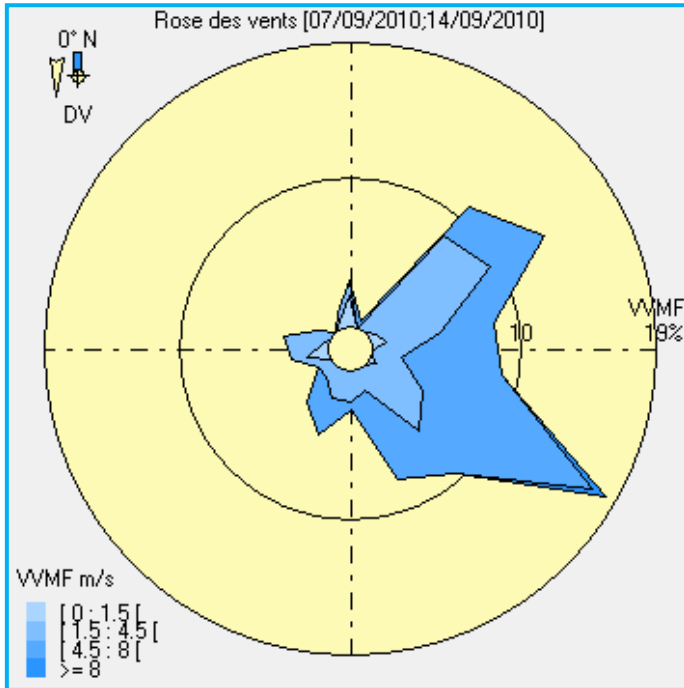
**Observation(s) complémentaire(s)**

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

**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 et potentiellement de cadmium à Logicoop et à Nouvelle, respectivement par vent de Sud-Est et Est-Nord/Est.





**Camp 3 sem 1 : série du 07/09/2010 au 14/09/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 5.1 mm

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

MTR : 17	Labo GAL : /
LGC : 18	Labo GAL (PM2.5) : /
FB : 14	AV : 9

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd et de Plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites de prélèvement.

Pour le nickel, le laboratoire mobile affiche une valeur record très supérieure à la valeur cible annuelle de 20  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Sur le réseau fixe, c'est le site de Logicoop qui affiche la valeur la plus élevée.

**Camp 3 sem 2 : série du 14/09/2010 au 21/09/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.0 mm

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

MTR : 19	Labo GAL : 12
LGC : 20	Labo GAL (PM2.5) : 4
FB : 21	AV : 17

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd et Pb sont très faibles sur l'ensemble des sites.

Les niveaux de Ni sont significatifs sur les sites de Logicoop et du Faubourg Blanchot, et particulièrement élevés sur le site campagne de la rue Galliéni.

**Observation(s) complémentaire(s)**

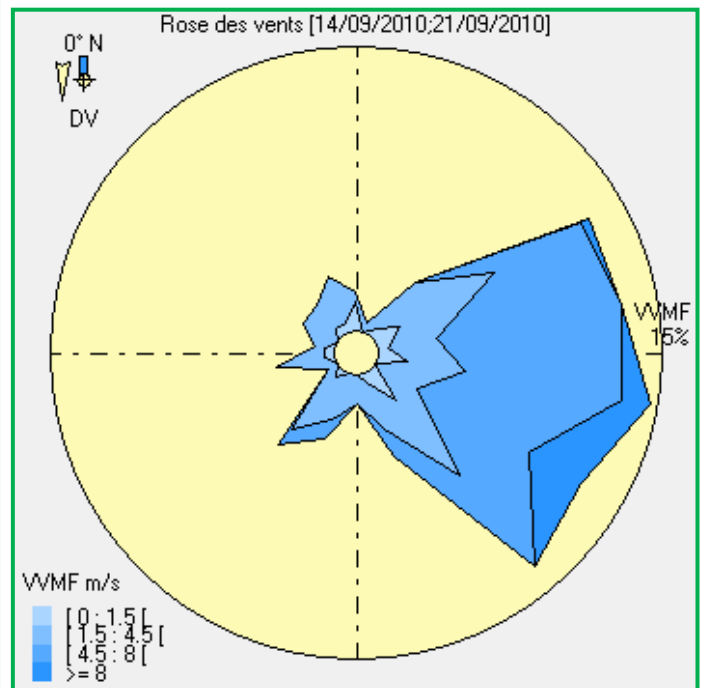
Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop, au Faubourg Blanchot et rue Galliéni.

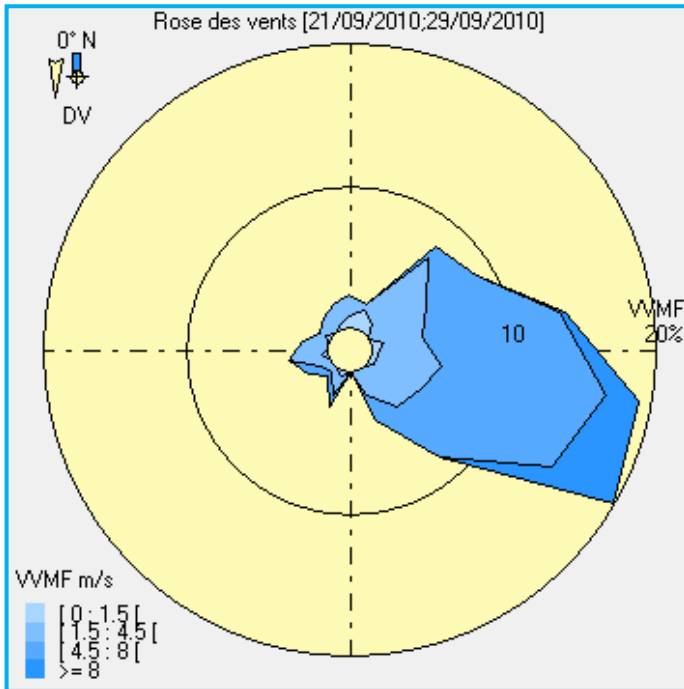
**Interprétation**

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, au Faubourg et rue Galliéni, respectivement par vent de Sud-Est, Nord-Ouest et Nord.

**Interprétation**

Les vents faibles ont favorisé les retombées de poussières PM10 issues de l'activité industrielle sur le centre-ville (Rue Galliéni) et ceux de secteur Sud-Est, leur dispersion vers Logicoop.





**Camp 3 sem 3 : série du 21/09/2010 au 29/09/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.0 mm

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

MTR : 16	Labo GAL : 14
LGC : 17	Labo GAL (PM2.5) : 6
FB : 17	AV : 13

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd et de Plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites de prélèvement.

Les niveaux de Ni sont significatifs sur les sites de Logicoop, de Montravel, du Faubourg Blanchot, et très élevés sur le site campagne de la rue Galliéni.

**Observation(s) complémentaire(s)**

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop, à Montravel, au Faubourg Blanchot et rue Galliéni.

**Interprétation**

Bien que les vents aient été majoritairement de secteurs Est, les vents faibles et de secteurs variables sont à l'origine de légères accumulations de poussières PM10 d'origine industrielle sur la ville, ce qui explique vraisemblablement les niveaux de Ni mesurés.

**Camp 3 sem 4 : série du 13/10/2010 au 20/10/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Variables, Nord à Nord-Est, Est à Sud, Ouest.

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 17.6 mm

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

MTR : 17	Labo GAL : 13
LGC : 20	Labo GAL (PM2.5) : 3
FB : 17	AV : 16

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd et Pb sont très faibles sur l'ensemble des sites.

Les niveaux de Ni sont les plus élevés sur le site de Logicoop.

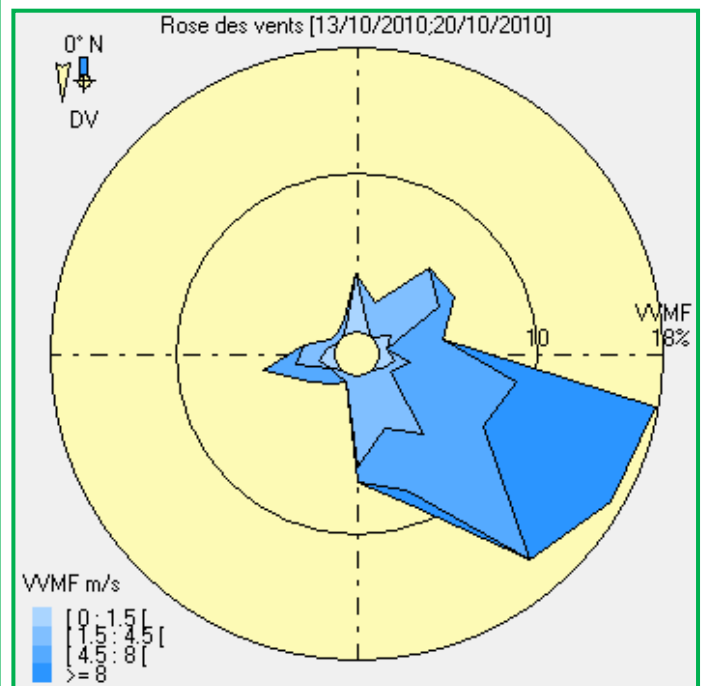
*NB : pas de mesures effectuées sur la rue Galliéni.*

**Observation(s) complémentaire(s)**

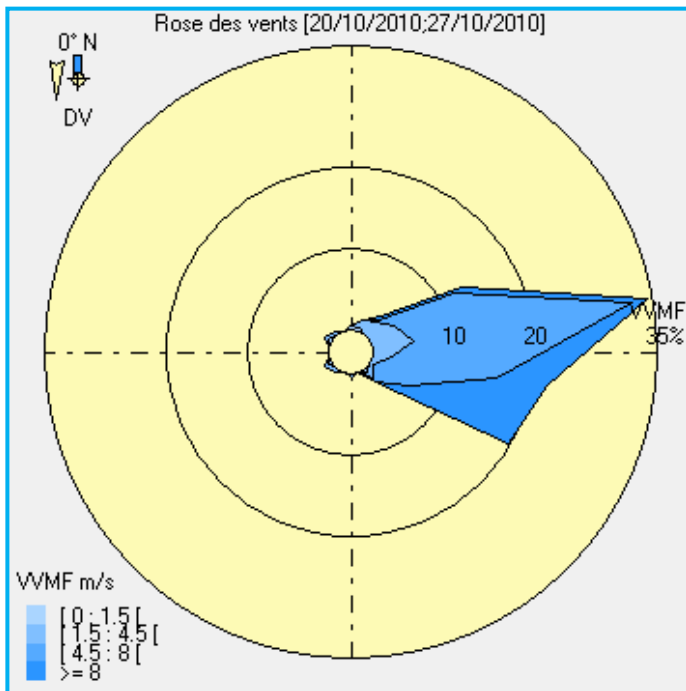
Fortes hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 sur Logicoop.

**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 3 sem 5 : série du 20/10/2010 au 27/10/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 9.2 mm

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

MTR : 10	Labo GAL : 14
LGC : 13	Labo GAL (PM2.5) : 5
FB : 13	AV : 12

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd, de Pb et de Ni sont très faibles sur l'ensemble des sites de prélèvement ; à l'exception du Pb sur Logicoop qui affiche une valeur inhabituelle, qui reste néanmoins très faible.

*NB : pas de mesures effectuées sur la rue Gallieni.*

**Camp 4 sem 1 : série du 23/11/2010 au 30/11/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Est à Est-Sud/Est  
Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 24.3 mm

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

MTR : 17	Labo GAL : 11
LGC : 15	Labo GAL (PM2.5) : 3
FB : 20	AV : 19

**Niveaux de métaux lourds**

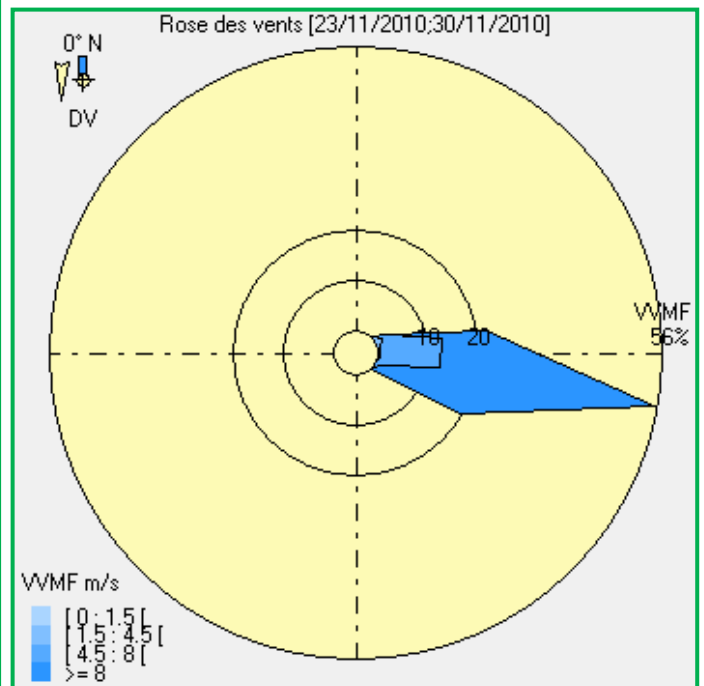
Les niveaux d'As, de Cd, de Pb et de Ni sont très faibles sur l'ensemble des sites fixes.  
Les valeurs d'As et de Cd mesurées rue Gallieni dépassent respectivement les valeurs annuelles des seuils d'évaluation supérieur et inférieur.

**Interprétation**

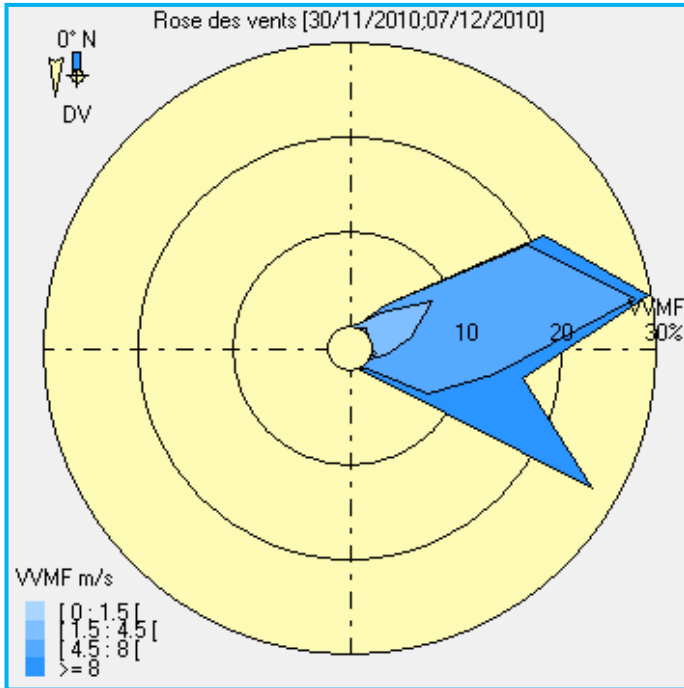
Les pics d'As et de Cd sont difficilement interprétables.  
Ces valeurs ne sont vraisemblablement pas liées à l'activité industrielle du fait des vents d'Est.  
Les émissions liées au trafic routier, mais aussi la présence de travaux au sein des bâtiments de la mairie rue Gallieni pourraient potentiellement jouer un rôle. A noter également la présence d'un chantier de construction à proximité.

**Interprétation**

Les alizés favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement.  
La valeur inhabituelle de plomb sur Logicoop est difficilement interprétable.







**Camp 4 sem 2 : série du 30/11/2010 au 07/12/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Est-Nord/Est à Est-Sud/Est.

Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.2 mm

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

MTR : 15

Labo GAL : 13

LGC : 13

Labo GAL (PM2.5) : 3

FB : 13

AV : 15

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd, de Pb et de Ni sont très faibles sur l'ensemble des sites fixes de prélèvement, à l'exception de Montravel pour le Cd avec une valeur ponctuellement forte, proche de la valeur annuelle du seuil d'évaluation supérieur.

Les valeurs d'As et de Cd mesurées rue Galliéni dépassent respectivement les valeurs annuelles des seuils d'évaluation supérieur et inférieur.

**Interprétation**

Les alizés favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement.

Les valeurs d'As et de Cd sur Montravel et rue Galliéni sont difficilement interprétables.

Les émissions liées au trafic routier, mais aussi la présence de travaux au sein des bâtiments de la mairie rue Galliéni pourraient potentiellement jouer un rôle. A noter également la présence d'un chantier de construction à proximité.

**Camp 4 sem 3 : série du 08/12/2010 au 15/12/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Est-Nord/Est à Sud-Est.

Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.5 mm

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

MTR : 13

Labo GAL : 11

LGC : 14

Labo GAL (PM2.5) : 3

FB : 11

AV : 11

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd, de Pb et de Ni sont très faibles sur l'ensemble des sites fixes.

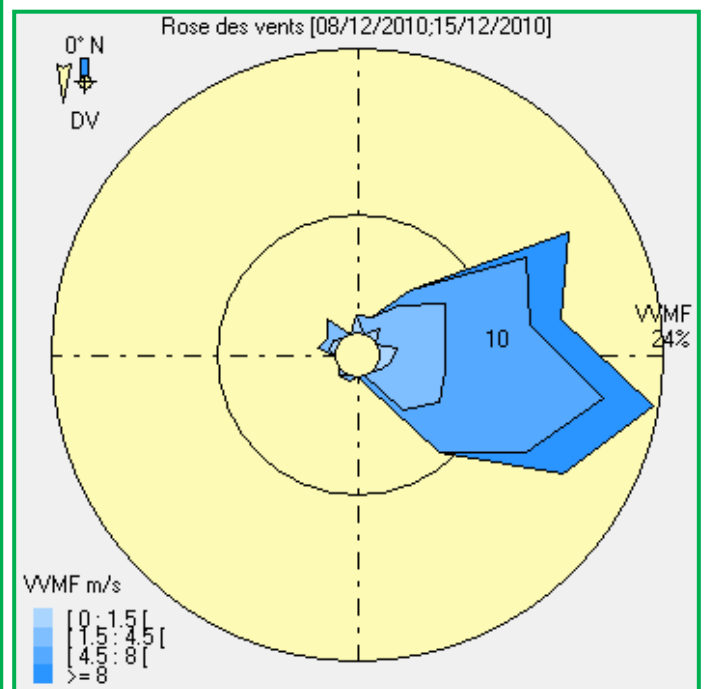
Les valeurs d'As mesurées rue Galliéni dépassent la valeur annuelle du seuil d'évaluation supérieur.

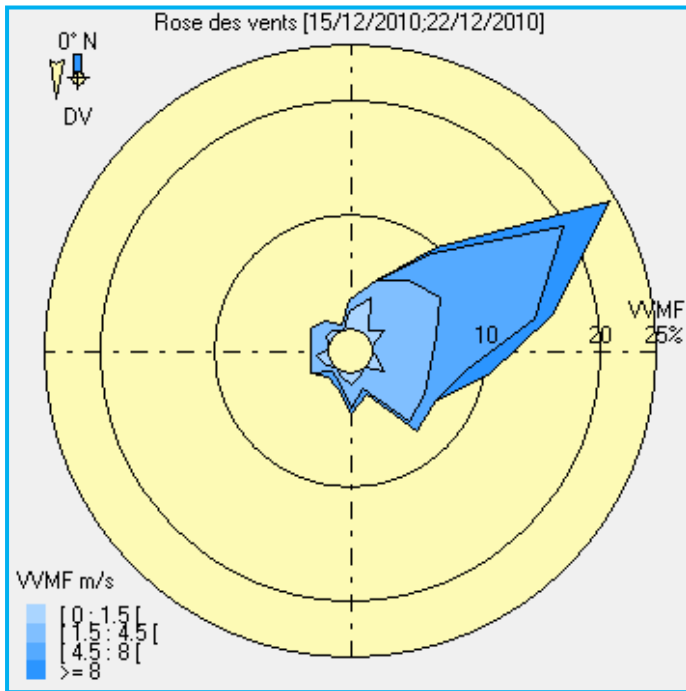
**Interprétation**

La valeur d'As rue Galliéni est difficilement interprétable.

Les émissions liées au trafic routier, mais aussi la présence de travaux au sein des bâtiments de la mairie rue Galliéni pourraient potentiellement jouer un rôle.

A noter également la présence d'un chantier de construction à proximité.





**Camp 4 sem 4 : série du 15/12/2010 au 22/12/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.5 mm

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

MTR : 20

Labo GAL : 10

LGC : 15

Labo GAL (PM2.5) : /

FB : 14

AV : 13

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'As, de Cd, de Pb et de Ni sont très faibles sur l'ensemble des sites fixes.

Les valeurs d'As et de Cd mesurées rue Galliéni atteignent respectivement les valeurs annuelles des seuils d'évaluation supérieur et inférieur, et celle de Ni atteint un niveau plus de deux fois supérieure à la valeur cible.

**Observation(s) complémentaire(s)**

Hausses corrélées des niveaux de dioxyde de soufre et de PM10 rue Galliéni.

**Interprétation**

Bien que les vents aient été majoritairement de secteurs Nord-Est, les vents faibles et de secteurs variables sont à l'origine de légères accumulations de poussières PM10 d'origine industrielle sur la ville, ce qui explique vraisemblablement les niveaux de Ni mesurés rue Galliéni. Pour l'As et le Cd, les émissions liées au trafic routier, mais aussi la présence de travaux au sein des bâtiments de la mairie Rue Galliéni pourraient potentiellement jouer un rôle. A noter également la présence d'un chantier de construction à proximité.

**Camp 4 sem 5 : série du 22/12/2010 au 29/12/2010**

**Conditions de vents majoritaires**

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

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.5 mm

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

MTR : 15

Labo GAL : 10

LGC : 16

Labo GAL (PM2.5) : /

FB : 13

AV : 13

**Niveaux de métaux lourds**

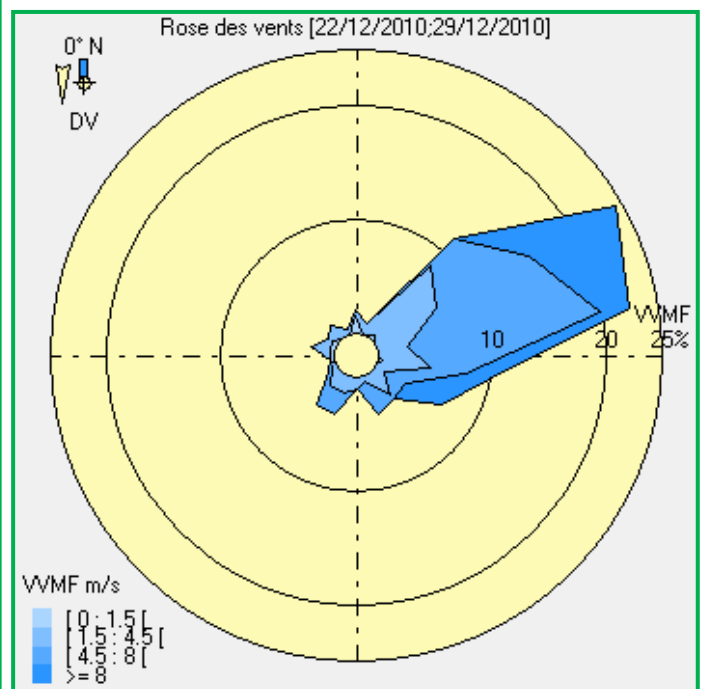
Les niveaux de métaux restent faibles sur l'ensemble des sites fixes.

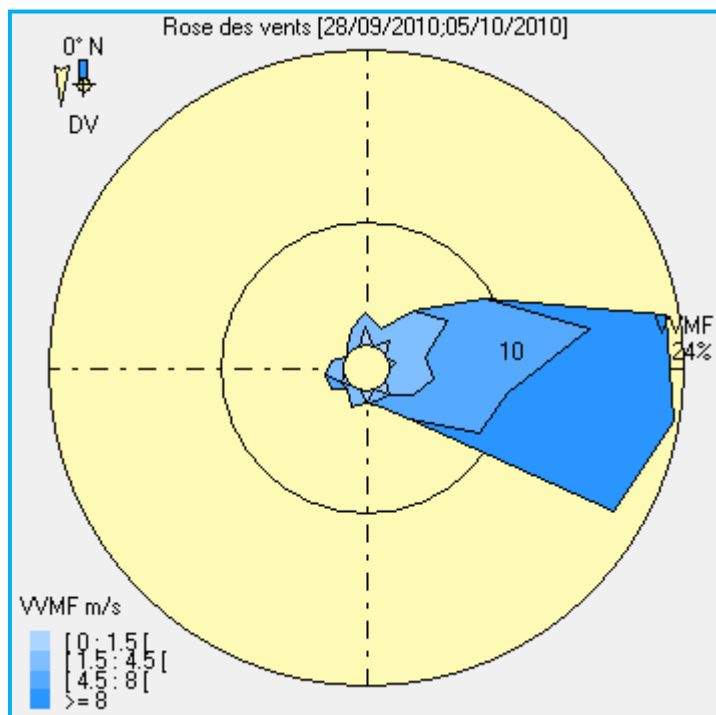
Pour l'As et le Cd, le laboratoire mobile affiche des valeurs bien plus élevées que celles mesurées sur les sites fixes. La valeur de Ni rue Galliéni s'approche de la valeur cible annuelle.

**Interprétation**

Bien que les vents aient été majoritairement de secteurs Nord-Est, les vents faibles et de secteurs variables sont à l'origine de légères accumulations de poussières PM10 d'origine industrielle sur la ville, ce qui explique vraisemblablement les niveaux de Ni mesurés rue Galliéni.

Pour l'As et le Cd, les émissions liées au trafic routier, mais aussi la présence de travaux au sein des bâtiments de la mairie rue Galliéni pourraient potentiellement jouer un rôle. A noter également la présence d'un chantier de construction à proximité.





### série « SLN » du 29/09/2010 au 05/10/2010

#### Conditions de vents majoritaires

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

#### Précipitations (en mm)

Faibles : 0.9 mm

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

MTR : 17  
LGC : 18

#### Niveaux de métaux lourds

Les niveaux de Ni et de Pb sont faibles à très faibles par rapport à leur valeur de référence annuelles correspondante.

On observe également la présence des métaux V, Cr, Zn et Sb.

Les niveaux de Mn, Co, Cu et Sn se situent sous leurs seuils de détection respectifs (proche de zéro).

#### Observation(s) complémentaire(s)

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

#### Interprétation

Les alizés favorisent la dispersion des PM10 d'origine industrielle, majoritairement vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement et ponctuellement vers le secteur de Logicoop.

On peut émettre l'hypothèse d'une origine industrielle du Ni, essentiellement présent sur Logicoop, mais aussi du V et du Zn.

Notons que le trafic routier et diverses sources d'émission ponctuelles peuvent également contribuer à la présence de ces métaux dans l'air.

Du fait de l'absence de valeur de référence pour les métaux V, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Sn et Sb, il est difficile de caractériser les niveaux observés.

#### 4.1.2.3. Conclusion

Sur les sites fixes, les résultats sont similaires à ceux de l'année 2009 : les concentrations de métaux dépendent globalement des conditions météorologiques saisonnières : les niveaux sont de manière générale les plus forts pour les campagnes de mesures effectuées au cours de la saison fraîche, période durant laquelle les vents sont les plus faibles et de secteurs variables.

Les niveaux d'As, de Cd et de Pb restent néanmoins très faibles sur l'ensemble des séries hebdomadaires si l'on excepte certaines valeurs exceptionnelles. En revanche, ceux du Ni s'approchent et dépassent parfois les valeurs de référence annuelle.

Sur les sites campagnes où fut positionné le laboratoire mobile, les niveaux sont très supérieurs à ceux mesurés sur les sites fixes. Pour l'As et le Cd, les niveaux hebdomadaires s'approchent ou dépassent les valeurs de référence annuelles (UNC et Rue Gallieni). Pour le Pb, les valeurs restent faibles. Pour le Ni, les valeurs confirment la présence de Ni particulière sur la ville, mais de façon plus marquée que sur les sites fixes.

Notons que la comparaison sites fixe / sites campagne trouve sa principale limite du fait de systèmes de prélèvement différents<sup>22</sup>, 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 ACCU<sup>23</sup>.

En ce qui concerne les niveaux d'As et de Cd affichés par le laboratoire mobile, il est difficile de conclure quant à l'origine de ces métaux : l'analyse des séries hebdomadaires laisse penser à une origine industrielle dans certains cas (campagne 2 - UNC Nouville), et une origine différente dans d'autres cas (campagne 5 - rue Gallieni). A noter que des travaux de façade effectués dans les locaux de l'Hôtel de Ville de Nouméa, mais aussi le chantier de construction situé dans la même rue, ont pu jouer un rôle dans l'émission d'As.

En effet, selon la CITEPA<sup>24</sup>, l'arsenic provient, d'une part, de traces de ce métal dans les combustibles minéraux solides ainsi que dans le fioul lourd comme celui utilisé par la centrale thermique de Doniambo et, d'autre part, dans certaines matières premières utilisées notamment dans des procédés comme la production de verre, de métaux non ferreux ou la métallurgie des ferreux.

Le cadmium pour sa part est émis par la production de zinc et l'incinération de déchets essentiellement. La combustion à partir des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse engendrent une part significative des

<sup>22</sup> Voir partie 3.1.1 *Méthode de prélèvement* 3.1.2. *Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence*. p.15

<sup>23</sup> Voir partie 3.1.2. *Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence*. p.16

<sup>24</sup> Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

émissions, ce qui confirme la potentielle origine industrielle de ce métal sur Nouméa.

Les résultats montrent plus clairement l'origine industrielle du Ni : on observe quasi systématiquement des valeurs moyennes à fortes dans des conditions de dispersion des émissions de Doniambo vers les sites de prélèvements.

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 constituent systématiquement la grande majorité des PM10. Pour le Ni, les PM2.5 occupent une part de 20 à 30% des PM10.

## 5. Conclusions et perspectives

Les résultats des campagnes de mesure effectuées au niveau des sites fixes de Logicoop, de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata permettent de tirer les mêmes conclusions qu'en 2009 : les niveaux d'arsenic, de cadmium, de plomb et de nickel dans les particules PM10 respectent les valeurs de références annuelles issues de la réglementation européenne.

Seuls les niveaux de nickel s'approchent du seuil d'évaluation inférieur pour le site du Faubourg Blanchot.

2010 est la première année de mise en fonctionnement opérationnelle du laboratoire mobile grâce auquel des mesures de métaux (PM10 et PM2.5) ont pu être réalisées : à l'Anse Vata, sur le site de l'UNC- Nouville et rue Galliéni dans l'enceinte de l'Hôtel de Ville.

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.

Ainsi, les niveaux d'As et de Cd mis en évidence sur les sites de l'UNC et de la rue Galliéni par le laboratoire mobile appellent à un suivi régulier et à la réalisation d'études approfondies dans le but d'identifier les sources d'émissions.

L'analyse détaillée des séries hebdomadaires<sup>25</sup> a permis d'identifier l'industrie (Doniambo) comme un émetteur potentiel mais il semble que d'autres sources jouent un rôle. En effet, le trafic routier et diverses sources ponctuelles liées à des travaux de construction ou de rénovation pourraient également jouer un rôle.

Pour le Ni, les niveaux dépassent largement les seuils de référence annuels sur plus de 30 % des prélèvements hebdomadaires effectués par le laboratoire mobile.

L'analyse des séries hebdomadaires confirme le constat émis en 2009 d'une origine très majoritairement industrielle du Ni sur les sites de prélèvement.

En outre le laboratoire mobile a permis d'établir une première estimation de la fraction PM2.5 des métaux mesurés : pour l'As, le Pb et le Cd, d'après les résultats obtenus sur l'ensemble des campagnes, les PM2.5 constituent la grande majorité des PM10. Pour le Ni, les PM2.5 occupent une part de 20 à 30% des PM10.

Rappelons que les PM2.5, particules les plus fines (dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm) sont les plus dangereuses pour la santé.

---

<sup>25</sup> 4.1.2.3. Analyse des séries hebdomadaires. p.36

Pour conclure, les résultats de l'année 2010 appellent à pérenniser la surveillance et le suivi des niveaux métaux réglementés sur Nouméa.

Les campagnes de mesure qui seront effectuées par le laboratoire mobile en 2011 (Anse N'Du, au Faubourg Blanchot et en bordure de la Sav Express) permettront d'affiner les constats de fortes valeurs observées sur la ville.

Enfin, l'acquisition d'un préleveur dit de référence de type Partisol permettra dès 2012 une comparaison fine des différents systèmes de prélèvements de PM utilisés à Nouméa, et de trancher quant à la fiabilité des mesures effectuées par les systèmes ACCU et SWAM.



## 6. Références bibliographiques

ADEME. Guide d'élaboration de plans d'échantillonnage temporel et de reconstitution de données. 2009.

AIR NORMAND. Mesures de métaux dans l'estuaire de la Seine, 2009. Juin 2010.

AIR NORMAND. Bilan des mesures de métaux et d'hydrocarbures aromatiques polycyclique particulières en zone rurale entre avril 2008 et avril 2009.

AIRPARIF. Surveillance des métaux dans l'air autour de la raffinerie située à Grandpuits. Décembre 2009.

AIRPARIF. Surveillance des métaux dans l'air autour de la zone industrielle de Montereau-Fault-Yonne. Juin 2008.

ASPA. Bilan de la surveillance des métaux lourds dans l'air ambiant en 2009 en Alsace. AASPA 10032607-ID. Mars 2010.

ATMO PICARDIE. Mesure du plomb dans l'air ambiant à Crouy (02) - Bilan 2009/Synthèse de l'étude.

ECOLE DES MINES DE DOUAI - Antoine ROBACHE, François MATHE, Jean-Claude GALLOO. Etude n°3. Conditions de prélèvement des particules en vue de l'analyse des métaux. Décembre 2000.

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

ECOLE DES MINES DE DOUAI - Antoine ROBACHE, François MATHE, Jean-Claude GALLOO. Etude n°6. Prélèvement et analyse des métaux dans les particules en suspension dans l'air ambiant. Décembre 2002.

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

INERIS / AIRPARIF. Etude comparative entre le TEOM1400 et différents préleveurs manuels sur filtre - Caractérisation physico-chimique de l'aérosol atmosphérique de Paris. Décembre 2001.

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.

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.»

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.»

SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant Nouméa - 2008-2009. Sept. 2010.

# ANNEXE : données météorologiques complémentaires

