



Association Calédonienne de Surveillance de la  
Qualité de l'Air

**Mesure des métaux lourds dans l'air  
ambient à Nouméa  
2008-2009**



**Rapport d'étude – septembre 2010**



## 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 absence statutaire de but 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, Manuel Marquis
  
- *Intervenants études :*
  - Rédaction rapport / coordination : Sylvain GLEYE
  - Tiers examens du rapport : Alexandre TCHIN, Carine SAINT-CHAMARAND
  - Approbation finale : Laure LACHERETZ



# 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> .....	16
3.1.3. <i>Méthode d'analyse des métaux lourds</i> .....	17
3.2. LES SITES DE PRELEVEMENT ET LES SOURCES D'EMISSIONS DE METAUX LOURDS.....	17
3.3. PERIODES DE MESURE .....	20
3.4. PARAMETRES METEOROLOGIQUES.....	21
3.4.1. <i>Directions et vitesses des vents dominants durant les prélèvements</i> .....	21
3.4.2. <i>Précipitations et températures</i> .....	22
<b>4. RESULTATS .....</b>	<b>23</b>
4.1. RESULTATS DES ANALYSES .....	23
4.1.1. <i>Caractérisation des niveaux moyens en 2009</i> .....	23
4.1.2. <i>Analyse des données hebdomadaires 2008 et 2009</i> .....	25
<b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>43</b>
<b>6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>44</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  
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  $\mu\text{m}$ ).

La surveillance des métaux lourds particuliers dans l'air ambiant est réalisée en deux étapes : une campagne de prélèvement hebdomadaire puis l'analyse dans un laboratoire spécialisé en métropole. Cette analyse permet de connaître les concentrations en métaux lourds sur chaque site de prélèvement, et de comparer les niveaux mesurés aux seuils et valeurs de référence.

Les prélèvements ont été effectués sur les quatre sites de mesure en continu de Scal-Air qui sont situés dans les quartiers de Logicoop, de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata.

La première campagne de mesure des métaux lourds réalisée par Scal-Air date de 2008. Le présent rapport d'étude traite des campagnes de mesure 2008 et 2009.

Depuis la mise en place du réseau de Scal-Air, les niveaux de particules PM10 ont rarement fait l'objet de dépassements des valeurs de référence. Il est néanmoins nécessaire de vérifier les teneurs de métaux dans ces particules, pour lesquelles des valeurs de référence spécifiques sont définies au niveau européen.

Leur surveillance se justifie d'autant plus qu'un site industriel de traitement du nickel se situe au sein de la ville.

Les résultats présentés dans ce rapport constituent une première évaluation des niveaux de métaux lourds sur la ville de Nouméa.

## 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 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.

<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 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<sup>2</sup> :

- Objectif de qualité : 30 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup>.
  - 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

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

---

<sup>2</sup> En l'absence de réglementation sur la qualité de l'air ambiant, les prescriptions ICPE s'inspirent de la réglementation métropolitaine.

## 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 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.

En Nouvelle-Calédonie, la publication de mesures relatives aux métaux lourds dans l'air ambiant est très récente. Les premières mesures réalisées depuis la mise en place du réseau de surveillance de Scal-Air datent de 2008.

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).

Les préleveurs de particules PM10 utilisés par Scal-Air sont du type ACCU : le module des préleveurs 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, ce qui correspond environ à 168  $\text{m}^3$  d'air analysé par échantillon.

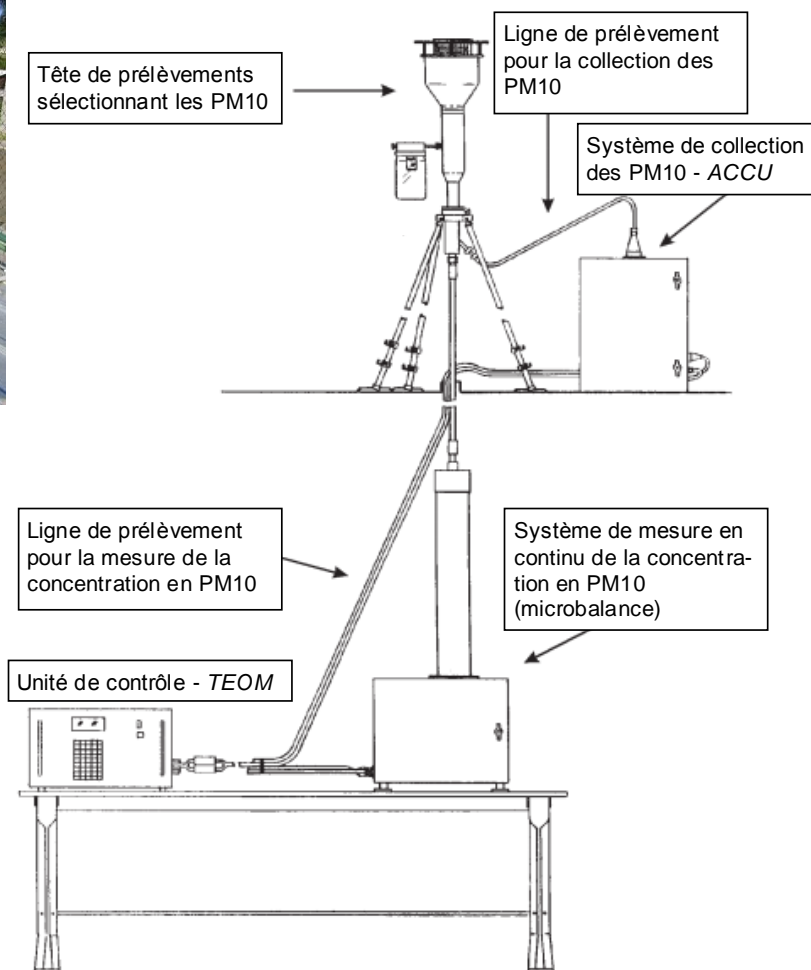
A chaque période de prélèvement, un filtre blanc est associé au dispositif. Les filtres blancs, sans être exposés au débit du préleveur, subissent le même protocole de pose et de collecte que les filtres exposés. L'analyse des concentrations en métaux lourds sur ces filtres permet de dépister d'éventuelles 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.



***Porte filtre et filtre après une semaine de prélèvement de particules PM10***



**Station de mesure de la qualité de l'air  
(Faubourg Blanchot)**



### 3.1.2. Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence

Le module ACCU utilisé par Scal-Air sur chaque station 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>5</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, 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.

---

<sup>5</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 ambiant.  
2001



### 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 ».

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

Tube	Site de prélèvement	Typologie	Emplacement
1	Station de Logicoop	industrielle	Rue Boutmy, Nouméa
2	Station de Montravel	Urbaine sous influence industrielle	Rue des Frères Charpentiers, Nouméa
3	Station du Faubourg Blanchot	urbaine	Rue Faidherbe, Ecole Paul Boyer, Nouméa
4	Station de l'Anse Vata	périurbaine	Rue Blaise Pascale, Ecole des Lys, Nouméa

Le positionnement des sites de prélèvement correspond aux stations fixes du réseau de Scal-Air. Ces sites sont tous représentatifs de zones densément peuplées de Nouméa. Selon sa typologie (*urbaine, industrielle, ect.*), 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 grand quantité (entre 5 et 250 ppm selon la littérature UFIP), le nickel quand 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. A noter que 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 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 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 et de Montravel, du fait de leur proximité au site de Doniambo, sont susceptibles d'être particulièrement influencées par les émissions industrielles.

Dans une moindre mesure, 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.

A noter qu'aucun des sites de mesure ne se trouve dans la zone considérée comme la plus impactée par la pollution d'origine industrielle, à savoir, l'extrémité de la presqu'île de Ducos. En effet, ce secteur se trouve sous les vents dominants par rapport au secteur de Doniambo à l'échelle d'une année<sup>6</sup>.

Aucun des sites de prélèvement n'étant de typologie *trafic*<sup>7</sup>, il est probable que l'influence du trafic routier sur les prélèvements de particules en suspension soit limitée. Seul le site de Montravel, situé à environ 200 m d'axes routiers importants (RT1, Rue Jacques Lékawé et rond-point Berthelot) est susceptible d'être influencé par les émissions du trafic automobile dans des conditions de vent défavorables<sup>8</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>6</sup> Voir Annexe 1 : rose des vents - Nouméa - du 1<sup>er</sup> janvier 1979 au 31 décembre 2008.

<sup>7</sup> Un site trafic se caractérise essentiellement par sa proximité à un axe routier majeure (inférieure à 5 m). Il est directement soumis aux polluants d'origine automobile, dont les particules fines en suspension de type PM10.

<sup>8</sup> Vents nuls, faibles ou de secteurs Ouest

**Les sites de prélèvement : Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot et Anse vata**



<<< Logicoop



Montravel >>>



<<< Anse Vata



Faubourg  
Blanchot  
>>>

### 3.3. Périodes de mesure

L'année 2008 a été une phase de test du matériel de prélèvement. Seules 4 semaines ont fait l'objet d'analyses des prélèvements.

En 2009, les prélèvements ont été répartis sur toute l'année : au total, il y a eu 12 semaines de prélèvement, ce qui représente 23% de l'année. La directive 2004/107/CE imposant une période de couverture annuelle d'au moins 14% pour considérer la mesure comme représentative, les mesures de l'année 2009 peuvent ainsi être comparées aux valeurs limites de référence annuelle.

<b>Nom de la série hebdomadaire</b>	<b>début du prélèvement</b>	<b>fin du prélèvement</b>
camp 2008_sem 1	05/08/2008	12/08/2008
camp 2008_sem 2	12/08/2008	19/08/2008
camp 2008_sem 3	19/08/2008	26/08/2008
camp 2008_sem 4	26/08/2008	02/09/2008
camp 2009_1_sem 1	13/01/2009	20/01/2009
camp 2009_1_sem 2	20/01/2009	27/01/2009
camp 2009_1_sem 3	27/01/2009	03/02/2009
camp 2009_1_sem 4	03/02/2009	10/02/2009
camp 2009_2_sem 1	02/06/2009	9/06/2009
camp 2009_2_sem 2	09/06/2009	16/06/2009
camp 2009_2_sem 3	16/06/2009	23/06/2009
camp 2009_2_sem 4	23/06/2009	30/06/2009
camp 2009_3_sem 1	24/11/2009	01/12/2009
camp 2009_3_sem 2	01/12/2009	08/12/2009
camp 2009_3_sem 3	08/12/2009	15/12/2009
camp 2009_3_sem 4	15/12/2009	22/12/2009

## 3.4. Paramètres météorologiques

Les paramètres météorologiques sont susceptibles d'avoir une influence sur la concentration en polluants en un site donné. Ces paramètres sont notamment la vitesse du vent, sa direction et les précipitations. En effet, les particules PM10 sont facilement dispersées par les vents dans l'air ambiant depuis leurs points 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 pointes sur la ville.

A Nouméa, les vents dominants sur l'année sont majoritairement de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est <sup>9</sup>. Des vents de secteurs Ouest sont également présents, notamment dans la période correspondant à la saison fraîche, de mai à septembre.

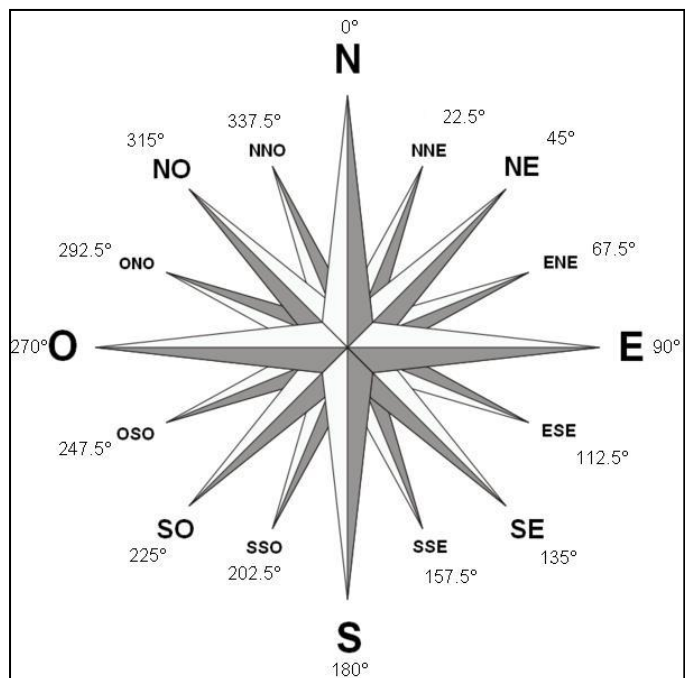
### 3.4.1. Directions et vitesses des vents dominants durant les prélèvements

Les roses des vents permettent de visualiser l'origine de la direction des vents dominants et leurs vitesses.

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 4.1.2.3. *Analyse des séries hebdomadaires* p.30



<sup>9</sup> Voir Annexe 1 : 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 d° C)
camp 2008_sem 1	05/08/2008	12/08/2008	<b>40.0</b>	20.9
camp 2008_sem 2	12/08/2008	19/08/2008	6.8	19.8
camp 2008_sem 3	19/08/2008	26/08/2008	6.6	20.5
camp 2008_sem 4	26/08/2008	02/09/2008	6.0	20.1
camp 2009_1_sem 1	13/01/2009	20/01/2009	4.8	25.8
camp 2009_1_sem 2	20/01/2009	27/01/2009	16.8	26.9
camp 2009_1_sem 3	27/01/2009	03/02/2009	1.3	26.3
camp 2009_1_sem 4	03/02/2009	10/02/2009	<b>82.0</b>	26.0
camp 2009_2_sem 1	02/06/2009	9/06/2009	2.4	21.4
camp 2009_2_sem 2	09/06/2009	16/06/2009	11.0	20.2
camp 2009_2_sem 3	16/06/2009	23/06/2009	<b>59.7</b>	20.2
camp 2009_2_sem 4	23/06/2009	30/06/2009	<b>38.1</b>	21.7
camp 2009_3_sem 1	24/11/2009	01/12/2009	0.2	24.3
camp 2009_3_sem 2	01/12/2009	08/12/2009	6.7	26.3
camp 2009_3_sem 3	08/12/2009	15/12/2009	0.2	25.2
camp 2009_3_sem 4	15/12/2009	22/12/2009	6.8	24.2

On dénombre quatre séries hebdomadaires pour lesquelles les précipitations ont été particulièrement abondantes. Il s'agit des séries du 05/08/2008 au 12/08/2008, du 03/02/2009 au 10/02/2009, du 16/06/2009 au 23/06/2009 et du 23/06/2009 au 30/06/2009.

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

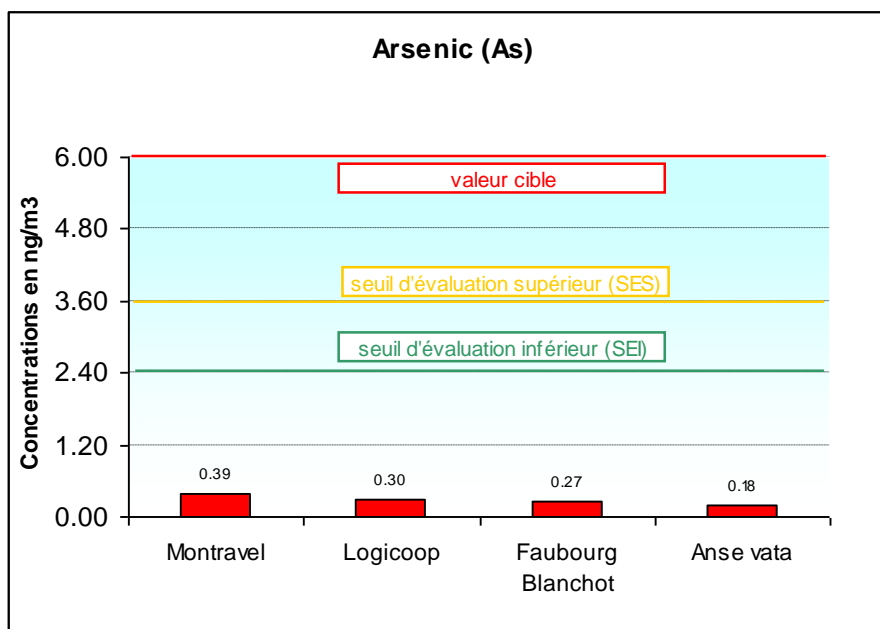
#### 4.1.1. Caractérisation des niveaux moyens en 2009

L'analyse des niveaux moyens sur les 12 semaines de mesures de l'année 2009 permet de définir l'exposition moyenne des différents sites de mesure.

En outre, ces moyennes peuvent être comparées aux valeurs annuelles de référence fixées par la réglementation européenne<sup>10</sup>.

Ainsi pour 2009, les moyennes des concentrations en métaux sur l'ensemble des 12 semaines de mesure fournissent des estimations de moyennes annuelles. Pour 2008, année de test de prélèvements et d'analyse où, quatre semaines seulement de prélèvement avaient été opérées, les résultats ne constituent pas une estimation acceptable des moyennes annuelles.

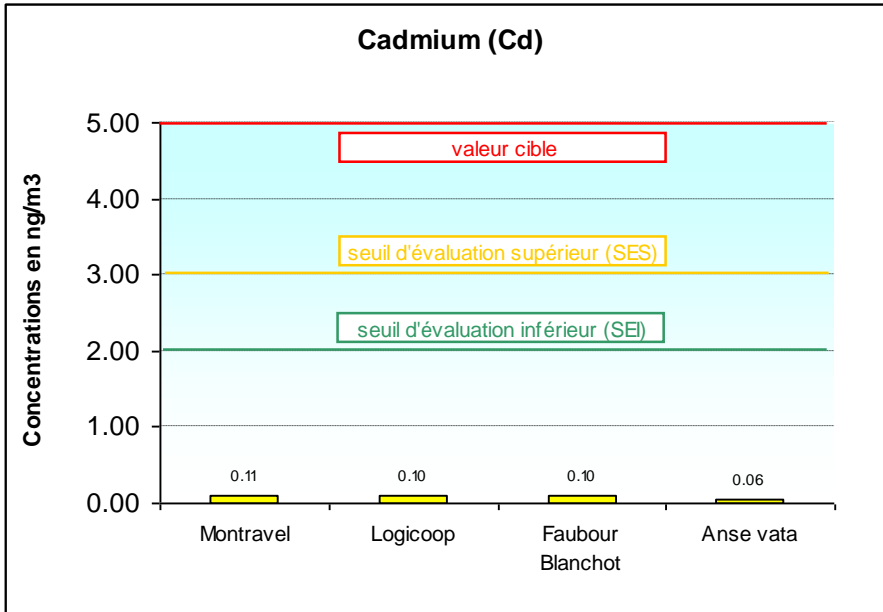
Les graphiques suivants représentent les niveaux moyens relevés pour chacun des métaux, sur chaque site de mesure en 2009<sup>11</sup> :



<sup>10</sup> Pour rappel, la directive 2004/107/CE impose une période de couverture d'au moins 14 % de l'année pour que la mesure soit représentative de l'année, ce qui est le cas en 2009.

<sup>11</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)



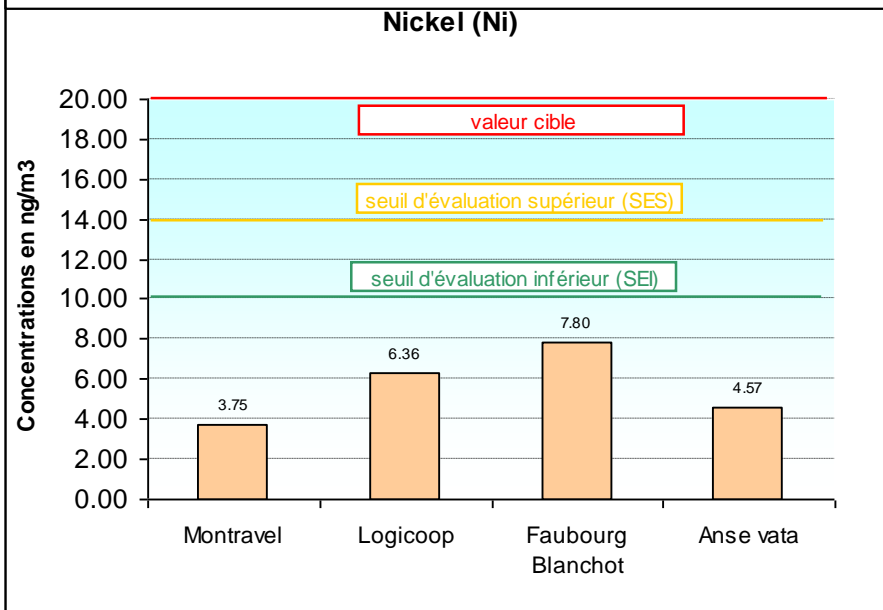
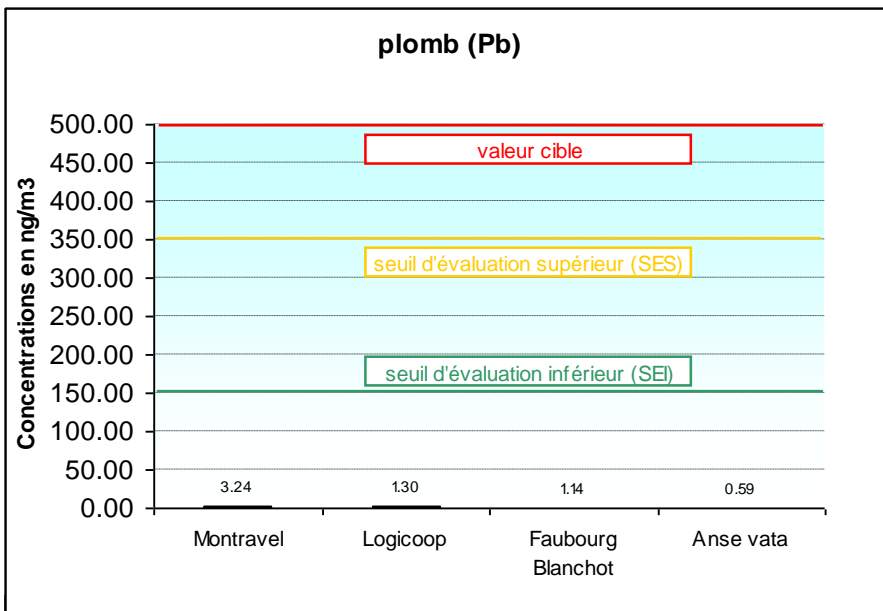
Pour l'ensemble des métaux, les niveaux moyens sont très largement en dessous des valeurs cibles.

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

Pour ces métaux, c'est le

site de Montravel qui est le plus impacté. Celui de l'Anse Vata connaît les valeurs les plus faibles.

Pour le nickel, les niveaux moyens sont également inférieurs au seuil d'évaluation inférieur fixé à 10 ng/m<sup>3</sup>. Avec une moyenne de 7.8 ng/m<sup>3</sup> sur les 12 semaines de mesure, le site du Faubourg Blanchot est le plus impacté et s'approche de la valeur du SEI.





## 4.1.2. Analyse des données hebdomadaires 2008 et 2009

### 4.1.2.1. Analyse par polluant

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.

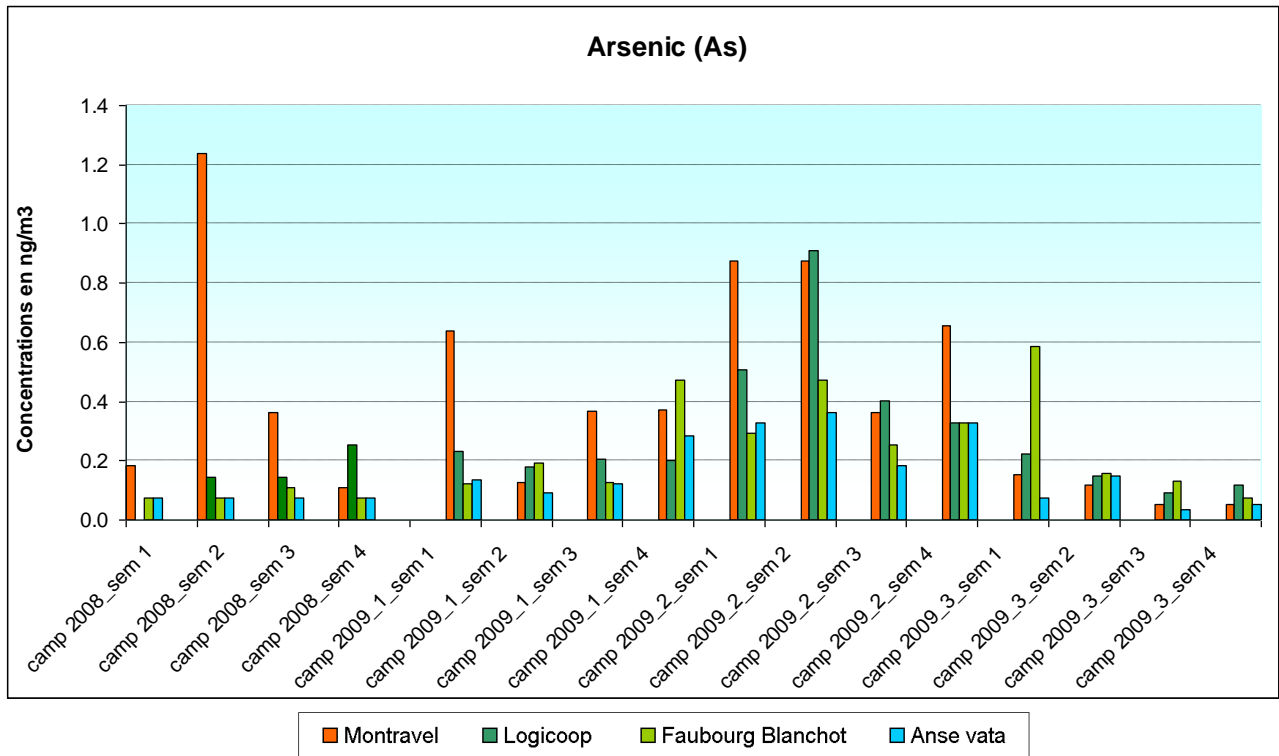
Les graphiques suivants représentent les niveaux des métaux mesurés sur chaque série hebdomadaire 2008 et 2009.

En 2009, on observe une variation significative des concentrations sur les quatre sites de mesure et pour les quatre métaux à l'échelle des trois campagnes. Leurs niveaux sont les plus faibles durant les campagnes de mesure 1 et 3, avec des valeurs très similaires sur ces deux campagnes.

Les niveaux sont les plus élevés durant la campagne de mesure 2, avec des valeurs par site et par polluant deux à trois fois plus élevées que lors des campagnes 1 et 3.

En 2008, les niveaux mesurés lors des 4 semaines de campagne sont du même ordre de grandeur que la campagne 2 de l'année 2009.

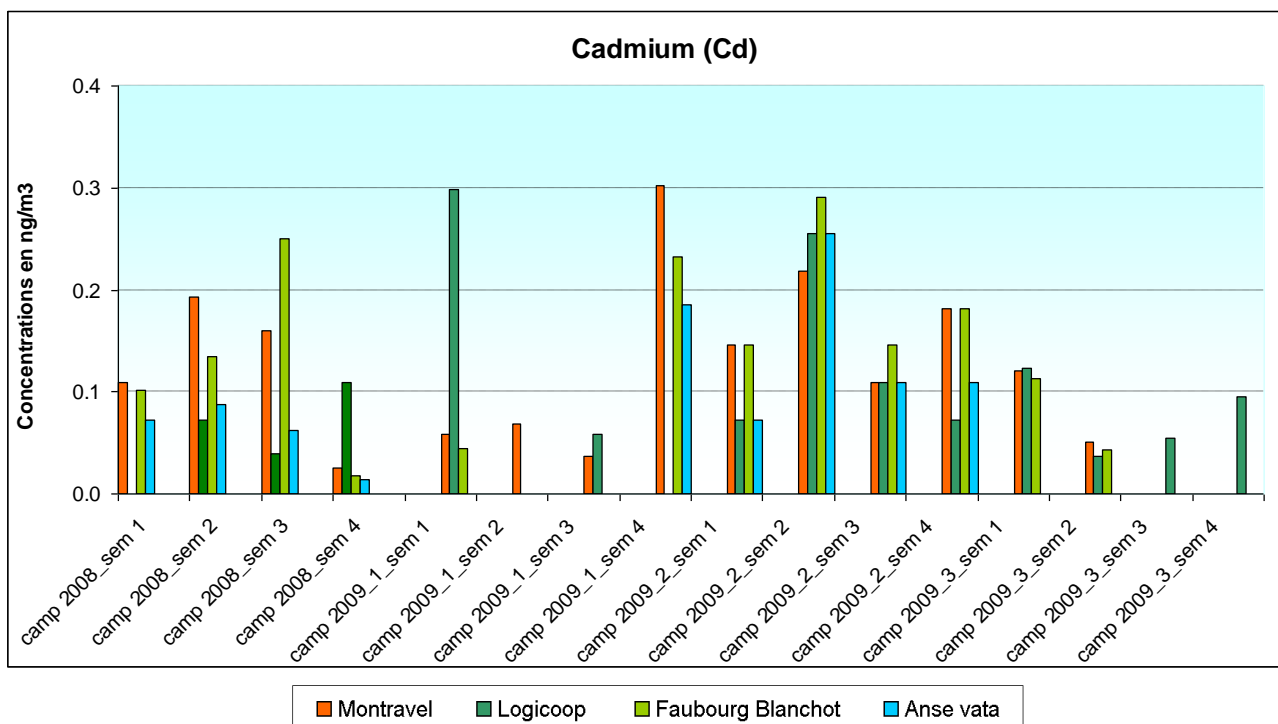
***NB : campagne 2008\_sem 1, suite à un problème technique, il n'y a pas eu de mesure sur le site de Logicoop***



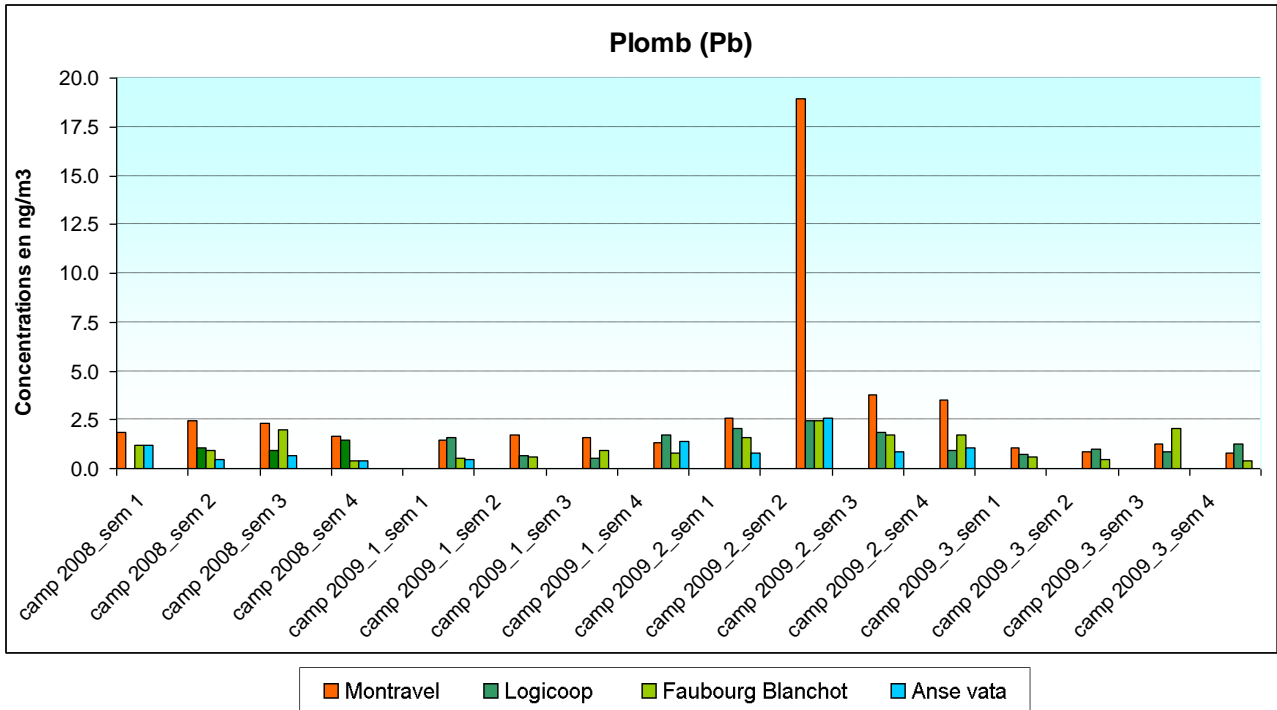
Pour l’Arsenic, le niveau hebdomadaire le plus important a été atteint sur le site de Montravel en 2008, avec une valeur de l’ordre de 1.2 ng/m<sup>3</sup>.

Les sites de Montravel et de Logicoop présentent globalement les niveaux les plus élevés pendant 11 semaines sur 16, dont 7 semaines pour Montravel). Le site du Faubourg Blanchot a vu les concentrations les plus élevées lors de 5 séries hebdomadaires sur 16 en 2009.

Les valeurs sont quasi systématiquement les plus faibles sur le site périurbain de l’Anse Vata.

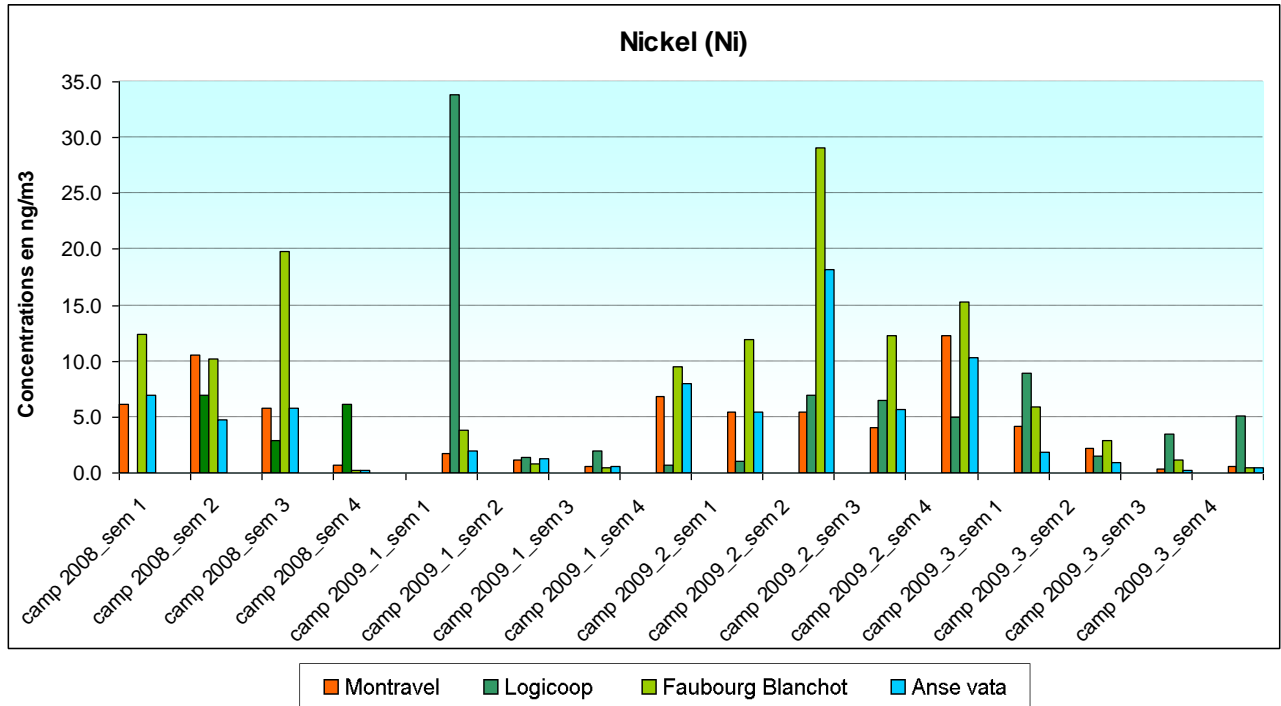


Pour le Cadmium, il n'y a pas de site plus particulièrement exposé. Les valeurs de pointe, de l'ordre de 0.2 à 0.3 ng/m<sup>3</sup>, sont très faibles sur l'ensemble des sites.



Pour le Plomb, à l'exception d'une valeur isolée concernant le site de Montravel, (semaine 2 de la campagne 2 en 2009), les niveaux sont très faibles sur l'ensemble des séries hebdomadaires. Cette valeur isolée, proche des 20 ng/m<sup>3</sup>, reste néanmoins faible.

C'est sur le site de Montravel, que les niveaux ont été les plus importants 11 fois sur 16.

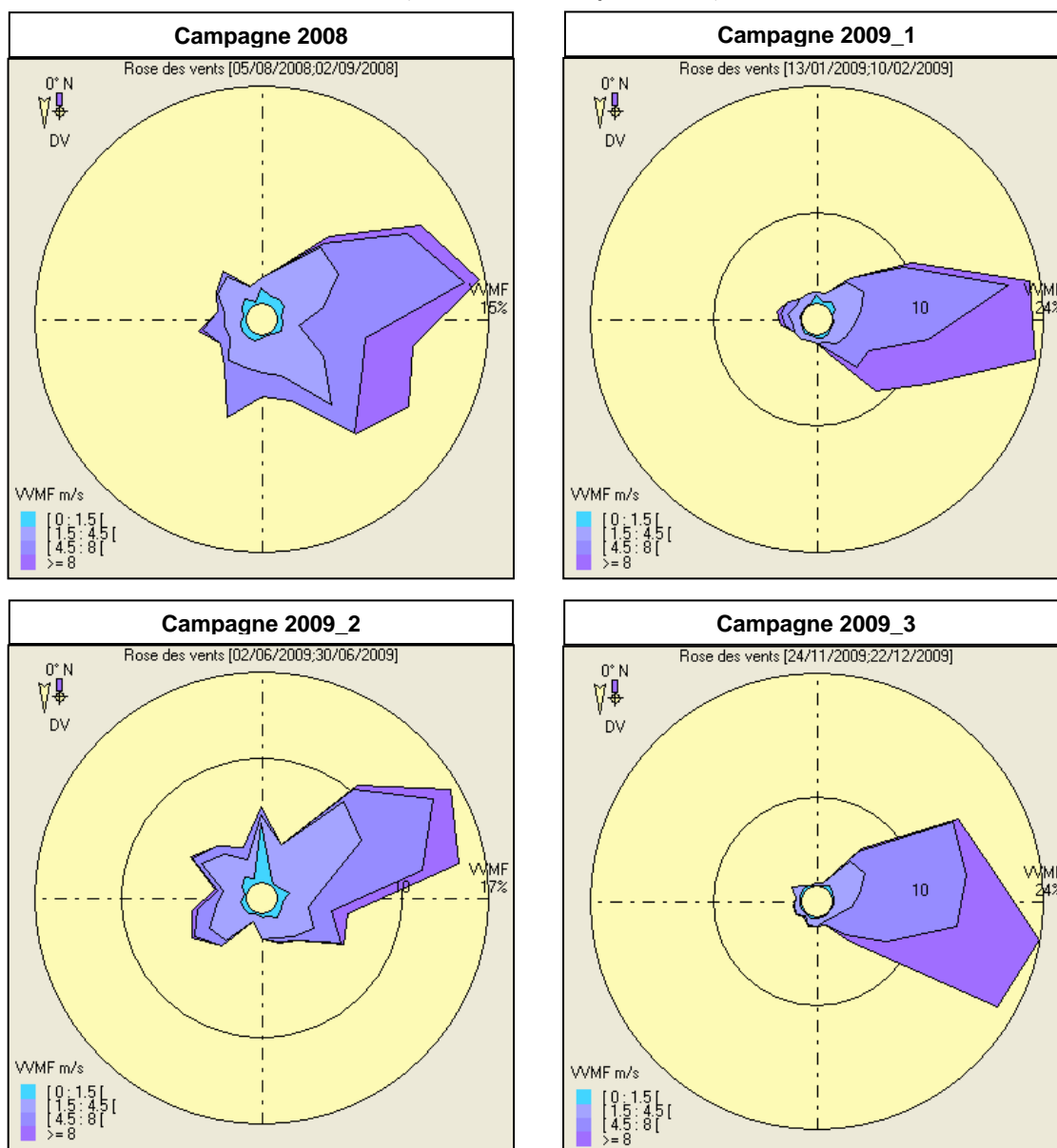


**Pour le Nickel**, les valeurs hebdomadaires les plus élevées sont de l'ordre de 30 ng/m<sup>3</sup>. Ces valeurs ont été atteintes aux stations de Logicoop et du Faubourg blanchot, respectivement lors des campagnes 1 semaine 1 et campagne 2 semaine 2 de l'année 2009.

Sur l'ensemble des séries 2008 et 2009, c'est le site du Faubourg Blanchot qui comptabilise le plus de valeurs maximales, avec 7 valeurs supérieures à 10 ng/m<sup>3</sup>. Pour les autres sites, les niveaux dépassent rarement la valeur de 10 ng/m<sup>3</sup>. Cette valeur a été dépassée deux fois à l'Anse Vata (18.2 et 10.3 ng/m<sup>3</sup> en 2009) et deux fois à Montravel (10.6 ng/m<sup>3</sup> en 2008 et 12.3 ng/m<sup>3</sup> en 2009).

### 4.1.2.2. Analyse globale des vents

D'après les roses des vents ci-dessous, les vents ont été relativement faibles et de directions très changeantes durant la campagne 2008 et la campagne 2 de l'année 2009, campagnes pour lesquelles les niveaux de métaux mesurés apparaissent comme les plus élevés. Ces régimes de vents correspondent à la tendance saisonnière de la saison fraîche (mois mai à septembre).



Il est observé que les niveaux de polluants, et particulièrement ceux des particules PM10 qui font l'objet de cette étude, sont plus élevés par vents faibles :

Campagnes	Niveaux moyens de PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le réseau de mesure
Campagne 2008	18.6
Campagne 2009_1	16.1
Campagne 2009_2	17.9
Campagne 2009_3	17.1

Ainsi, les vents faibles favorisent l'accumulation des particules PM10 sur la ville.

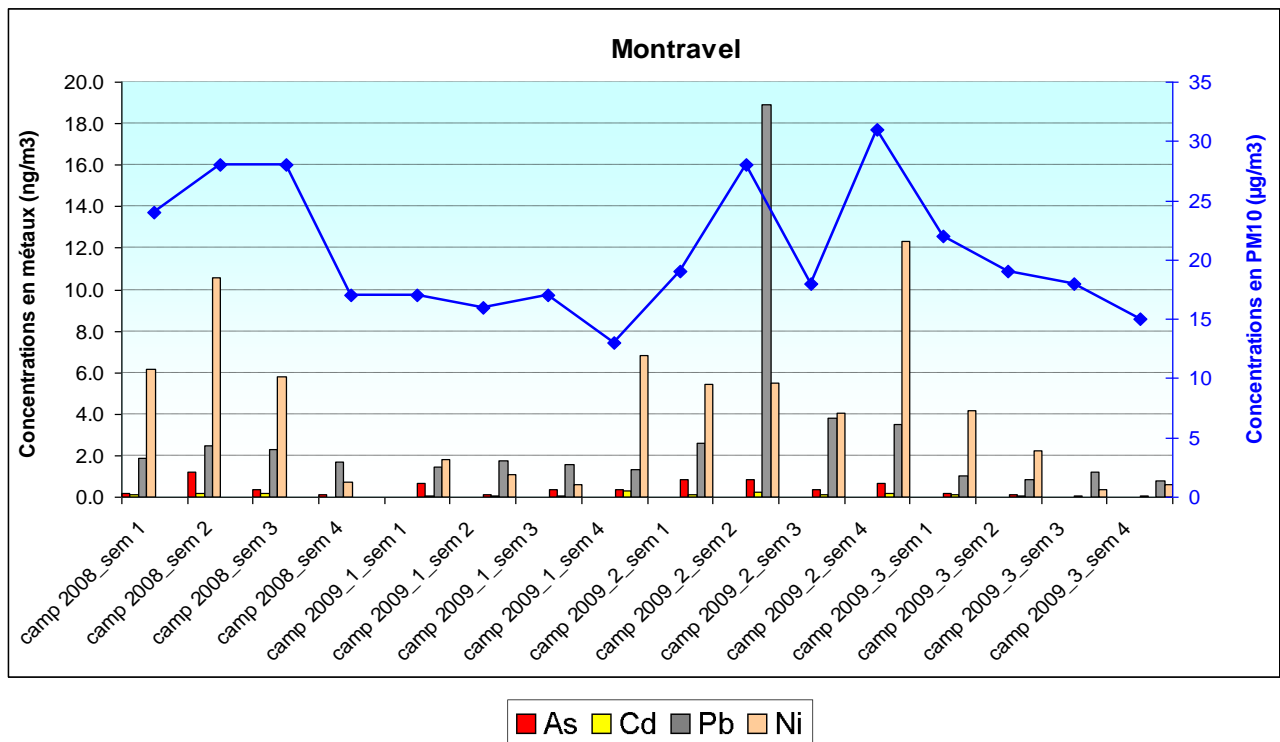
De plus, les niveaux de métaux étant les plus élevés durant la campagne 2008 et la campagne 2 de l'année 2009, campagnes ayant connu des vents faibles et changeants, cela met en évidence une corrélation entre les niveaux de métaux mesurés et les niveaux de particules PM10.

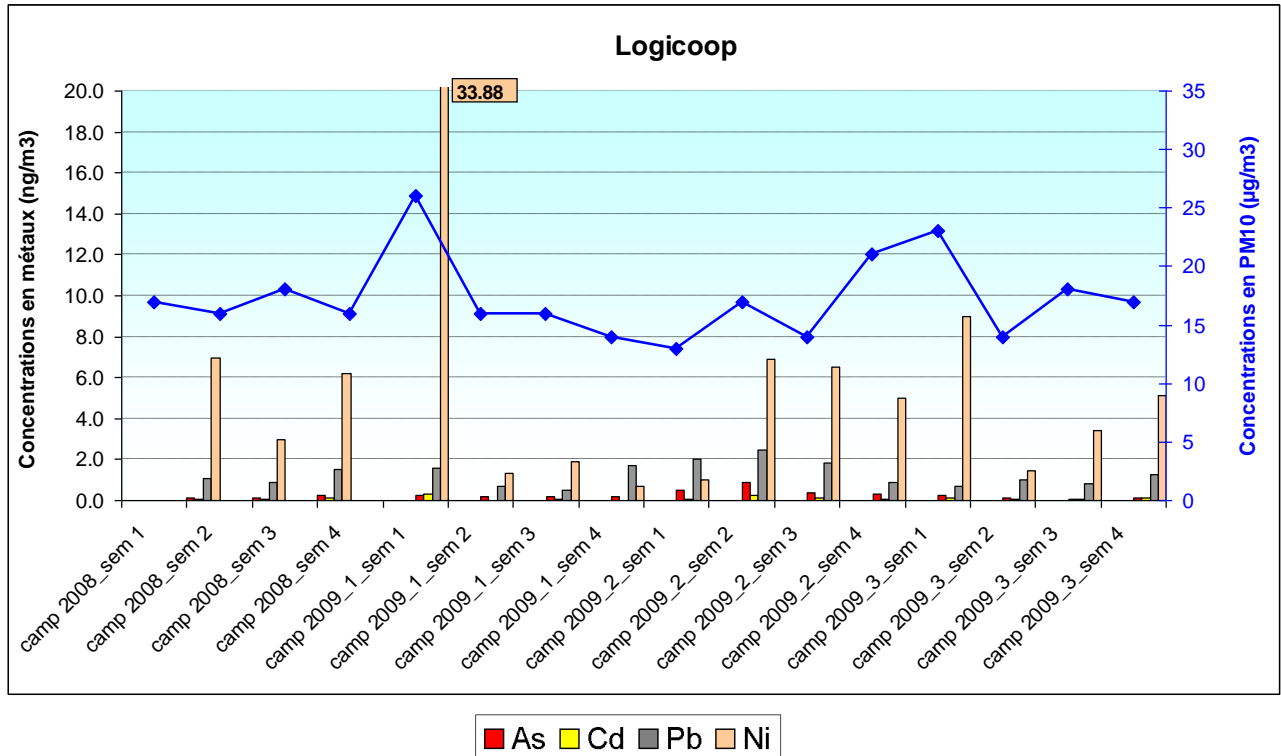
Durant les campagnes 1 et 3 de l'année 2009, durant lesquelles ont été mesurées les concentrations les plus faibles, c'est le régime de vents des Alizés qui prédomine. Ce régime correspond à des vents assez marqués de secteurs Est-Nord-Est à Est-Sud-Es, très favorables à la dispersion des polluants.

#### 4.1.2.3. Analyse des séries hebdomadaires

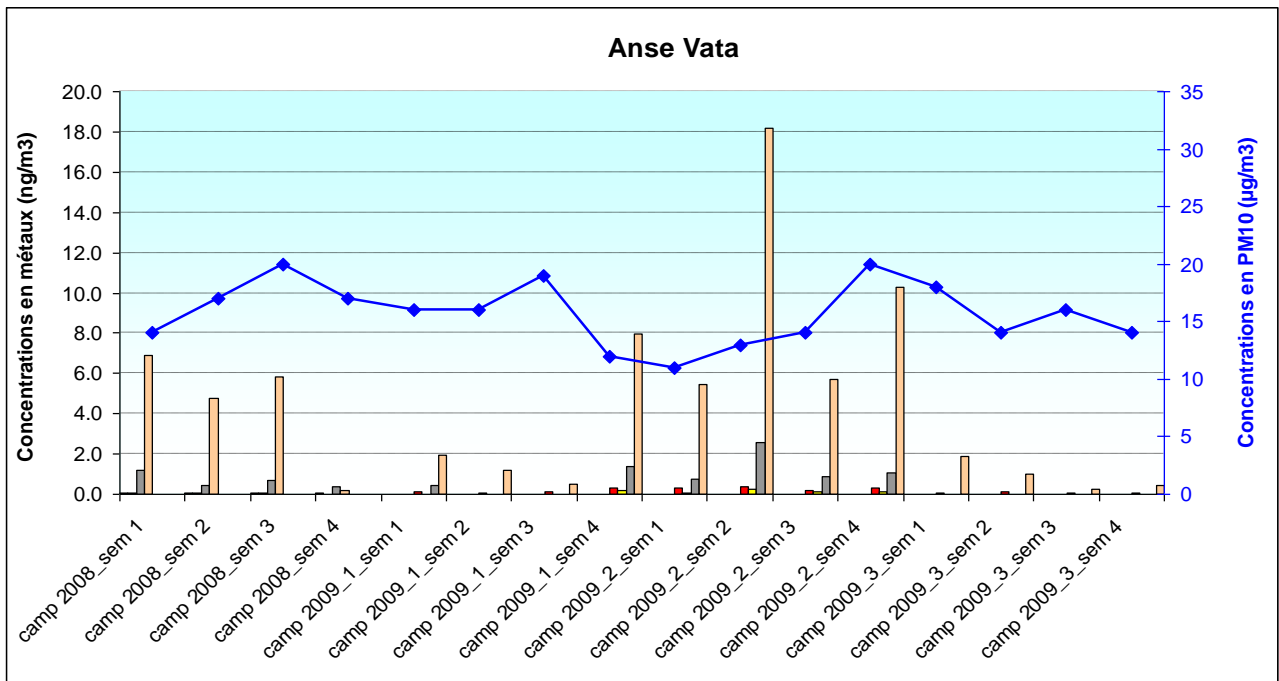
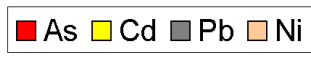
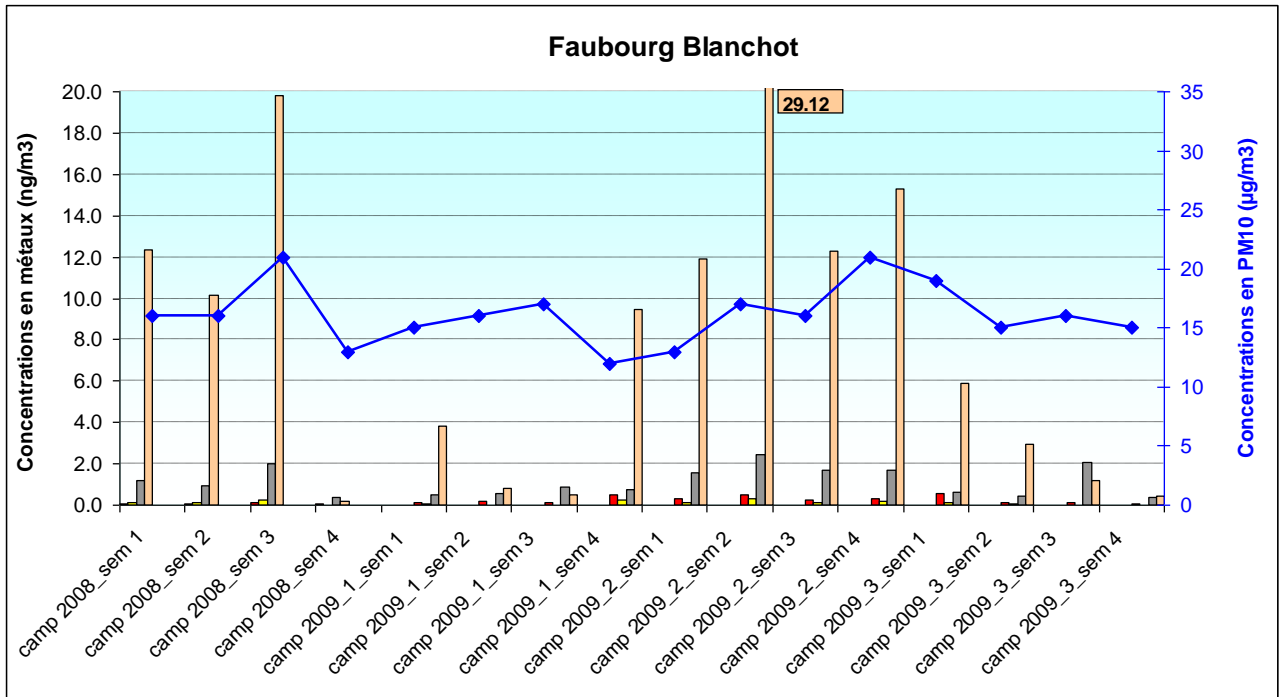
En considérant les sources potentielles d'émissions de métaux lourds sur la ville de Nouméa et les différents paramètres météorologiques, il est possible d'interpréter les niveaux hebdomadaires de métaux mesurés pour chaque site.

Tout d'abord, les graphiques suivants montrent l'évolution des niveaux hebdomadaires 2008 et 2009 pour les 4 métaux et sur chaque site de mesure. La courbe bleue correspond aux niveaux moyens de particules PM10 mesurés sur chaque semaine de mesure (moyennes hebdomadaires en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).





**NB : campagne 2008\_sem 1, suite à un problème technique, il n'y a pas eu de mesure sur le site de Logicoop**

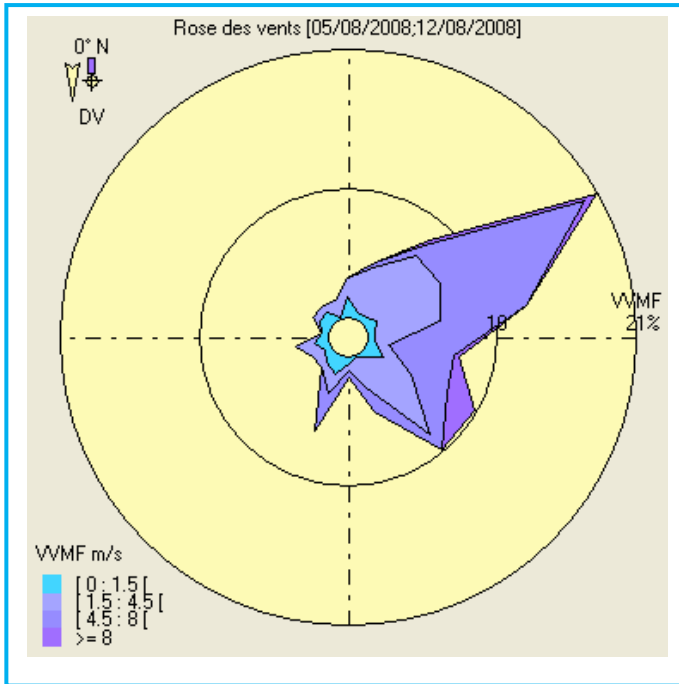


Ensuite, chaque série hebdomadaire a fait l'objet d'une analyse croisée combinant différents facteurs : conditions de vents majoritaires<sup>12</sup>, précipitations, niveaux de PM10, niveaux de métaux lourds, ainsi que d'autres facteurs éventuels.

Pour chacune des séries, une interprétation des niveaux observés est proposée :

<sup>12</sup> Les données de vents et les autres paramètres météorologiques s'appuient sur les données sources de Météo France.





**Camp 2008 sem 1 : série du 05/08/2008 au 12/08/2008**

**Conditions de vents majoritaires**  
 Directions : Est-nord/Est à Sud/Est  
 Vitesses : faible à moyenne

**Précipitations (en mm)**  
 Fortes : 40, concentrées sur une journée, le 08/08/2008

**Niveaux de PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
 MTR : 24 FB : 16  
 LGC : 17 AV : 14

**Niveaux de métaux lourds**  
 Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites.  
 Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur le site du Faubourg Blanchot.

**Observation(s) complémentaire(s)**  
*NB : la station de Logicoop n'a pas fait l'objet de mesure sur cette série (problème technique)*

**Interprétation**  
 Les vents faibles favorisent l'accumulation des PM10 sur la ville. Les vents moyens favorisent la dispersion des polluants d'origine industrielle vers des zones non couvertes par les sites de mesure sur cette série. Présence de précipitations ayant pour effet la diminution des niveaux de PM10. Les niveaux de nickel du Faubourg Blanchot restent inexplicables.

**Camp 2008 sem 2 : série du 12/08/2008 au 19/08/2008**

**Conditions de vents majoritaires**  
 Directions : variables, Sud-Est, Ouest et Nord-Ouest  
 Vitesses : faible à moyenne

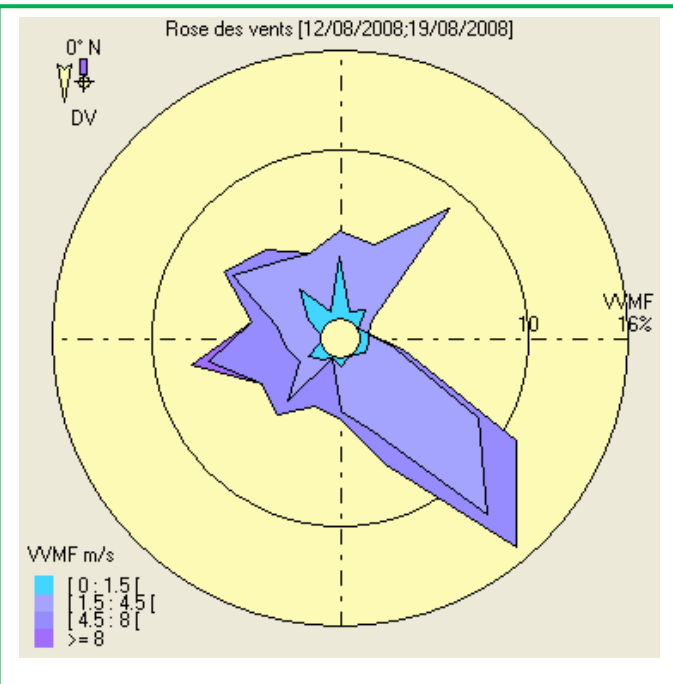
**Précipitations (en mm)**  
 Faibles : 6.8

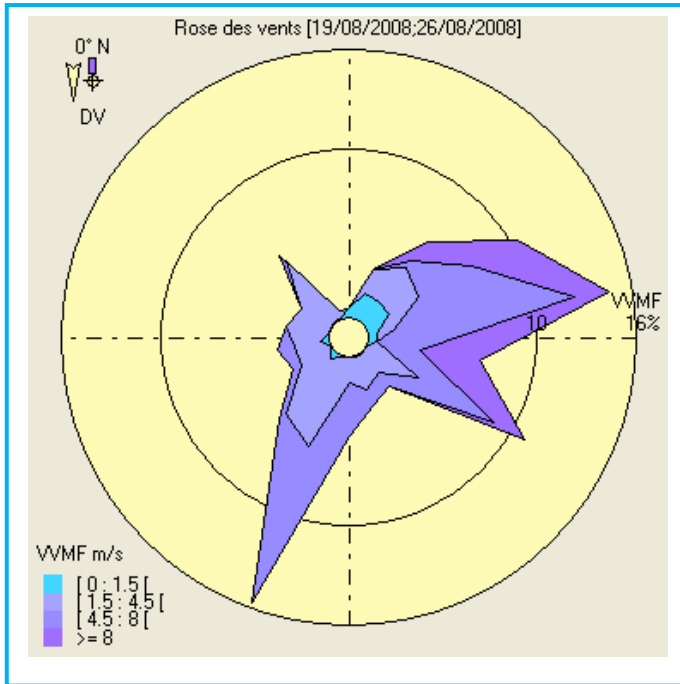
**Niveaux de PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
 MTR : 28 FB : 16  
 LGC : 16 AV : 17

**Niveaux de métaux lourds**  
 Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites. Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont les plus élevés sur Montravel. Les niveaux de nickel les plus élevés touchent les sites de Montravel et du Faubourg Blanchot.

**Observation(s) complémentaire(s)**  
 Pics ponctuels et corrélés de dioxyde de soufre et de PM10 sur les stations de Montravel et de Logicoop.

**Interprétation**  
 Les vents faibles favorisent l'accumulation des particules PM10 sur la ville, notamment sur Montravel. L'ensemble des paramètres coïncide avec l'hypothèse d'une dispersion des émissions industrielles du secteur de Doniambo vers les sites de Montravel, du Faubourg Blanchot et de Logicoop. L'influence du trafic routier est également possible.





**Camp 2008 sem 3 : série du 19/08/2008 au 26/08/2008**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : variables, Est-Nord/Est et Sud-Sud/Ouest majoritaires.

Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 6.6

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

MTR : 28

LGC : 18

FB : 21

AV : 20

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites. Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur le site du Faubourg Blanchot.

**Observation(s) complémentaire(s)**

**Interprétation**

Les vents faibles favorisent l'accumulation des particules PM10 sur la ville.

Hypothèse d'une accumulation de PM10 d'origine industrielle et routière sur la ville. Les brises de Nord-Ouest des 23 et 24 août peuvent en partie expliquer les niveaux élevés du Nickel sur le site du Faubourg Blanchot.

**Camp 2008 sem 4 : série du 26/08/2008 au 02/09/2008**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Est-Nord-Est à Sud

Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 6

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

MTR : 17

LGC : 16

FB : 13

AV : 17

**Niveaux de métaux lourds**

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

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

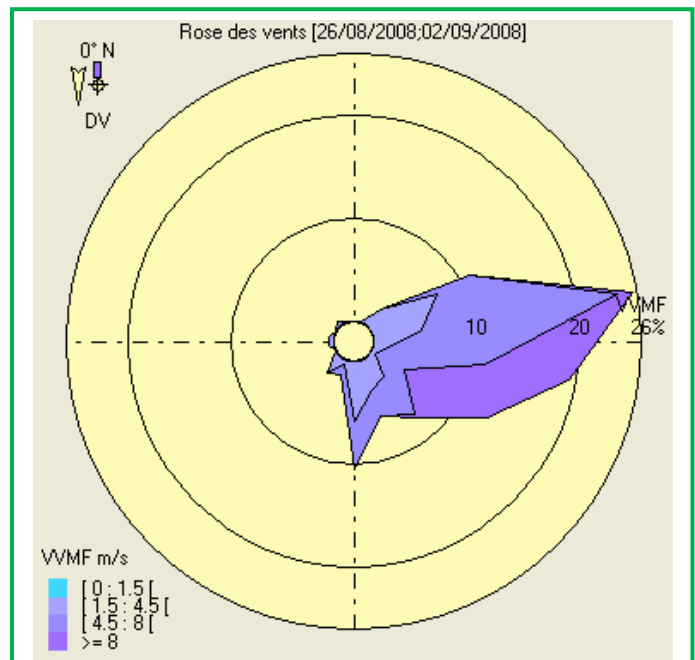
**Observation(s) complémentaire(s)**

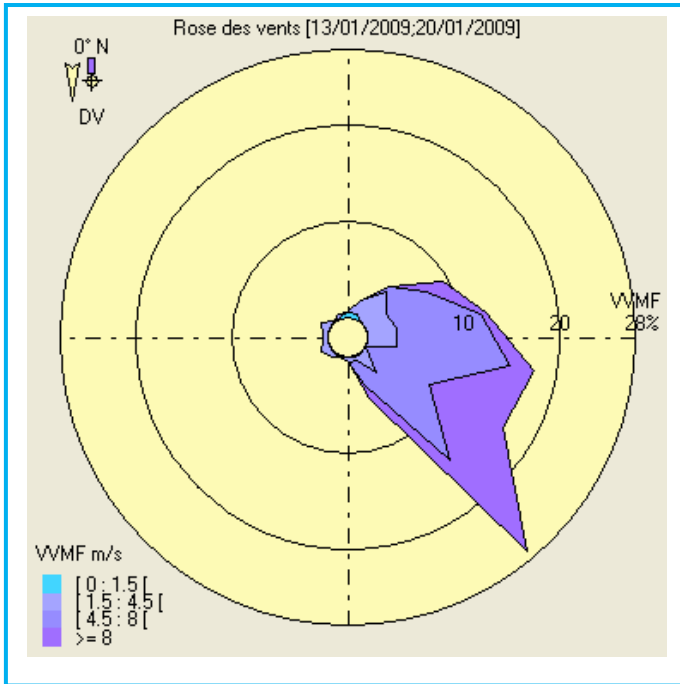
Présence d'un léger pic de dioxyde de soufre corrélé à une élévation des niveaux de PM10 sur Logicoop.

**Interprétation**

Les alizés majoritaires favorisent la dispersion des PM10.

La dispersion ponctuelle des émissions de dioxyde de soufre et de PM10 vers le site de Logicoop porte l'hypothèse d'une origine industrielle du nickel sur ce site.





**Camp 1 sem 1 : série du 13/01/2009 au 20/01/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Sud-Est majoritaire  
Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faible : 4.8 mm

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

MTR : 17  
LGC : 26  
FB : 15  
AV : 16

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux de nickel sont élevés sur Logicoop.  
Les niveaux des autres métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

**Observation(s) complémentaire(s)**

De nombreux épisodes de pollution par le  $\text{SO}_2$  d'origine industrielle ont été observés lors de cette série hebdomadaire. La moyenne hebdomadaire de  $\text{SO}_2$  à Logicoop est de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et constat d'un dépassement du seuil d'information le 14/01. Ces épisodes sont corrélés aux niveaux élevés de PM10 sur Logicoop.

**Interprétation**

La direction des vents dominant correspond à une dispersion des émissions industrielles de Doniambo vers la station de Logicoop. Les niveaux élevés de nickel, de PM10 et de  $\text{SO}_2$  permettent de penser une origine industrielle très majoritaire du nickel, en provenance de Doniambo.

**Camp 1 sem 2 : série du 20/01/2009 au 27/01/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Est majoritaire  
Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Moyenne : 16.8 mm

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

MTR : 16  
LGC : 16  
FB : 16  
AV : 16

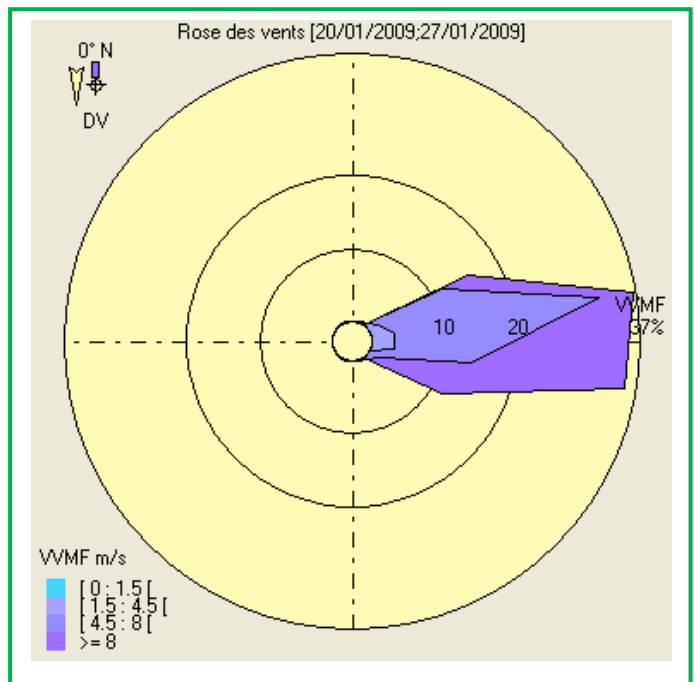
**Niveaux de métaux lourds**

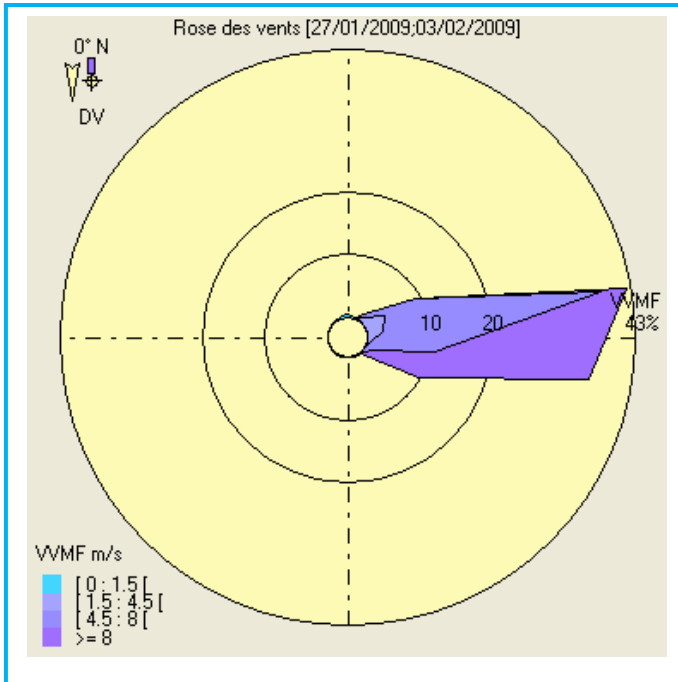
Les niveaux des métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

**Observation(s) complémentaire(s)**

**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 3 : série du 27/01/2009 au 03/02/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Direction : Est  
Vitesses : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 1.3

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

MTR : 17  
LGC : 16  
FB : 17  
AV : 19

**Niveaux de métaux lourds**

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

**Observation(s) complémentaire(s)**

**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 4 : série du 03/02/2009 au 10/02/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : variables, Ouest et Nord-Est  
Vitesses : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Fortes : 82, réparties sur la semaine

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

MTR : 13    FB : 12  
LGC : 14    AV : 12

**Niveaux de métaux lourds**

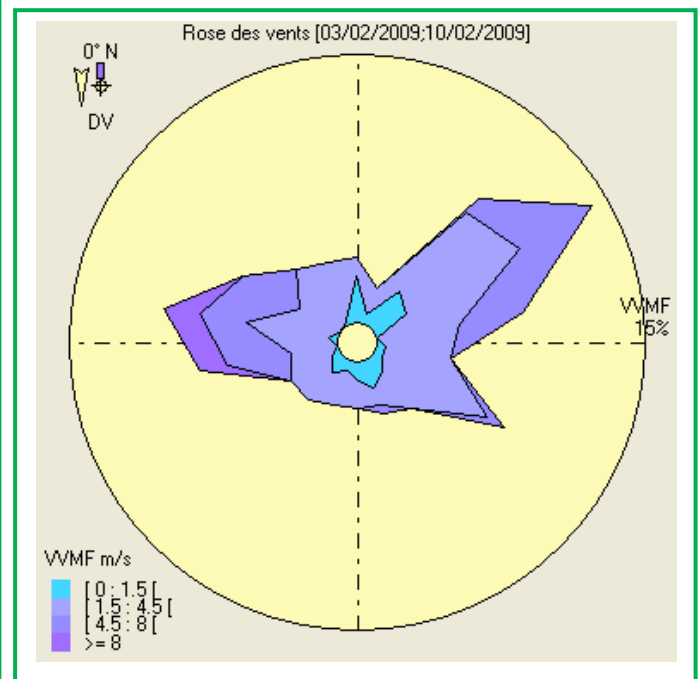
Les niveaux faibles d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites. Les niveaux de cadmium sont les plus importants sur le site de Montravel. Des niveaux de nickel significatifs sont assez similaires sur les sites de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata.

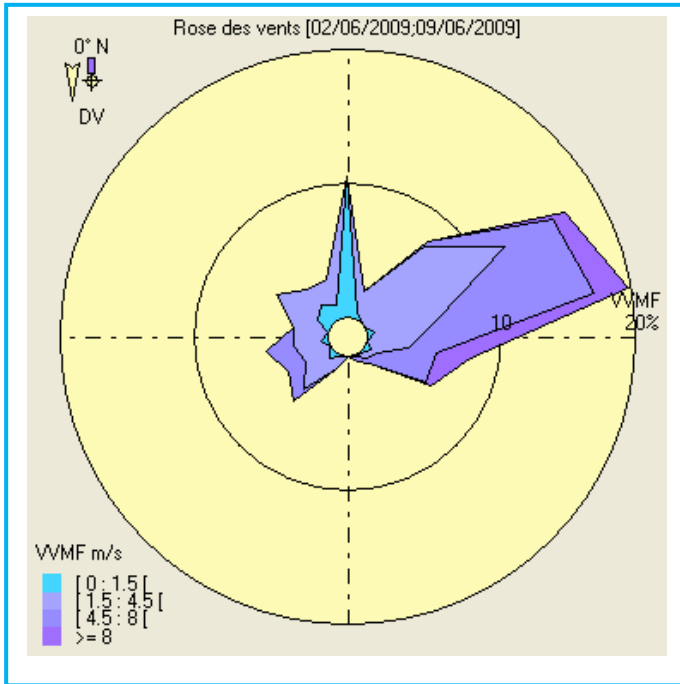
**Observation(s) complémentaire(s)**

Constats de légères hausses des niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle corrélées à des hausses de PM10 sur Montravel.

**Interprétation**

Les vents faibles favorisent généralement l'accumulation des PM10 sur la ville mais les niveaux sont probablement moins élevés en raison des fortes précipitations. Les conditions de dispersion laissent penser à une origine industrielle du nickel sur les sites de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata.





**Camp 2 sem 1 : série du 02/06/2009 au 09/06/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Faible : 2.4

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

MTR : 19  
LGC : 13  
FB : 13  
AV : 11

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'arsenic et de plomb sont les plus élevés sur le site de Montravel.

Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur les sites de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse vata.

**Observation(s) complémentaire(s)**

Constats d'élévations corrélées de niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle et de PM10 sur les sites de Montravel, et de l'Anse Vata.

**Interprétation**

Hypothèse d'une dispersion de PM10 d'origine industrielle sur les sites de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata à l'origine des niveaux de nickel les plus élevés sur ces sites.

**Camp 2 sem 2 : série du 09/06/2009 au 16/06/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : variables  
Vitesse : faible

**Précipitations (en mm)**

Faible : 11

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

MTR : 28 FB : 17 LGC : 17 AV : 13

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux de métaux sont les plus élevés de l'ensemble des séries hebdomadaires. Les niveaux d'Arsenic sont les plus élevés sur les stations de Montravel et de Logicoop. Les niveaux de plomb sont les plus élevés sur le site de Montravel. Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur le site du Faubourg Blanchot.

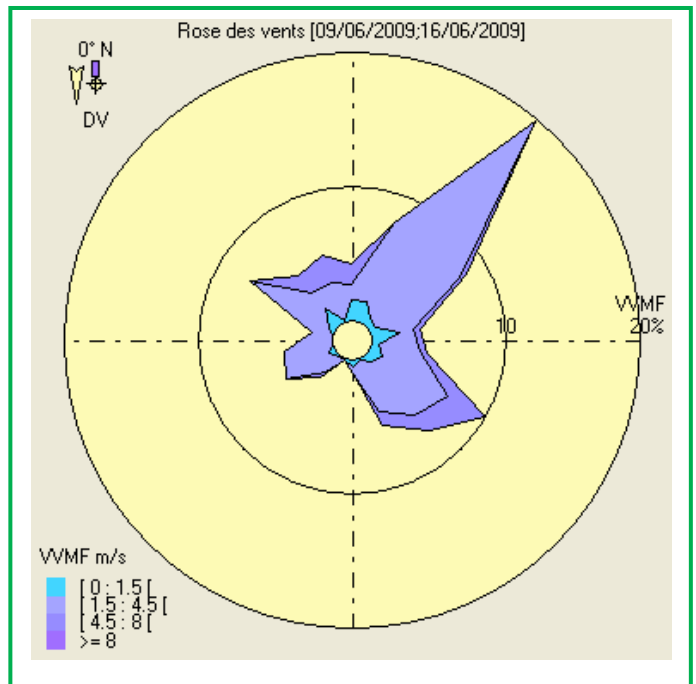
**Observation(s) complémentaire(s)**

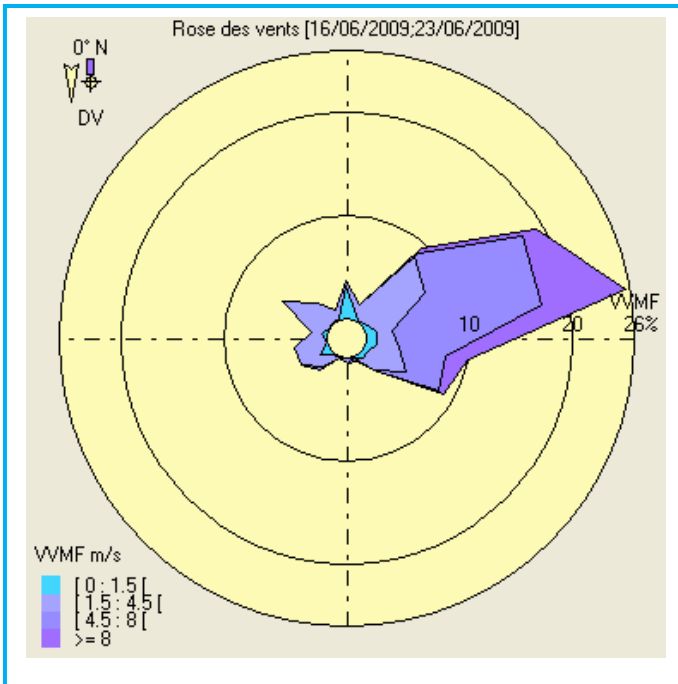
De légères hausses des niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle sont corrélées à des hausses de PM10 sur la ville.

**Interprétation**

Les vents faibles favorisent l'accumulation des particules PM10 sur la ville.

Les conditions de dispersion portent l'hypothèse d'une accumulation de PM10 d'origine industrielle et routière sur la ville. Le pic ponctuel de plomb sur Montravel est difficilement interprétable. Les vents faibles et variables portent l'hypothèse d'une origine industrielle du nickel mesuré.





**Camp 2 sem 3 : série du 16/06/2009 au 23/06/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Est-Nord/Est majoritaire, Ouest et Nord  
Vitesse : Faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Fortes : 59.7, réparties entre les 20 et le 21/09/2009.

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

MTR : 18  
LGC : 14  
FB : 16  
AV : 14

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites.  
Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur le Faubourg Blanchot.

**Observation(s) complémentaire(s)**

Constats d'élévations corrélées de niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle et de PM10 sur les sites de Montravel, et de l'Anse Vata.

**Interprétation**

Les vents faibles de secteurs Ouest favorisent l'accumulation des particules PM10 sur la ville.  
La journée de pluie a pour effet la diminution des niveaux de PM10. Hypothèse d'une dispersion de PM10 d'origine industrielle contenant du nickel sur la ville.

**Camp 2 sem 4 : série du 23/06/2009 au 30/06/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Fortes : 38.1 concentrés sur une journée, le 28/06/2009.

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

MTR : 31      FB : 21  
LGC : 21      AV : 20

**Niveaux de métaux lourds**

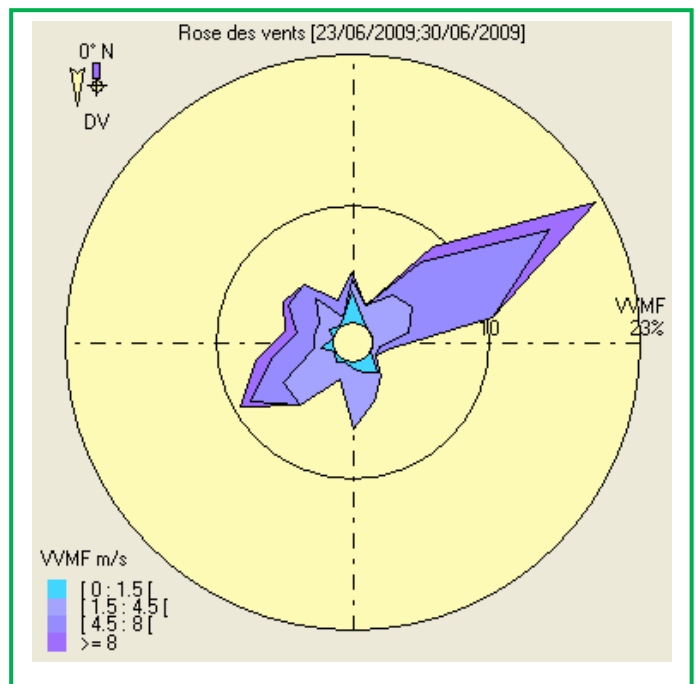
Les niveaux de plomb et d'arsenic sont les plus élevés sur Montravel.  
Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur les sites du Faubourg Blanchot et de Montravel.

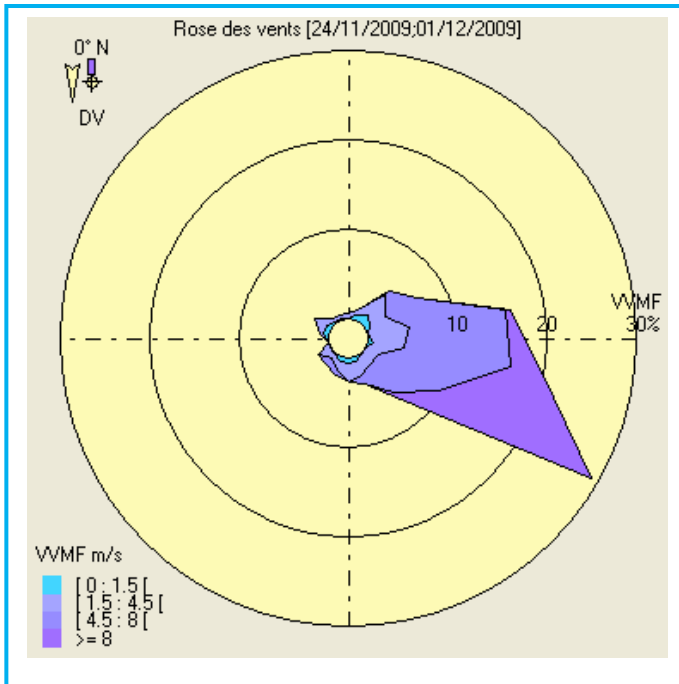
**Observation(s) complémentaire(s)**

Constat de légères hausses des niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle corrélées à des hausses de PM10 sur la ville, en particulier sur Montravel.

**Interprétation**

Les vents faibles favorisent l'accumulation des particules PM10, notamment d'origines industrielle et routière sur la ville. Les vents de secteurs Ouest et Nord portent l'hypothèse d'une origine industrielle du nickel sur la ville.





**Camp 3 sem 1 : série du 24/11/2009 au 01/12/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.2

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

MTR : 22  
 LGC : 23  
 FB : 19  
 AV : 18

**Niveaux de métaux lourds**

Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles sur l'ensemble des sites. Les niveaux de nickel sont les plus élevés sur le site de Logicoop.

**Observation(s) complémentaire(s)**

Des hausses moyennes à fortes des niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle sont corrélées à des hausses de PM10 sur Logicoop.

**Interprétation**

La direction des vents dominant favorise la dispersion des émissions industrielles de Doniambo vers le site de Logicoop. Ceci porte l'hypothèse d'une origine industrielle du nickel sur logicoop.

**Camp 3 sem 2 : série du 01/12/2009 au 08/12/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Est majoritaire, Ouest  
 Vitesse : faible à forte

**Précipitations (en mm)**

Faible : 6.7

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

MTR : 19  
 LGC : 14  
 FB : 15  
 AV : 14

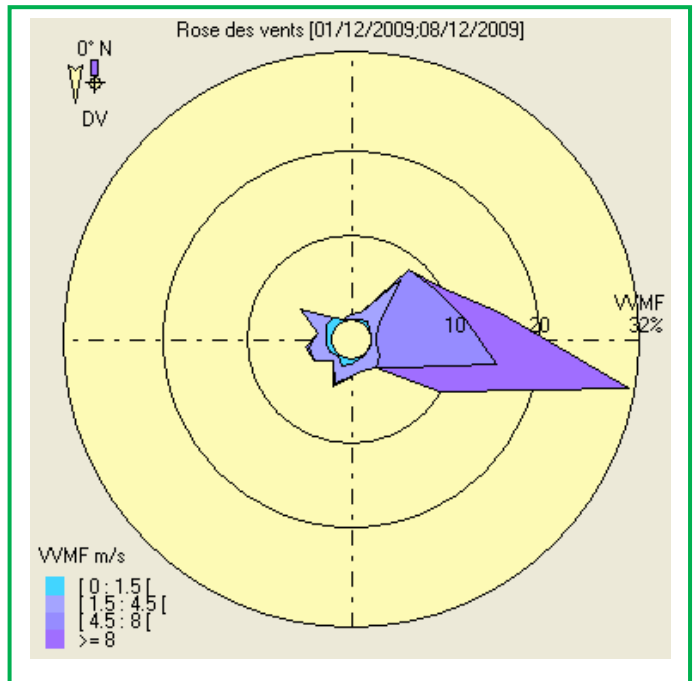
**Niveaux de métaux lourds**

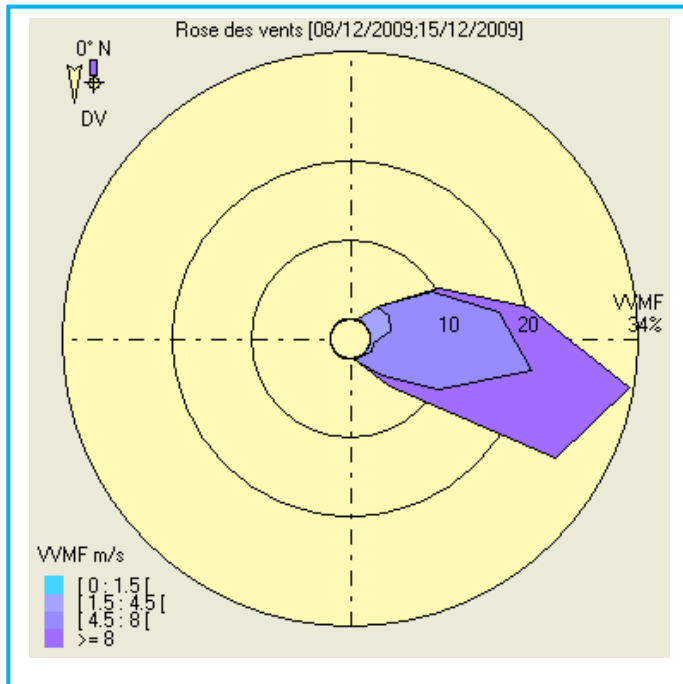
Les niveaux de métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.

**Observation(s) complémentaire(s)**

**Interprétation**

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





**Camp 3 sem 3 : série du 08/12/2009 au 15/12/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

Directions : Est-Sud/Est majoritaire  
Vitesse : moyenne à forte

**Précipitations (en mm)**

Faibles : 0.2

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

MTR : 18  
LGC : 18  
FB : 16  
AV : 16

**Niveaux de métaux lourds**

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

**Observation(s) complémentaire(s)**

**Interprétation**

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

**Camp 3 sem 4 : série du 15/12/2009 au 22/12/2009**

**Conditions de vents majoritaires**

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

**Précipitations (en mm)**

Faible : 6.8

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

MTR : 15  
LGC : 17  
FB : 15  
AV : 14

**Niveaux de métaux lourds**

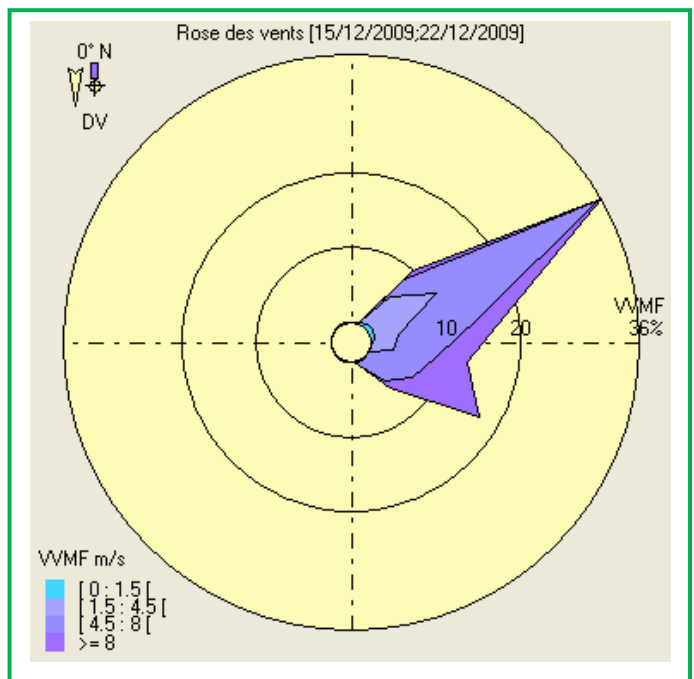
Les niveaux de métaux sont très faibles sur l'ensemble des sites.  
Les niveaux de nickel sont les plus forts sur le site de Logicoop.

**Observation(s) complémentaire(s)**

Présence de deux hausses moyennes de niveaux de dioxyde de soufre d'origine industrielle corrélées à des hausses de niveaux de PM10 sur Logicoop.

**Interprétation**

Les vents de secteurs Est-Nord-Est favorisent la dispersion des particules PM10, notamment d'origine industrielle, vers des zones ne faisant pas l'objet de prélèvement. Les vents de Sud-Est semblent légèrement impacter le site de Logicoop par le nickel d'origine industrielle.





#### 4.1.2.3. Conclusion

Les concentrations de métaux lourds 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. En corollaire, les niveaux mesurés sont les plus faibles pour les campagnes ayant été effectuées au cours de la saison chaude, durant laquelle les Alizés dominant.

A l'échelle hebdomadaire, les niveaux en arsenic, en cadmium et en plomb sont globalement très faibles sur l'ensemble des 16 séries et pour les 4 sites de prélèvements.

Pour ces métaux lourds dont les niveaux mesurés sont souvent proches, voire au-dessous du seuil de détection, il est délicat d'interpréter les différences de niveaux entre les séries.

Quant au nickel, les niveaux sont dans l'ensemble faibles relativement aux normes européennes, mais atteignent ponctuellement des valeurs significatives à fortes sur chacun des sites.

A l'échelle hebdomadaire<sup>13</sup>, on ne remarque pas de corrélation systématique entre les niveaux de PM10 et les niveaux de métaux lourds : si les niveaux de PM10 et de métaux évoluent globalement dans le même sens pour les sites de Montravel et de Logicoop, cela ne se vérifie pas pour les sites du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata.

Au vu du niveau de connaissance actuel, ce constat est difficilement interprétable.

L'analyse croisée des facteurs météorologiques, des niveaux de PM10, et de métaux lourds de chaque série permet de penser que l'origine du nickel détecté est majoritairement industrielle. Cela peut notamment se vérifier pour les séries où les conditions de vent sont favorables à l'accumulation des polluants sur la ville ou à la dispersion des polluants du secteur de Doniambo vers un site de prélèvement :

- camp 2008\_sem 2 au Faubourg Blanchot et à Montravel,
- camp 2008\_sem 3 au Faubourg Blanchot,
- camp 2009\_1\_sem 1 à Logicoop,
- camp 2009\_2\_sem 1 au Faubourg Blanchot,
- camp 2009\_2\_sem 2 au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata,
- camp 2009\_2\_sem 3 au Faubourg Blanchot,
- camp 2009\_2\_sem 4 à Montravel, au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata.
- camp 2009\_3\_sem 1 à Logicoop.

Pour ces séries, les valeurs hebdomadaires en nickel sont proches ou dépassent la valeur de 10 ng/m<sup>3</sup> (correspondant à la valeur du Seuil d'Information Inférieur pour le nickel).

---

<sup>13</sup> Contrairement à l'échelle des campagnes (moyenne sur 4 semaines) où l'on a pu identifier un lien entre les niveaux de PM10 et les niveaux de métaux lourds. (Cf partie 4.1.2.2. *Analyse globale des vents*)

Par ailleurs, en considérant l'ensemble des séries hebdomadaires, il est possible d'estimer les liens entre les évolutions des niveaux des différents métaux lourds sur un même site de prélèvement.

Sur les sites du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata, on observe une corrélation entre les niveaux de nickel et de plomb, qui évoluent de la même manière. Pour l'arsenic et le cadmium, cette corrélation n'apparaît pas.

Sur les sites de Logicoop et de Montravel, l'analyse ne permet pas de dégager de lien entre les évolutions des niveaux de polluants.

Si les niveaux de deux métaux varient de la même manière sur un même site de prélèvement, il est possible que les sources d'émissions soient uniques ou très localisées géographiquement pour ces métaux.

Dans le cas du plomb, ce polluant peut être, entre autre, émis par les automobiles et la centrale thermique de Doniambo. Néanmoins, les faibles valeurs et l'absence de corrélation nette avec les niveaux de nickel sur l'ensemble des sites ne permettent pas d'identifier une source majoritaire de plomb.

## 5. Conclusions et perspectives

Les niveaux d'arsenic, de cadmium, de plomb et de nickel dans les particules PM10 mesurés en 2009 au niveau des quatre sites de prélèvement de Nouméa respectent largement les valeurs cibles annuelles de la réglementation européenne.

Les seuils d'évaluation supérieurs et inférieurs sont également respectés.

Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont très faibles, parfois proche du seuil de détection.

Seuls les niveaux de nickel s'approchent du seuil d'évaluation inférieur pour les sites du Faubourg Blanchot et de Logicoop.

L'analyse fine des 16 séries hebdomadaires a permis de mettre en évidence l'origine industrielle probablement majoritaire du nickel particulaire mesuré.

La multiplication des campagnes de mesure permettra d'affiner ce constat.

Des prélèvements de particules PM10 sur un site situé sous les vents dominants par rapport à la zone industrielle de Doniambo permettraient notamment de trancher sur l'origine majoritaire du nickel mesuré. En outre, selon la directive 2004/107 CE relative à la mesure des métaux lourds et HAP, « *lorsqu'il s'agit d'évaluer les contributions des sources industrielles, au moins un point de prélèvement est installé sous le vent par rapport à la source dans la zone résidentielle la plus proche* ».

Il faut aussi rappeler que la méthode de prélèvement utilisée actuellement n'est pas considérée comme méthode de référence au sens de la norme EN 12341 (1999). Ainsi, les mesures réalisées sont considérées comme indicatives.

A noter que les campagnes de mesure 2008 et 2009 n'intégraient pas de site *trafic*, c'est-à-dire situé à proximité immédiate d'un axe routier majeur.

A l'avenir, le laboratoire mobile de Scal-Air pourra effectuer des prélèvements de particules PM10 et PM2.5 dans des zones situées sous les vents dominants par rapport à la zone industrielle de Doniambo : notamment les secteurs de Ducos et de Numbo.

Le laboratoire, positionné à proximité d'axes routiers importants permettra également de réaliser des prélèvements de PM10 et de PM2.5 et de mesurer les concentrations des métaux lourds principalement issus des véhicules.

## 6. Références bibliographiques

AIR NORMAND. Mesures de métaux sur le secteur de Port Jérôme, 2006 à 2008. Octobre 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.

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

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.»

QUALITAIR CORSE. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant. Mai 2010.

# ANNEXE : données météorologiques complémentaires

