



**Association Calédonienne de Surveillance de la Qualité de  
l'Air**

---

## **Mesure des métaux lourds dans l'air ambient à Nouméa 2012-2013**





## Conditions de diffusion

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

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

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

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

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

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

## Intervenants

- *Intervenants techniques :*
  - Supervision technique : Alexandre TCHIN
  - Assistance technique : Dominique BLANC, Jacques SANON, Claire CHERON
  
- *Intervenants études :*
  - Rédaction rapport / coordination : Sylvain GLEYE
  - Aide technique : Claire CHERON
  - Tiers examens du rapport : Raphaëlle HUTH, Alexandre TCHIN, Carole LEFEUVRE
  - Approbation finale : Eric LE PLOMB



# SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>2. PRESENTATION DE L'ETUDE.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. LES METAUX LOURDS .....</b>	<b>9</b>
2.1.2. Le cadmium .....	10
2.1.3. Le plomb .....	10
2.1.4. Le nickel .....	11
2.1.5. Le Mercure .....	11
<b>2.3. VALEURS DE REFERENCE .....</b>	<b>14</b>
<b>3. MISE EN ŒUVRE.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. TECHNIQUE DE MESURE.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.1. Méthode de prélèvement.....</b>	<b>15</b>
3.1.1.1. Le module ACCU.....	15
3.1.1.2. Le SWAM-FAI .....	16
3.1.1.3. Le PARTISOL.....	16
3.1.1.4. Les filtres blancs.....	16
<b>3.1.2. Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence .....</b>	<b>17</b>
3.1.2.1. Le module ACCU.....	17
3.1.2.2. Le SWAM DC sampler de FAI .....	18
3.1.2.3. Le PARTISOL.....	18
3.1.2.4. Equivalence entre les préleveurs de particules PM10 utilisés .....	19
<b>3.1.3. Méthode d'analyse des métaux lourds.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. LES SITES DE PRELEVEMENT ET LES SOURCES D'EMISSIONS DE METAUX LOURDS EN 2012 ET 2013.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. PERIODES DE MESURE .....</b>	<b>26</b>
3.3.1. Historique 2009 – 2011.....	26
3.3.2. Plans d'échantillonnages 2012 et 2013 .....	26
<b>3.4. PARAMETRES METEOROLOGIQUES .....</b>	<b>30</b>
<b>4. RESULTATS.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. RESULTATS DES ANALYSES.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.1. Caractérisation des niveaux moyens en 2012 et 2013 .....</b>	<b>31</b>
4.1.1.1. Représentativité des moyennes annuelles.....	31
4.1.1.2. Le réseau de stations fixes.....	32
4.1.1.3. Le laboratoire mobile .....	35

<b>4.1.2. Analyse des données hebdomadaires 2012-2013 .....</b>	<b>36</b>
<i>4.1.2.1. Analyse par polluant sur le réseau de stations fixes et sur les sites des campagnes Partisol (laboratoire mobile) .....</i>	<i>36</i>
<i>4.1.2.2. Analyse des métaux inscrits dans la réglementation ICPE-SLN .....</i>	<i>42</i>
<i>4.1.2.3. Analyse par site de mesure .....</i>	<i>44</i>
<i>4.1.2.4. Analyse et interprétation des séries hebdomadaires pour le nickel .....</i>	<i>51</i>
<b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>92</b>
<b>6. ANNEXES .....</b>	<b>94</b>
<b>6.1. TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>94</b>
<b>6.2. TABLE DES GRAPHIQUES .....</b>	<b>94</b>
<b>6.3. TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>95</b>
<b>6.4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>96</b>

## LISTES DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES

As : Arsenic

AV : site de l'Anse Vata

Cd : Cadmium

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

COFRAC : Comité Français d'Accréditation

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 ou égale à 10  $\mu\text{m}$

SEI et SES : Seuil d'Evaluation Inférieur et Seuil d'Evaluation Supérieur issus de la directive 2008/50/CE.(voir partie 2.3 Valeurs de référence p.15)

UFIP : Union Française des industries Pétrolières

VDC : site de la Vallée des Colons

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 règlementés au niveau européen, le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules fines en suspension PM10 (dont le diamètre est inférieur à 10 µm).

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

Les mesures de 2009 à 2011 ont montré des niveaux annuels de métaux inférieurs aux valeurs limites de références 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.

À la différence des études menées entre 2009 et 2011, l'étude 2012-2013 propose une méthode corrective des concentrations en métaux mise au point lors d'une inter-comparaison des préleveurs de type ACCU et PARTISOL (2012). Cette correction, qui sera affinée en 2014 et 2015, permet d'ores-et-déjà d'ajuster, voire de corriger les concentrations sous-estimées issues des préleveurs de type ACCU équipant les stations fixes de Nouméa. En ce sens, les concentrations obtenues via cette méthode se rapprochent davantage de la réalité et permettent de réévaluer les niveaux de métaux par rapport aux valeurs sanitaires de référence.

Les concentrations obtenues via cette méthode corrective restent très faibles pour l'arsenic, le cadmium et le plomb, mais dépassent la valeur cible pour le nickel à l'échelle de l'année, avec des valeurs hebdomadaires ponctuellement très élevées sur certains quartiers et dans certaines conditions météorologiques.

En 2013, le suivi du mercure (Hg) a également été intégré au sein des campagnes de mesure.

Ce rapport présente l'exploitation des données issues de 86 séries hebdomadaires de prélèvements de poussières fines PM10 réalisées au niveau des quatre stations fixes et du laboratoire mobile, soit 376 prélèvements sur filtre analysés.

***L'objectif de cette campagne 2012-2013 est d'étudier de façon fine et statistiquement représentative, l'origine des métaux au sein des poussières PM10. Il s'agit notamment de mieux évaluer et de confirmer l'influence de l'activité industrielle sur les concentrations de nickel mesurées à Nouméa.***

***Ces campagnes de mesure des métaux dans l'air ambiant s'inscrivent dans le cadre du suivi annuel à l'échelle de l'agglomération de Nouméa, avec pour le nickel, un aspect étude et surveillance de la pollution de type industriel.***

## 2. Présentation de l'étude

### 2.1. Les métaux lourds

Les particules en suspension dans l'air ambiant, aussi appelées 'PM' (Particul Matter), peuvent être d'origine naturelle (éruption volcanique, l'érosion éolienne des sols ou des roches, embruns marins...) ou anthropique (combustion de matières fossiles, abrasion des routes, dégradation des plaquettes de frein des véhicules, carrières, activités de traitement de minerais ...).

Certains métaux, notamment à l'état particulaire, présentent, du fait de leur possible inhalation ou ingestion, un caractère toxique pour la santé et l'environnement, notamment : le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni), le zinc (Zn) et le manganèse (Mn).

Ces 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 fines 'PM' et poussières plus grosses sédimentables, à l'exception du mercure qui connaît également une forme gazeuse.

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, il se peut que l'expansion rapide de l'exploitation des gisements de latérites nickélifères puisse contribuer à un accroissement de la charge de particules minérales émises dans l'air ambiant, avec pour effet l'augmentation de l'exposition des travailleurs et des populations au nickel, mais aussi à d'autres éléments métalliques traces (ETM) toxiques tels que le chrome ou le cobalt<sup>2</sup>.

Notons qu'un inventaire d'émissions de substances polluantes (dont les métaux particuliers) en Nouvelle-Calédonie sera bientôt disponible.

---

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

<sup>2</sup> CNRT « Nickel et son Environnement ». Tome Nickel et Société. Evaluation préliminaire de la toxicité des particules de sols de latérites en Nouvelle-Calédonie. Rendu scientifique. Edition 2011. p.10

### 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.

### 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 résidentiels et tertiaires. 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 ( $\text{Ni}(\text{Co})_4$ ). Le nickel peut exister sous plusieurs degrés d'oxydation (0, +I, +II, +III, +IV) dont la plus courante dans l'environnement est l'état (+II)<sup>3</sup>.

Le nickel peut se retrouver sous différentes formes chimiques selon le contexte, parmi lesquelles le nickel métallique ( $\text{Ni}^0$ ), les sulfures de nickel ( $\text{NiS}$ ,  $\text{Ni}_3\text{S}_2$ ), les oxydes de nickel ( $\text{NiO}$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ), l'hydroxyde de nickel ( $\text{Ni}(\text{HO})_2$ ), le carbonate de nickel ( $\text{NiCO}_3$ ), les silicates de nickel, les composés hydrosolubles de nickel ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NiSO}_4$ ). Les procédés d'extraction minière et de traitement des minerais de nickel peuvent être à l'origine d'émissions d'oxydes mixtes de nickel et de cuivre ( $\text{Ni}_{0.8}\text{Cu}_{0.2}\text{O}$ ), de sulfate de nickel hexahydraté ( $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), des silicates de nickel, d'oxyde nickel-fer, de nickel métallique ou encore de sulfure de nickel ( $\text{NiS}$ ,  $\text{Ni}_3\text{S}_2$ )<sup>4</sup>.

### **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 CIRC a classé les composés du nickel comme des cancérigènes pour l'homme (Groupe 1) tandis que le nickel métallique a été classé comme cancérigène possible pour l'homme (Groupe 2B). En outre, les études toxicologiques et épidémiologiques disponibles indiquent que l'inhalation de composés de nickel insoluble dans le milieu professionnel est associée à des cancers du poumon et des fosses nasales. Le risque de cancer lié aux espèces solubles de nickel, en particulier, les composés de sulfate ( $\text{NiSO}_4$ ), est également fortement suspecté<sup>5</sup>.

## 2.1.5. Le Mercure

### **Physico-chimie**

Le mercure élémentaire est un métal liquide à température ambiante.

Il existe deux grands types de sels : les sels inorganiques (chlorure mercurique, chlorure mercuré, etc...) et les sels organiques (méthylmercure, etc...).

### **Sources**

La principale source dans l'environnement provient du dégazage de l'écorce terrestre.

Le mercure intervient dans plusieurs types de procédés industriels (peintures, batteries, industries chimiques, etc...).

### **Impacts sanitaires et environnementaux**

Le mercure métallique ( $\text{Hg}_0$ ) est essentiellement absorbé par voie pulmonaire. Les principaux organes cibles du mercure sont le système nerveux central et le rein. Ainsi, les principaux symptômes d'hydrargyrie chronique (intoxication par le mercure) sont d'ordre neurologique comme des troubles de la psychomotricité, des troubles cognitifs et des modifications de la personnalité (irritabilité, anxiété...).

<sup>3</sup> CNRT « Nickel et son Environnement ». Tome Nickel et Société. Évaluation préliminaire de la toxicité des particules de sols de latérites en Nouvelle-Calédonie. Rendu scientifique. Édition 2011. p.32

<sup>4</sup> Ibid. p.33

<sup>5</sup> Ibid. p. 35

## 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, intégrée au code de l'environnement dans le livre II, titre III, ainsi que ses arrêtés et circulaires d'application 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 prescriptions applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels.

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

être telles que les niveaux de concentration dans l'atmosphère ne dépassent pas, dans chacune des stations concernées (Montravel et Logicoop), les valeurs limites suivantes :

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

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

Pour les métaux contenus dans les particules PM<sub>10</sub>, 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>6</sup>.

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



**Figure 1 : les poussières fines issues des émissions routières peuvent contenir des métaux lourds – sur la photo : embouteillage sur la VDO à l'entrée de Nouméa**

<sup>6</sup> Voir partie 4.1.2.2. Analyse par polluant pour la série « SLN » du 28/09/2010 au 05/10/2010 .p.44 et partie 4.1.2.3. Analyse des séries hebdomadaires .p.53

## 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>7</sup> en moyenne annuelle et deux valeurs de *seuils d'évaluation*<sup>8</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 le sujet à Nouméa.

**Tableau I : Valeurs annuelles 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>7</sup> A respecter d'ici 2013 selon la directive 2004/107/CE.

<sup>8</sup> Selon la Directive 2008/50/CE, trois cas de figure peuvent se présenter, en fonction du niveau de polluant « X » :

Si  $X > SES$

La surveillance de la qualité de l'air ambiant s'effectue à l'aide de mesures fixes. Ces mesures fixes peuvent être complétées par des techniques de modélisation et/ou des mesures indicatives afin de fournir des informations adéquates sur la répartition géographique de la qualité de l'air ambiant.

Si  $SEI < X \leq SES$

Il est permis, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser une combinaison de mesures fixes et de techniques de modélisation et/ou de mesures indicatives dans le respect des objectifs de qualité de l'annexe I de la directive 2008/50/CE.

Si  $X \leq SEI$

Il est suffisant, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser des techniques de modélisation ou d'estimation objective ou les deux en respectant les objectifs de qualité définis à l'annexe I de la directive 2008/50/CE.

## 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). Ces particules sont collectées par divers appareils de prélèvement d'air au niveau de filtres adaptés, qui sont par la suite envoyés pour le dosage des métaux<sup>9</sup>, dans un laboratoire accrédité COFRAC basé en métropole.

##### 3.1.1.1. Le module ACCU



**Figure 2 : module ACCU – station du Faubourg Blanchot**

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  $\text{m}^3/\text{heure}$ , ce qui représente 168  $\text{m}^3$  d'air aspiré.

<sup>9</sup> Principalement l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le plomb (Pb) et le nickel (Ni)

### 3.1.1.2. Le SWAM-FAI



**Figure 3 : le SWAM-FAI équipant le laboratoire mobile**

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

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

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

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

### 3.1.1.3. Le PARTISOL

Le Partisol est un préleveur automatique de particules du constructeur « Thermo ».

Ce nouveau préleveur, autonome et mobile, est utilisé depuis 2012 dans le cadre de campagnes de mesures ponctuelles de la qualité de l'air.

Il fonctionne à un débit de 1 m<sup>3</sup>/h et utilise des filtres de 47 mm de diamètre. Une pompe permet d'aspirer l'air à travers la tête de prélèvement conçue pour ne sélectionner que les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm (PM10). L'air circule ensuite dans la ligne de prélèvement, où se situe le filtre collectant les particules.



**Figure 4 : Paramétrage d'un préleveur Partisol**

### 3.1.1.4. 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>10</sup>.

<sup>10</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)

## 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>11</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>11</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

### **3.1.2.2. Le SWAM DC sampler de FAI**

D'après le constructeur FAI<sup>12</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>13</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>14</sup>

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

### **3.1.2.3. Le PARTISOL**

Le Partisol équipe une grande majorité des AASQA en France du fait de son statut de préleveur de référence : il satisfait les exigences de la norme EN 12341 par sa caractéristique d'échantillonneur LVS<sup>15</sup>. De plus, une étude de l'Ecole des Mines de Douai, membre du LCSQA, préconise « l'utilisation de préleveurs LVS [i.e. à bas débit de type Partisol] pour le prélèvement des particules atmosphériques en vue de l'analyse des métaux »<sup>16</sup>.

Le Partisol est ainsi conforme à la méthode de référence de prélèvement des PM10 en vue de l'analyse des métaux lourds<sup>17</sup>.

---

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

<sup>13</sup> Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

<sup>14</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.

<sup>15</sup> Préleveur Bas Débit (Low Volume Sampler) - 1m<sup>3</sup> / heure.

<sup>16</sup> ROBACHE Antoine, MATHE François, GALLOO Jean-Claude, HERBIN Benoît, MALET Bruno, 2000. Conditions de prélèvement des particules en vue de l'analyse des métaux. Etude n°3. Ecole des Mines de Douai – Département Chimie et Environnement ; p. 30.

<sup>17</sup> LCSQA. Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air ; version de 16/04/2013 ; p. 4.

### 3.1.2.4. Equivalence entre les préleveurs de particules PM10 utilisés

Une étude comparative des instruments ACCU, SWAM et PARTISOL menées entre 2011 et 2013 sur Nouméa<sup>18</sup> a permis de mettre en évidence des relations reliant les concentrations en métaux issues des prélèvements de particules PM10.

Il a été confirmé que le module ACCU sous-estime les concentrations en métaux par rapport au SWAM et au Partisol. Cet écart varie selon le métal étudié et est particulièrement important pour le nickel, avec un écart-relatif moyen de 82,7% sur les concentrations hebdomadaires par rapport au Partisol.

Le SWAM affiche, quant à lui, des concentrations très proches de celles issues du Partisol, avec tout de même une petite divergence dans le cas du nickel (écart relatif moyen de 19% sur les concentrations hebdomadaires).

Grâce à cette étude, « *le tracé des courbes représentatives des fonctions d'équivalence pour chaque métal étudié a permis de déterminer des formules de passage entre les concentrations fournies par les différents appareils et pour chaque élément métallique analysé ; en particulier, les formules d'ajustement pour convertir les concentrations ACCU et SWAM en 'concentrations Partisol' considérées comme concentrations de référence.* »<sup>19</sup>

Concrètement, ces formules d'équivalence permettent d'obtenir une estimation des concentrations en métaux issues de préleveurs de type ACCU ou SWAM, telles qu'elles auraient été obtenues avec un préleveur de type PARTISOL.<sup>20</sup>

Bien que l'étude comparative ait été basée sur un nombre de série limité et sur un point de mesure unique, elle représente une avancée significative sur la recherche d'équivalence aux préleveurs de référence et sur les méthodes d'exploitations des données issue de préleveurs non conformes.

On estime que les données corrigées via les formules d'équivalence sont très proches des valeurs qui auraient été obtenues par une méthode de prélèvement utilisant un Partisol.

Dans ce sens, elles sont comparables aux valeurs de référence annuelles pour les métaux.

En 2014, la poursuite de l'étude comparative se fera sur une année complète, avec le déploiement de 4 préleveurs de référence de type PARTISOL sur le réseau de Nouméa, ce qui permettra d'affiner et de valider les formules d'équivalence.

---

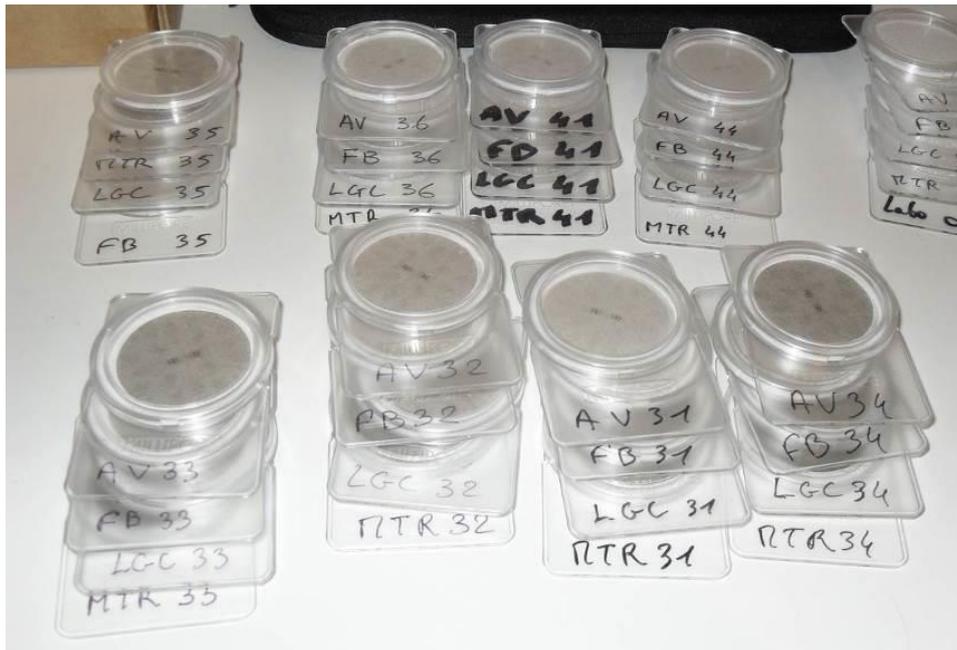
<sup>18</sup> SCAL-AIR. Etude comparative des préleveurs ACCU / SWAM / PARTISOL et des méthodes d'analyse ICP-MS / XRF. Août 2013.

<sup>19</sup> Ibid. p. 87

<sup>20</sup> Cette estimation est basée sur le traitement de 14 séries hebdomadaires effectuées sur le site de la station fixe du Faubourg Blanchot, comprenant l'analyse de 4 métaux (As, Cd, Ni, Pb) sur un jeu de 46 prélèvements sur filtres.

### 3.1.3. Méthode d'analyse des métaux lourds

Les analyses sont réalisées en métropole par un laboratoire accrédité par le 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 ».



**Figure 5 : Série de filtres après prélèvements des particules PM10 et avant dosage des métaux**

## 3.2. Les sites de prélèvement et les sources d'émissions de métaux lourds en 2012 et 2013

Tableau II : Les sites de prélèvement et leurs caractéristiques

N°	Site de prélèvement	Préleveur	Typologie	Emplacement	
1		Station fixe de Logicoop	ACCU (Thermo)	industrielle	Rue Boutmy, Nouméa
2		Station fixe de Montravel	ACCU (Thermo)	urbaine sous influence industrielle	Rue des Frères Charpentiers, Nouméa
3		Station fixe du Faubourg Blanchot	ACCU (Thermo)	urbaine	Rue Faidherbe, Ecole Paul Boyer, Nouméa

4		Station fixe de l'Anse Vata	ACCU (Thermo)	périurbaine	Rue Blaise Pascal, Ecole des Lys, Nouméa
5		Laboratoire mobile_ Ducos (2012)	SWAM (FAI)	trafic	Route de la Baie des Dames
6		Laboratoire mobile_ Numbo (2012)	SWAM (FAI)  PARTISOL (Thermo)	industrielle	Voie de Dégagement Ouest - ateliers de la DITTT
7		Laboratoire mobile_ Faubourg Blanchot (2012)	ACCU (Thermo)  SWAM (FAI)  PARTISOL (Thermo)	urbaine / inter- comparai- son des préleveurs de particules PM10	Station fixe - Rue Faidherbe, Ecole Paul Boyer, Nouméa
8		Laboratoire mobile_ Nouville (2012 - 2013)	PARTISOL (Thermo)	industrielle	Université de la Nouvelle- Calédonie

9		Laboratoire mobile_PK5 (2013)	PARTISOL (Thermo)	trafic	Rue Iekawe
10		Laboratoire mobile_Vallée des Colons (2013)	PARTISOL (Thermo)	urbaine	Ecole Emily Panne

Les sites de prélèvement 1 à 4 correspondent aux stations fixes du réseau de Scal-Air. Les sites 5 à 10 ont fait l'objet de campagnes de mesure ponctuelles à différents moments de l'année entre 2012 et 2013.

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

Différentes sources d'émissions de polluants atmosphériques sur Nouméa peuvent être identifiées :

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

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

En ce qui concerne le nickel, une source d'émission majoritaire est **l'usine de valorisation du nickel** située sur le secteur de Doniambo. Ce site reçoit en effet du minerai riche en nickel, qui par transformations successives et par un procédé pyrométallurgique, peut être source, selon les conditions de production, de particules fines en suspension dans l'air. Les minerais contenant du nickel peuvent également contenir d'autres types de métaux lourds, comme le chrome ou le cobalt<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> CNRT « Nickel et son Environnement ». Tome Nickel et Société. Evaluation préliminaire de la toxicité des particules de sols de latérites en Nouvelle-Calédonie. Rendu scientifique. Edition 2011. p.10

**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**.

A noter que d'autres activités spécifiques peuvent également jouer un rôle dans l'émission de métaux dans l'air : des activités industrielles / artisanales localisées, des activités de construction ou de chantier notamment.

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

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

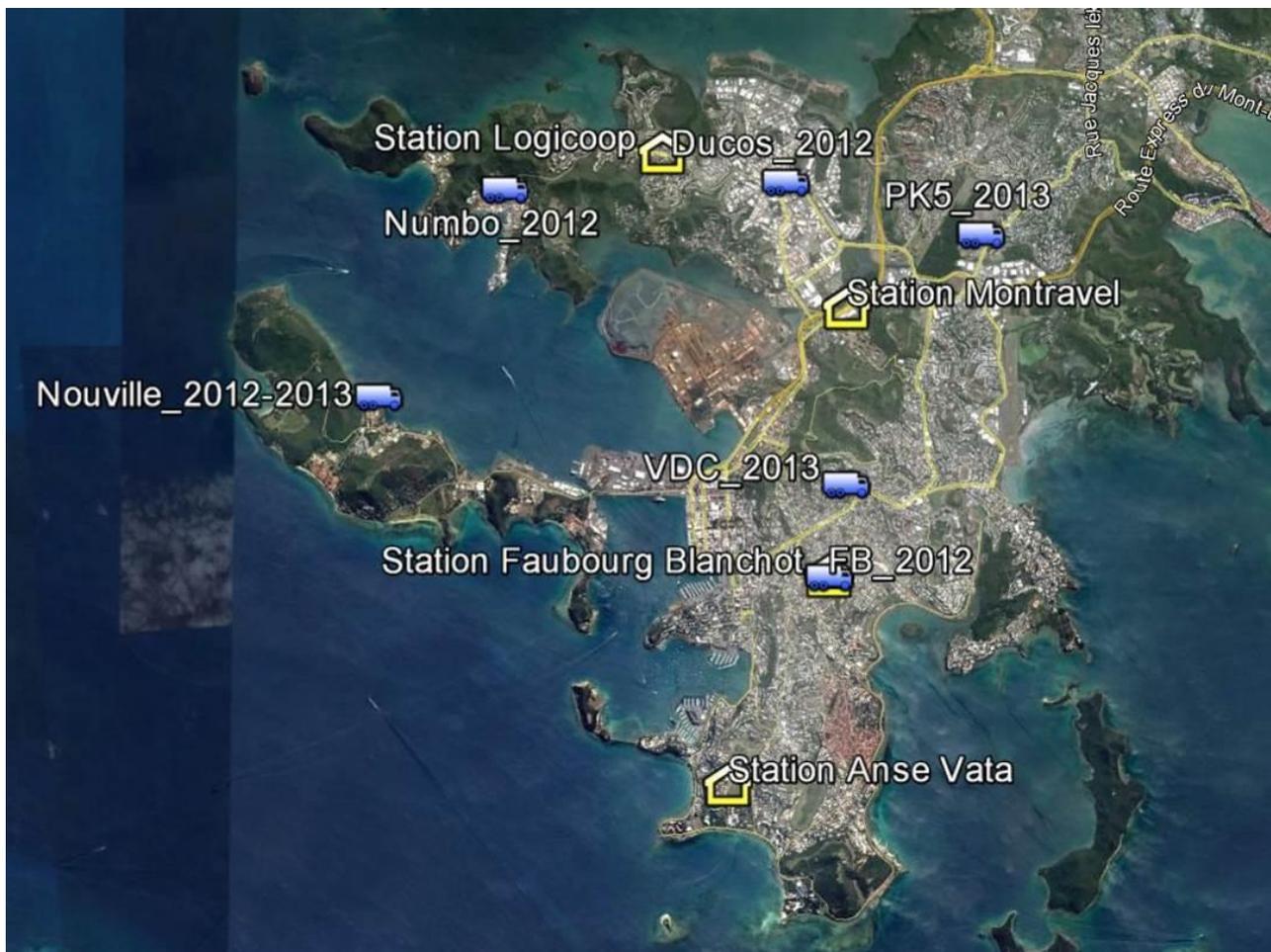
**Pour ce qui concerne les sites de prélèvements correspondant aux campagnes de mesure par laboratoire mobile :**

- **Le site de Ducos** est situé au niveau de la Route de la Baie des Dames, sur le parking de la DPM-PS. C'est un site de typologie trafic routier situé sous les vents de secteur Sud-Sud/Ouest vis-à-vis de Doniambo.
- **Le site de Numbo** se situe sous les vents de secteur Est-Sud/Est vis-à-vis de Doniambo. D'après les résultats de la campagne de mesure effectuée sur ce site, les vents de 90 à 110 degré sont systématiquement impliqués dans les cas d'épisode de pollution d'origine industrielle<sup>22</sup>.
- **Le site de l'Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)** se situe à environ 4 kilomètres, sous les vents de secteurs Nord-Est à Est-Nord/Est, de 40 à 70 degrés, par rapport à la zone industrielle de Doniambo.
- **Le site de la rue Iekawe**, site de typologie trafic placé au niveau du quartier du cinquième kilomètre (PK5), se trouve sous les vents de secteurs Ouest/Sud-Ouest, de 235 à 265 degrés, par rapport à la zone industrielle de Doniambo.

---

<sup>22</sup> SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air dans le secteur de NUMBO - Nouméa - Laboratoire mobile mars – juin 2012

- **Le site de la Vallée des Colons (VDC)** se trouve dans la cour de l'école Emily PANNE, en zone urbaine située sous les vents de secteurs Nord-Ouest, de 300 à 330 degrés vis-à-vis de Doniambo.



**Figure 6 : Situation géographique des sites de prélèvement**

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

Sites campagnes - laboratoire mobile (2012-2013) :

- Ducos – route de la Baie des Dames
- Numbo
- Faubourg Blanchot (FB)
- Nouville - Université de la Nouvelle-Calédonie
- PK5 – Rue Iekawe
- Vallée des Colons – Ecole Emilie Panne

## 3.3. Périodes de mesure

### 3.3.1. Historique 2009 – 2011

Pour les années 2009 et 2010, un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié par trimestre a été utilisé. Ce plan signifie que les 4 à 5 semaines de prélèvement par trimestre ont été effectuées au hasard. Les résultats pour ces deux années ont permis de montrer l'origine majoritairement industrielle du nickel, notamment lorsque les prélèvements se faisaient dans des conditions de vents favorables à la dispersion des poussières issues de l'activité de Doniambo vers les stations de mesure<sup>23</sup>.

Pour 2011, de façon à confirmer l'origine industrielle du nickel au sein des poussières PM10, les prélèvements ont été sélectionnés et analysés uniquement lorsque les conditions de vents rencontrées favorisaient la dispersion des poussières industrielles vers l'un des sites de mesure (Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot ou l'Anse Vata)<sup>24</sup>.

### 3.3.2. Plans d'échantillonnages 2012 et 2013

En 2012, un plan d'échantillonnage identique à celui de 2011 a été adopté : analyse en priorité des séries de filtres pour lesquelles les vents ont été favorables à la dispersion des émissions d'origine industrielle vers l'une des stations de prélèvement des poussières fines PM10 (Montravel, Faubourg Blanchot, Logicoop et Anse Vata).

En 2013, dans l'optique d'un suivi continu des taux de nickel, et de manière à obtenir une valeur moyenne annuelle calculée sur la base de données réelles et non estimées sur une partie de l'année<sup>25</sup>, l'ensemble des séries, soit 48 semaines de mesure couvrant 92.3% de l'année, a fait l'objet de dosage.

Pour les autres polluants (As, Cd, Pb), le plan d'échantillonnage reste identique à celui de 2012.

Depuis 2013, dans le but de mettre en cohérence le réseau de Nouméa avec celui du Sud de la Nouvelle-Calédonie (stations de mesure de la qualité de l'air autour du complexe industriel de Vale NC), le dosage du mercure (Hg) est également réalisé.

Les métaux Antimoine (Sb), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Cuivre (Cu), Etain (Sn), Manganèse (Mn), Vanadium (V), Zinc (Zn) font l'objet d'une surveillance dans le cadre de l'arrêté ICPE 11387-2009/ARR/DIMENC du 12/11/2009 concernant particulièrement le site industriel de Doniambo, avec un taux de représentativité annuel de 15.4 %<sup>26</sup>.

<sup>23</sup> SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant à Nouméa en 2008-2009.

SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant à Nouméa en 2010.

<sup>24</sup> SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant à Nouméa en 2011.

<sup>25</sup> Comme ce fut le cas pour les années 2009 à 2012

<sup>26</sup> La réglementation européenne impose un taux de représentativité d'au moins 14 % de l'année pour que les valeurs puissent être comparées aux valeurs de références annuelles.

Le Tableau III présente les taux de représentativité par polluant sur le réseau de station fixe de Nouméa.

**Tableau III : taux de représentativité annuels par polluant 2012 et 2013**

POLLUANTS	Taux de représentativité 2012	Taux de représentativité 2013
Nickel (Ni)	50 %	92.3 %
Cadmium (Cd)	50 %	44.2 %
Arsenic (As)	50 %	44.2 %
Plomb (Pb)	50 %	44.2 %
Mercure (Hg)	0 %	44.2 %
Antimoine (Sb), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Cuivre (Cu), Etain (Sn), Manganèse (Mn), Vanadium (V), Zinc (Zn)	15.4 %	15.4 %

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

Nom de la série	Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Sites		
			Stations fixes Nouméa	Laboratoire mobile SWAM	Laboratoire mobile PARTISOL
<b>2012</b>					
s1	08/02/2012	15/02/2012	✓	DUCOS	-
s2	15/02/2012	22/02/2012	✓	DUCOS	-
s3	22/02/2012	29/02/2012	-	DUCOS	-
s4	29/02/2012	07/03/2012	-	DUCOS	-
s5	07/03/2012	14/03/2012	✓	-	-
s6	21/03/2012	28/03/2012	✓	NUMBO	-
s7	28/03/2012	04/04/2012	✓	-	NUMBO
s8	04/04/2012	11/04/2012	✓	-	-
s9	11/04/2012	18/04/2012	✓	-	-
s10	18/04/2012	25/04/2012	-	-	NUMBO
s11	09/05/2012	16/05/2012	✓	-	-
s12	23/05/2012	30/05/2012	-	NUMBO	-
s13	30/05/2012	04/06/2012	-	NUMBO	-
s14	13/06/2012	20/06/2012	✓	-	FB
s15	20/06/2012	27/06/2012	✓	-	FB
s16	27/06/2012	04/07/2012	✓	-	FB
s17	04/07/2012	11/07/2012	✓	-	FB
s18	11/07/2012	18/07/2012	✓	FB	FB
s19	18/07/2012	25/07/2012	✓	FB	FB
s20	25/07/2012	01/08/2012	✓	FB	FB
s21	01/08/2012	08/08/2012	✓	FB	FB
s22	08/08/2012	14/08/2012	✓	-	FB
s23	15/08/2012	22/08/2012	✓	FB	FB
s24	22/08/2012	29/08/2012	✓	FB	FB
s25	29/08/2012	05/09/2012	✓	FB	FB
s26	05/09/2012	12/09/2012	✓	FB	FB
s27	12/09/2012	19/09/2012	✓	FB	FB
s28	10/10/2012	17/10/2012	✓	-	NOUVILLE
s29	17/10/2012	24/10/2012	-	-	NOUVILLE
s30	24/10/2012	31/10/2012	✓	-	NOUVILLE
s31	31/10/2012	07/11/2012	✓	-	NOUVILLE
s32	07/11/2012	14/11/2012	✓	-	NOUVILLE
s33	14/11/2012	21/11/2012	-	-	NOUVILLE
s34	21/11/2012	28/11/2012	-	-	NOUVILLE
s35	28/11/2012	05/12/2012	-	-	NOUVILLE
s36	05/12/2012	12/12/2012	-	-	NOUVILLE
s37	12/12/2012	19/12/2012	-	-	NOUVILLE
s38	19/12/2012	26/12/2012	-	-	NOUVILLE
s39	26/12/2012	02/01/2013	-	-	NOUVILLE
<b>2013</b>					
s40	30/01/2013	06/02/2013	✓	-	-
s41	06/02/2013	13/02/2013	✓	-	NOUVILLE
s42	13/02/2013	20/02/2013	✓	-	NOUVILLE
s43	20/02/2013	27/02/2013	✓	-	NOUVILLE
s44	27/02/2013	06/03/2013	✓	-	NOUVILLE

s45	06/03/2013	13/03/2013	✓	-	NOUVILLE
s46	13/03/2013	20/03/2013	✓	-	NOUVILLE
s47	20/03/2013	27/03/2013	✓	-	NOUVILLE
s48	27/03/2013	03/04/2013	✓	-	NOUVILLE
s49	10/04/2013	17/04/2013	✓	-	-
s50	17/04/2013	24/04/2013	✓	-	IEKAWÉ
s51	24/04/2013	01/05/2013	✓	-	IEKAWÉ
s52	01/05/2013	08/05/2013	✓	-	IEKAWÉ
s53	08/05/2013	15/05/2013	✓	-	IEKAWÉ
s54	15/05/2013	22/05/2013	✓	-	IEKAWÉ
s55	22/05/2013	29/05/2013	✓	-	IEKAWÉ
s56	29/05/2013	05/06/2013	✓	-	IEKAWÉ
s57	05/06/2013	12/06/2013	✓	-	IEKAWÉ
s58	12/06/2013	19/06/2013	✓	-	IEKAWÉ
s59	19/06/2013	26/06/2013	✓	-	IEKAWÉ
s60	26/06/2013	03/07/2013	✓	-	IEKAWÉ
s61	03/07/2013	10/07/2013	✓	-	IEKAWÉ
s62	10/07/2013	17/07/2013	✓	-	-
s63	17/07/2013	24/07/2013	✓	-	-
s64	24/07/2013	31/07/2013	✓	-	-
s65	31/07/2013	07/08/2013	✓	-	-
s66	07/08/2013	14/08/2013	✓	-	-
s67	14/08/2013	21/08/2013	✓	-	-
s68	21/08/2013	28/08/2013	✓	-	-
s69	28/08/2013	04/09/2013	✓	-	VDC
s70	04/09/2013	11/09/2013	✓	-	VDC
s71	11/09/2013	18/09/2013	✓	-	VDC
s72	18/09/2013	25/09/2013	✓	-	VDC
s73	25/09/2013	02/10/2013	✓	-	VDC
s74	02/10/2013	09/10/2013	✓	-	VDC
s75	09/10/2013	16/10/2013	✓	-	VDC
s76	16/10/2013	23/10/2013	✓	-	VDC
s77	23/10/2013	30/10/2013	✓	-	VDC
s78	30/10/2013	06/11/2013	✓	-	VDC
s79	06/11/2013	13/11/2013	✓	-	VDC
s80	13/11/2013	20/11/2013	✓	-	VDC
s81	20/11/2013	27/11/2013	✓	-	-
s82	27/11/2013	04/12/2013	✓	-	-
s83	04/12/2013	11/12/2013	✓	-	-
s84	11/12/2013	18/12/2013	✓	-	-
s85	18/12/2013	25/12/2013	✓	-	-
s86	25/12/2013	01/01/2014	✓	-	-

**NB :** ✓ = série ayant fait l'objet de mesure des métaux  
 - = série n'ayant pas fait l'objet de mesure des métaux

## 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<sup>27</sup> favorisent généralement l'apparition de concentrations de pointe sur la ville.

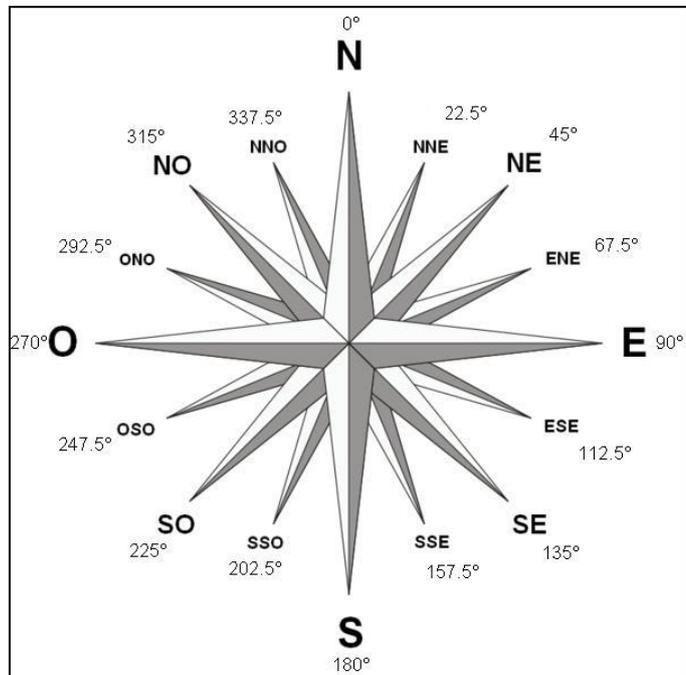
A Nouméa, les vents dominants sur l'année sont majoritairement de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est. Des vents de secteurs Ouest sont également présents, notamment dans la période correspondant à la saison fraîche, de mai à septembre.

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 4.1.2.4. *Analyse et interprétation des séries hebdomadaires pour le nickel* p.53.



Cette partie présente également une exploitation statistique des données de direction et de vitesse des vents visant à mieux interpréter l'origine du nickel et mieux comprendre les conditions environnementales favorisant son accumulation sur certains points de mesure.

<sup>27</sup> Inversion thermique : l'air le plus chaud est normalement le plus proche du sol, mais quand il se trouve au-dessus d'une couche d'air plus froid (et donc plus lourd) on dit qu'il y a une inversion de température ou inversion thermique. Dans ce cas, la masse d'air qui se trouve près du sol (plus froid et plus lourd) ne peut s'élever et se disperser dans l'atmosphère, ce qui favorise l'accumulation des polluants atmosphériques émis au niveau du sol.

## 4. Résultats

### 4.1. Résultats des analyses

#### 4.1.1. Caractérisation des niveaux moyens en 2012 et 2013

##### 4.1.1.1. Représentativité des moyennes annuelles

L'analyse des niveaux hebdomadaires de métaux répartis sur l'année permet de définir l'exposition moyenne des différents sites de mesure.

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

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

En, 2009, ce mode de représentativité avait été appliqué sur le réseau de Nouméa.

En 2011 et 2012, le contexte de la pollution d'origine industrielle de Nouméa avait amené à sélectionner à la fois des échantillons de fraction PM10 lorsque les conditions de vent étaient favorables à la dispersion des poussières vers l'un des sites de prélèvements, et également, des échantillons pour lesquels les conditions de vents étaient très défavorables à la mesure de métaux d'origine industriel sur les stations de mesure.

Cette sélection d'échantillons empêche la reconstitution des moyennes annuelles au sens des directives européennes, selon lesquelles une répartition uniforme au cours de l'année est nécessaire. Malgré le non-suivi du critère d'uniformité de la répartition des échantillons, le calcul des moyennes annuelles sur la base des résultats des séries hebdomadaires sélectionnées est fait à titre indicatif (année 2011 et 2012).

En 2013, pour le nickel, l'analyse quasi-continue des séries de prélèvement, soit 48 semaines de mesure couvrant 92.3% de l'année, permet d'avoir une moyenne annuelle calculée sur la base de données réelles et non estimées sur une partie de l'année. Les critères de représentativité sont par la même occasion remplis.

Pour les autres polluants (As, Cd et Pb notamment), le plan d'échantillonnage reste identique à celui de 2012 et 2011, avec une satisfaction seulement partielle des critères de représentativité (sélection des échantillons les plus représentatifs des phénomènes de pollution et de non pollution identifiés en fonction des vents, avec une répartition non uniforme sur l'année).

#### 4.1.1.2. Le réseau de stations fixes

Les graphiques 1 représentent les niveaux moyens relevés pour chacun des métaux, sur chaque site de mesure en 2012 et 2013<sup>28</sup>.

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

**Pour le nickel**, les seuils de référence n'ont pas été franchis si l'on considère les valeurs issues de prélèvements réalisés avec le module ACCU. En revanche, elles dépassent largement ces seuils si l'on considère les valeurs ACCU « corrigées », équivalentes aux valeurs telles qu'elles auraient été obtenues avec un préleveur de référence de type PARTISOL<sup>29</sup>.

**Tableau V : Rappels des valeurs et seuils de références européens**

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>

NB : les couleurs rouge, jaune et verte permettent d'identifier les valeurs et seuils de référence dans les graphiques 1.

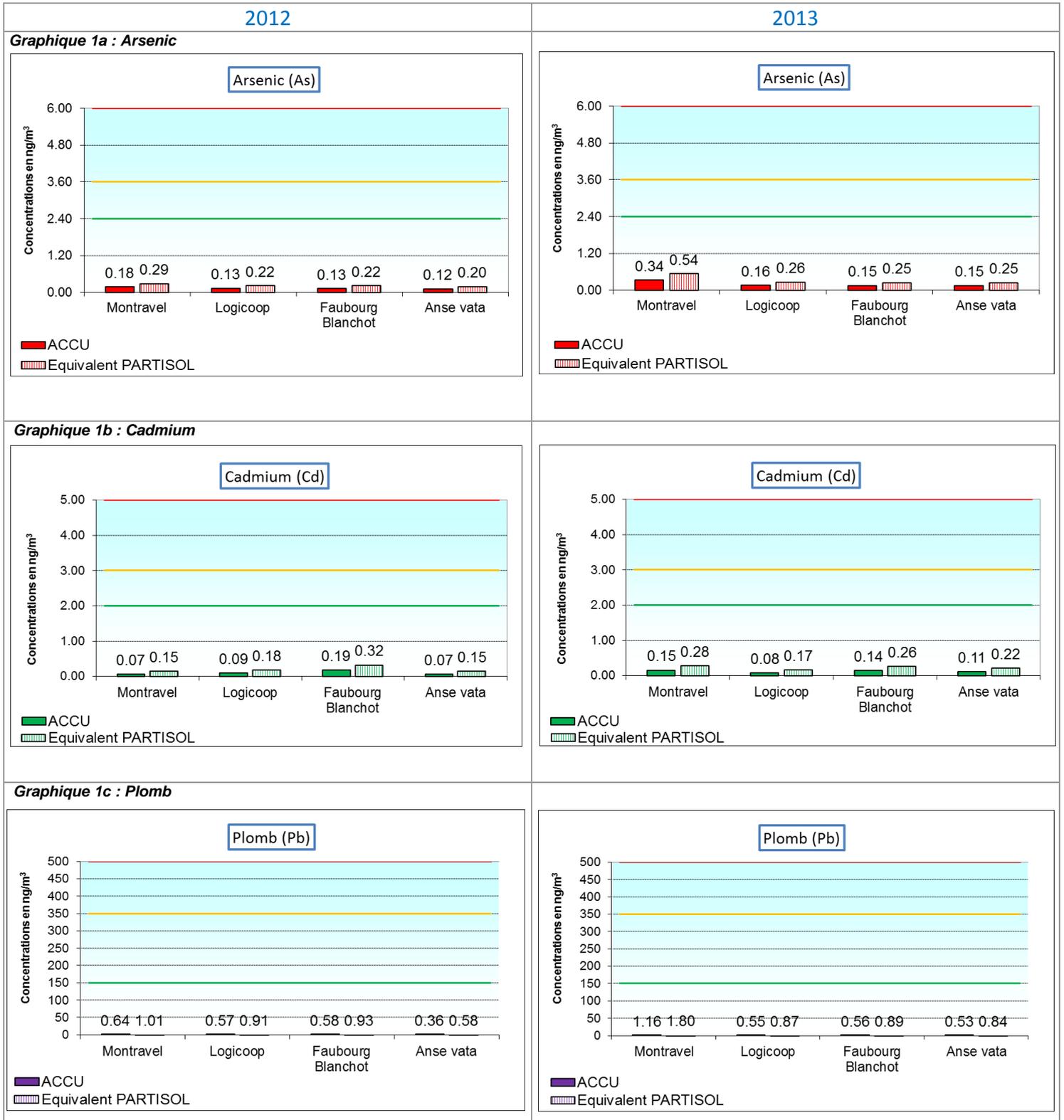
<sup>28</sup> Qualification des niveaux de polluants :

- 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)

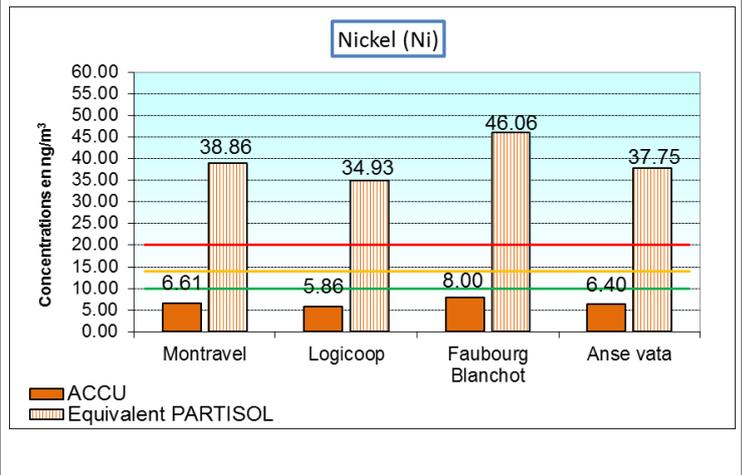
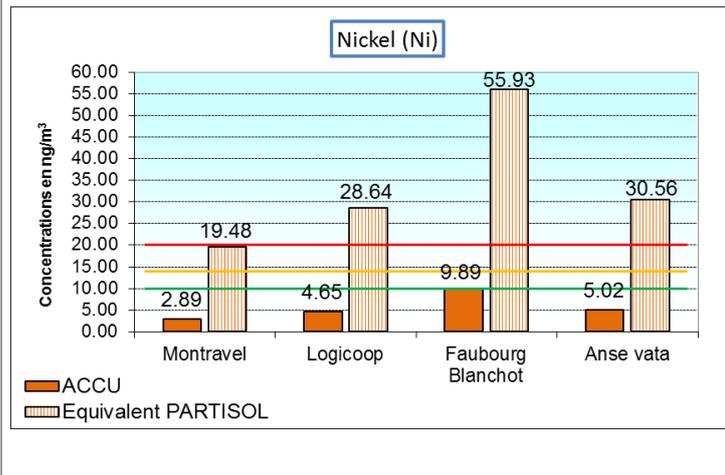
<sup>29</sup> Voir partie 3.1.2.4. *Equivalence entre les préleveurs de particules PM10 utilisés. p.16*

+ SCAL-AIR. Etude comparative des préleveurs ACCU / SWAM / PARTISOL et des méthodes d'analyse ICP-MS / XRF. Août 2013.

**Graphiques 1 : Concentrations moyennes en métaux par site de mesure en 2012 et 2013 – en ng/m<sup>3</sup>**  
 Graphique 1a : Arsenic / Graphique 1b : Cadmium / Graphique 1c : Plomb / Graphique 1d : Nickel



Graphique 1d : Nickel



*NB : le code couleur rouge, jaune et vert des seuils de référence dans les graphiques 1 correspondent au code couleur du tableau V.*

***NB :** 2013 a fait l'objet d'un échantillonnage continu pour le nickel, ce qui représente 48 séries hebdomadaires sur l'année, soit un taux de représentativité supérieur à 90 %. Les moyennes annuelles de nickel affichées en 2013 sont donc des moyennes calculées et non estimées sur la base d'un taux de représentativité de l'ordre de 25 à 48 % sur les années précédentes.*

***En ce sens, les moyennes annuelles 2013 en nickel correspondent à des niveaux réels de nickel dans l'air sur l'année.***

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

### 4.1.1.3. Le laboratoire mobile

Six campagnes de mesure ont été effectuées par moyen mobile entre 2012 et 2013.

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

Les moyennes globales des niveaux de métaux (en  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ont été simplement calculées à titre indicatif : celles-ci ne sont pas assimilables à des moyennes annuelles, elles ne représentent qu'une moyenne des niveaux de métaux issus des échantillons analysés sur la durée des campagnes de mesure :

**Tableau VI : Concentrations moyennes en métaux sur les sites de mesure laboratoire mobile 2012 et 2013 – en  $\text{ng}/\text{m}^3$**

Site de mesure	Préleveur utilisé	Arsenic	Cadmium	Plomb	Nickel
DUCOS	SWAM <sup>(1)</sup>	0.90	0.05	1.24	14.56
NUMBO	SWAM <sup>(2)</sup>	0.28	0.61	1.35	48.35
NUMBO	PARTISOL <sup>(3)</sup>	0.19	0.15	1.24	39.61
FAUBOURG B.	SWAM <sup>(4)</sup>	0.17	0.51	1.02	70.14
FAUBOURG B.	PARTISOL <sup>(5)</sup>	0.20	0.48	1.12	79.11
NOUVILLE	PARTISOL <sup>(6)</sup>	0.30	0.11	0.49	23.24
PK5	PARTISOL <sup>(7)</sup>	0.82	0.10	1.52	16.51
VDC	PARTISOL <sup>(8)</sup>	0.23	0.21	0.80	34.43

(1) : moyenne basée sur 4 semaines (2012)

(2) : moyenne basée sur 3 semaines (2012)

(3) : moyenne basée sur 2 semaines (2012)

(4) : moyenne basée sur 9 semaines (2012)

(5) : moyenne basée sur 14 semaines (2012)

(6) : moyenne basée sur 20 semaines (2012-2013)

(7) : moyenne basée sur 12 semaines (2013)

(8) : moyenne basée sur 12 semaines (2013)

*NB : le SWAM ne fait plus l'objet de prélèvements depuis la campagne d'inter-comparaison des préleveurs de particules PM10 du Faubourg Blanchot. Le SWAM est depuis utilisé dans sa fonction de mesure en continu des concentrations de particules PM10 et PM2.5.*

Les valeurs moyennes de nickel sont relativement fortes sur les sites de mesure 'laboratoire mobile' ayant fait l'objet de prélèvement par les appareils SWAM et/ou PARTISOL.

Bien que ces valeurs moyennes soient indicatives en raison de leur non représentativité annuelle ou répartition non uniforme sur l'année, elles présagent d'une exposition significative, avec de possibles, voir probables dépassements de la valeur limite pour le nickel ( $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) sur certains sites comme Numbo, le Faubourg Blanchot, Nouville et VDC.

## 4.1.2. Analyse des données hebdomadaires 2012-2013

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.

À 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 au cours de chaque semaine de mesure.

### **4.1.2.1. Analyse par polluant sur le réseau de stations fixes et sur les sites des campagnes Partisol (laboratoire mobile)**

Les graphiques 2 à 9 suivants représentent les niveaux des métaux mesurés sur chacune des 86 séries hebdomadaires au niveau des 4 stations fixes de Nouméa (Montravel, Logicoop, Faubourg Blanchot et Anse Vata) et du Partisol ayant accompagné les campagnes de mesure du laboratoire mobile (Numbo, Faubourg Blanchot, Nouville, PK5 et VDC).

Sur chacun des graphiques, les concentrations en métaux sont visibles sur toutes les stations. Pour chaque station, sont représentées les concentrations issues des prélèvements réalisés par ACCU, et parallèlement les concentrations corrigées de type équivalent PARTISOL (notées « eq PARTISOL »). Pour ne pas alourdir les graphiques, les valeurs indicatives issues du préleveur SWAM ne sont volontairement pas représentées (campagnes Ducos et Numbo).

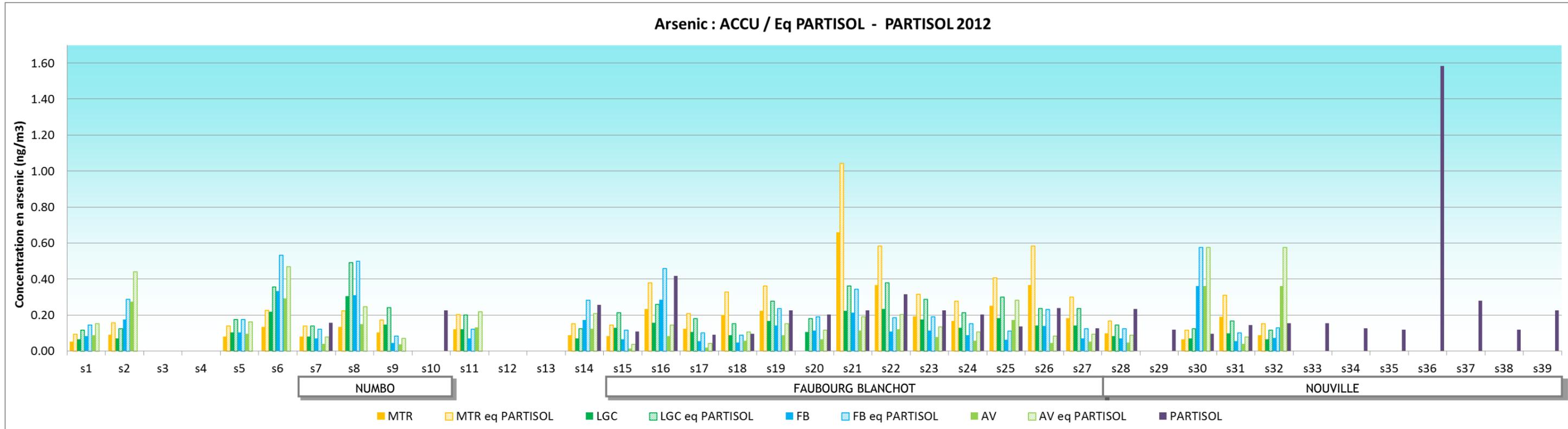
Les concentrations en métaux issues des prélèvements du PARTISOL lors des campagnes du laboratoire mobile apparaissent en violet. Les noms des sites de mesure correspondant aux campagnes du laboratoire mobile sont indiqués sous l'axe horizontal des graphiques.

Pour une question de lisibilité, il y a deux graphiques par polluant, l'un pour les séries 1 à 39 (2012) et l'autre pour les séries 40 à 86 (2013).

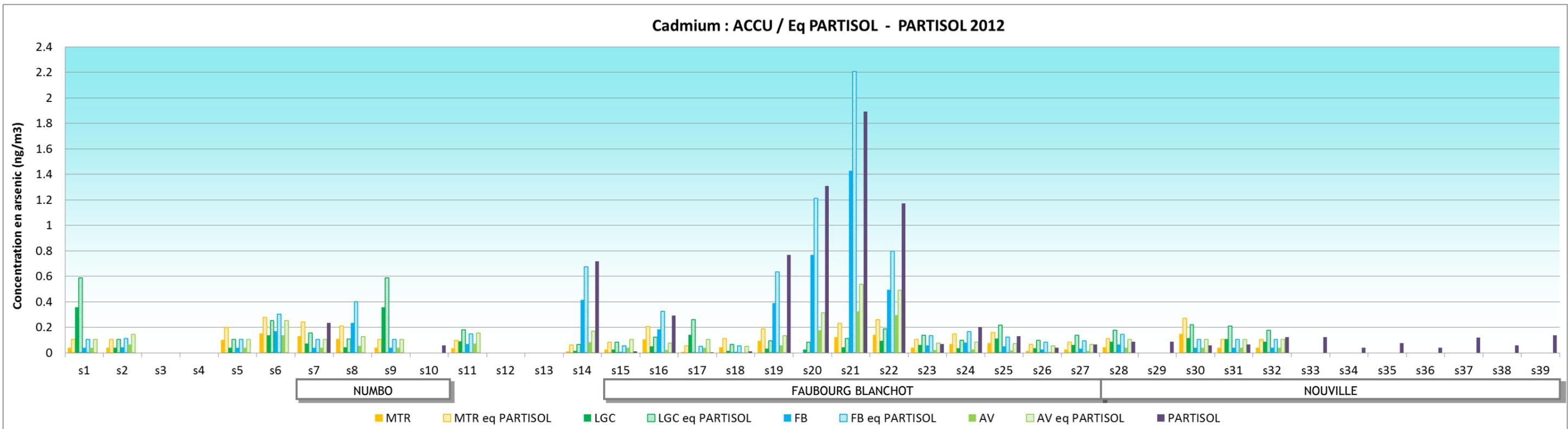
Notons que pour le mercure, mise à part la valeur de  $0.06 \text{ ng/m}^3$  mesurée à Logicoop lors de la série 83, l'ensemble des valeurs mesurées restent en dessous de la limite de quantification équivalente à  $0.04 \text{ ng/m}^3$ .

En raison de ces valeurs très faibles, le mercure n'a pas été intégré aux graphiques par série.

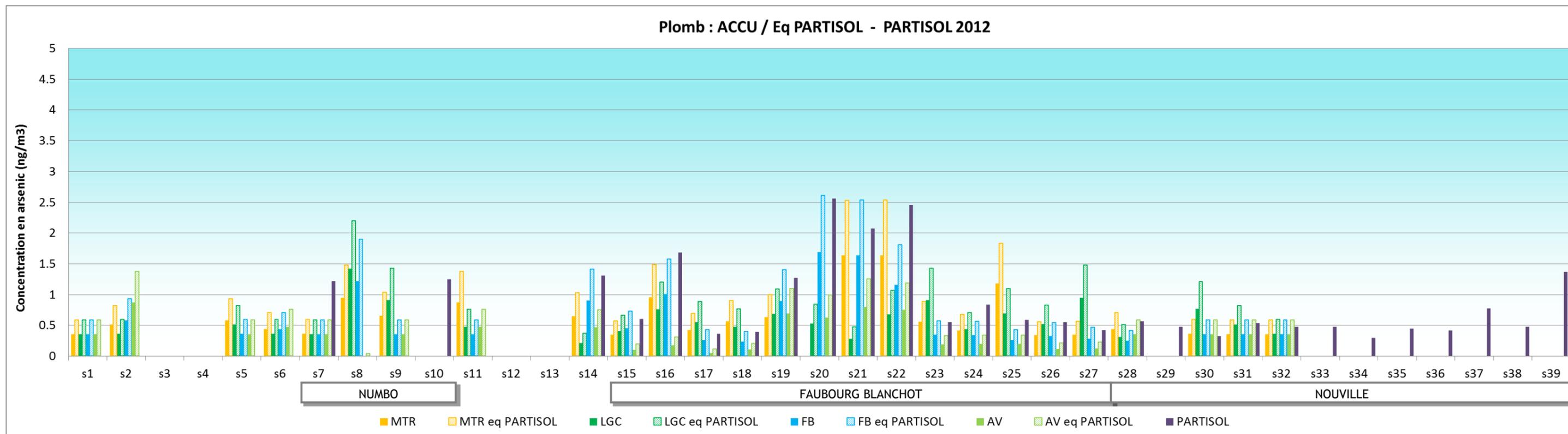
Graphique 2 : Concentrations en arsenic par site de mesure et par série hebdomadaire 2012



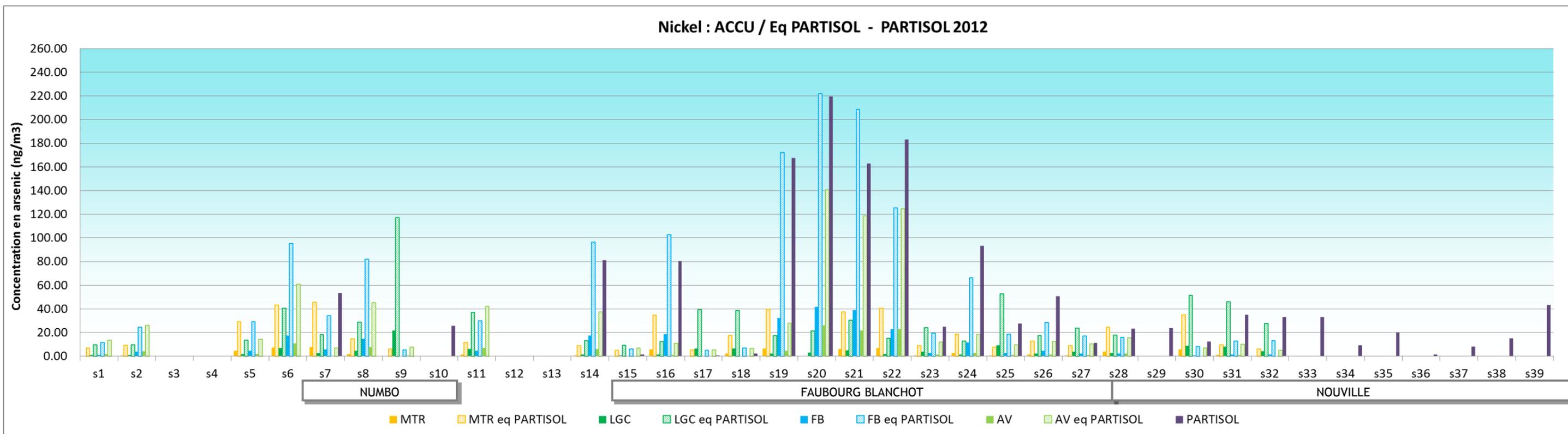
Graphique 3 : Concentrations en cadmium par site de mesure et par série hebdomadaire 2012



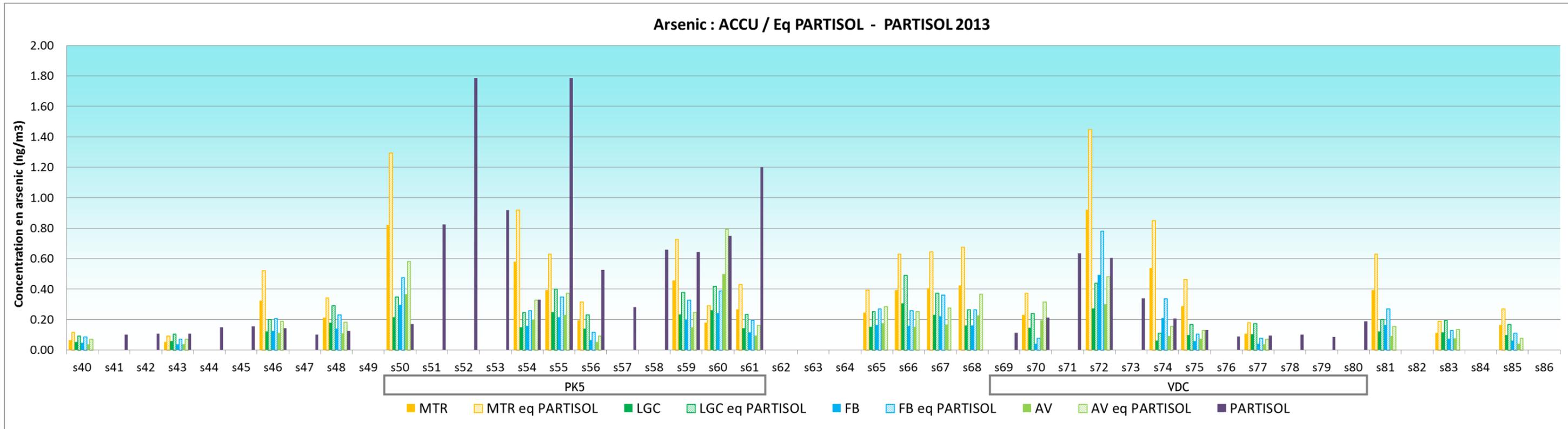
Graphique 4 : Concentrations en plomb par site de mesure et par série hebdomadaire 2012



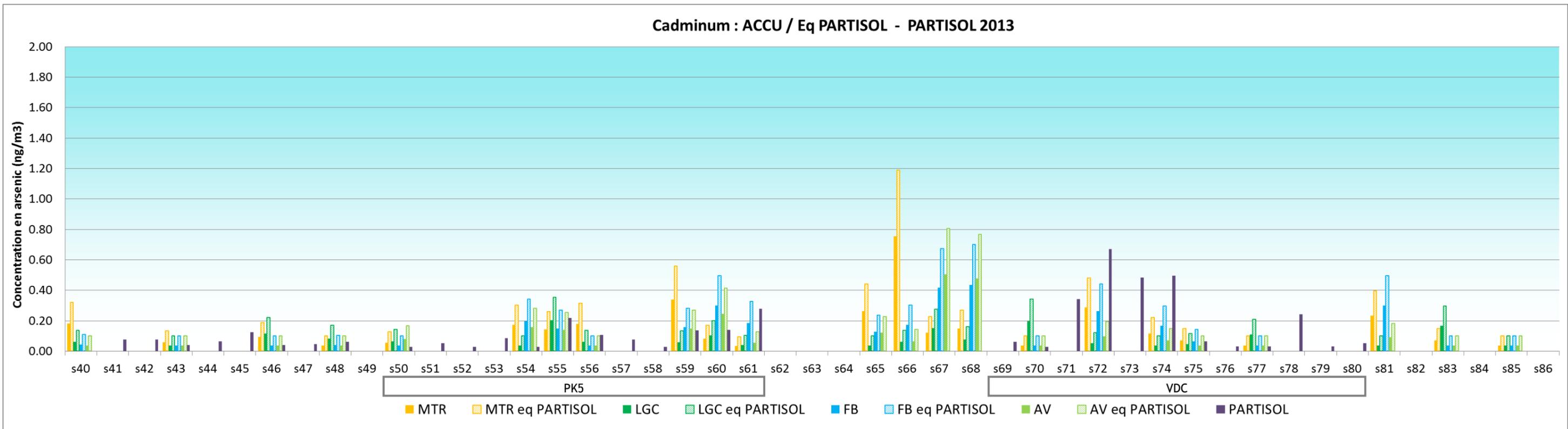
Graphique 5 : Concentrations en nickel par site de mesure et par série hebdomadaire 2012



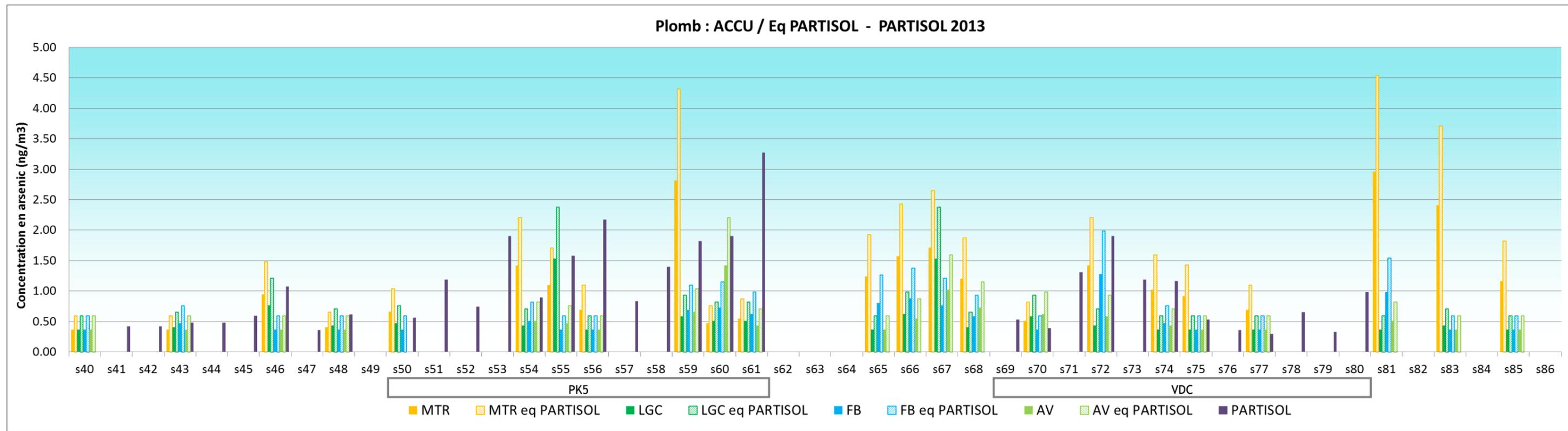
Graphique 6 : Concentrations en arsenic par site de mesure et par série hebdomadaire 2013



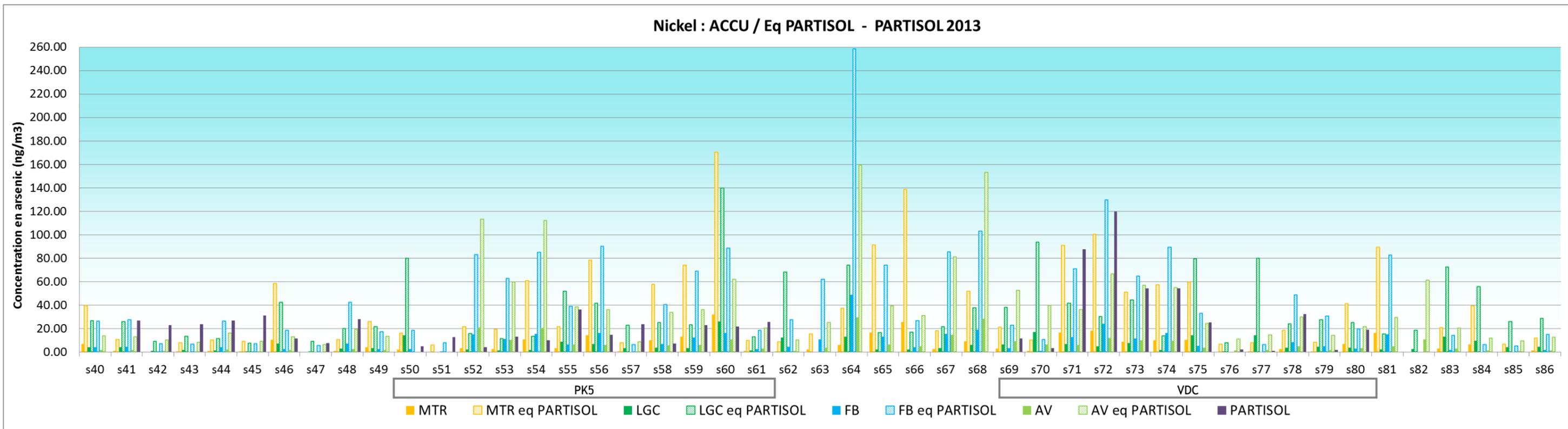
Graphique 7 : Concentrations en cadmium par site de mesure et par série hebdomadaire 2013



Graphique 8 : Concentrations en plomb par site de mesure et par série hebdomadaire 2013



Graphique 9 : Concentrations en nickel par site de mesure et par série hebdomadaire 2013



Sur l'ensemble des séries hebdomadaires, les niveaux **d'arsenic, de cadmium et de plomb** mesurés sur les stations fixes sont très faibles, à l'image de ceux mesurés entre 2009 et 2011. Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb les plus élevés ont été mesurés lors de la campagne PARTISOL du Faubourg Blanchot en 2012 et lors des campagnes PK5 (rue Iekawe) et VDO (Vallée des Colons) en 2013. On peut émettre l'hypothèse d'une influence conjointe de l'activité industrielle et du trafic routier, pouvant expliquer ces valeurs de pointe sur la ville.

**Pour le Nickel**, les niveaux hebdomadaires atteignent ponctuellement les valeurs très élevées.

A titre de comparaison des sites entre eux, on peut comptabiliser le nombre de valeurs hebdomadaires supérieures à 20 ng/m<sup>3</sup> pour chacun des sites<sup>30</sup> :

Si l'on considère les concentrations issues des préleveurs ACCU qui sous-estiment fortement les niveaux de métaux, cette valeur est dépassée 2 fois à Montravel et à Logicoop, 6 fois au Faubourg Blanchot et 7 fois à l'Anse Vata.

Si l'on considère les concentrations corrigées (dite Eq\_Partisol)<sup>31</sup>, la valeur de 20 ng/m<sup>3</sup> est dépassée 33 fois à Montravel, 43 fois à Logicoop, 42 fois au Faubourg Blanchot et 36 fois à l'Anse Vata. Les campagnes effectuées par préleveur PARTISOL enregistrent quant à elles 32 valeurs supérieures à 20 ng/m<sup>3</sup>.

Les niveaux hebdomadaires les plus forts, de 160 à 260 ng/m<sup>3</sup> ont été mesurés (en valeur Equivalent Partisol) sur les sites du Faubourg Blanchot, de Montravel et de l'Anse Vata.

On observe que les profils de concentrations en métaux (As, Cd, Pb, Ni) évoluent de la même manière en 2012 et 2013 : les valeurs de pointes en As, Cd, Pb et Ni sont mesurées sur les mêmes séries, ainsi que les valeurs les plus faibles. Ceci permet de dresser l'hypothèse d'une origine commune des métaux au niveau des émissions (source(s) identique(s) ou géographiquement proches les unes des autres sur l'agglomération de Nouméa).

---

<sup>30</sup> **NB** : il a été proposé de compter le nombre de dépassement de la valeur des 20 ng/m<sup>3</sup> à l'échelle de la semaine, ceci pour donner un moyen de comparaison des différents sites entre eux. La valeur de 20 ng/m<sup>3</sup> est, si l'on considère l'échelle annuelle, la valeur cible pour le nickel. Un dépassement de cette valeur à l'échelle hebdomadaire ne constitue donc pas un dépassement de la valeur cible, qui est calculé en moyenne sur l'année complète.

<sup>31</sup> Voir partie 3.1.2. *Méthode de prélèvement utilisée et méthode de référence*. P.16

#### 4.1.2.2. Analyse des métaux inscrits dans la réglementation ICPE-SLN

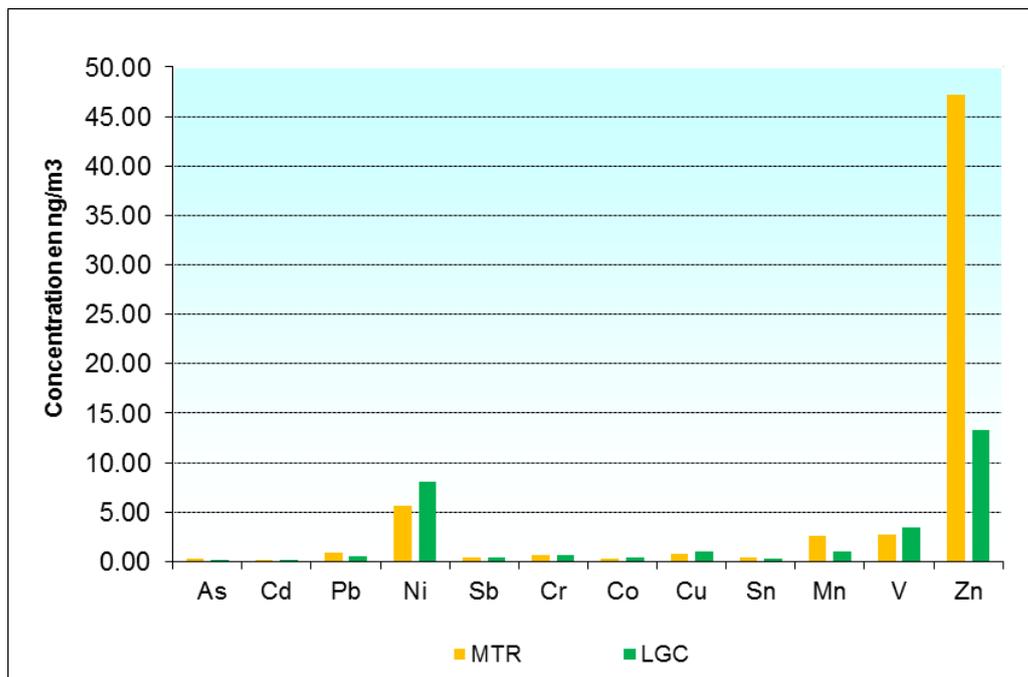
Dans le cadre de la réglementation ICPE de la SLN, des mesures des métaux antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, nickel, plomb, manganèse, vanadium, zinc (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn) ont été réalisées.

Ces mesures concernent uniquement les sites fixes de typologie industrielle : Logicoop et Montravel. Au total, 8 séries hebdomadaires par an ont été sélectionnées sur 2012 et 2013 sur chacun des sites de mesure.

**Tableau VII : Concentrations en métaux des 16 séries ayant fait l'objet de mesure des composés As+Cd+Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn (en ng/m<sup>3</sup>)**

Nom de la série	Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Site de mesure	As	Cd	Pb	Ni	Sb	Cr	Co	Cu	Sn	Mn	V	Zn
s1	08/02/2012	15/02/2012	MTR	0.1	0.0	0.4	0.5	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.3
			LGC	0.1	0.4	0.4	1.0	0.4	0.1	0.4	7.6	0.4	0.4	0.4	0.4
s6	21/03/2012	28/03/2012	MTR	0.1	0.2	0.4	7.4	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	1.3	4.4	8.9
			LGC	0.2	0.1	0.4	7.0	0.4	0.6	0.4	0.7	0.4	1.0	4.7	8.2
s7	28/03/2012	04/04/2012	MTR	0.1	0.1	0.4	7.9	0.4	0.8	0.4	1.3	0.4	1.0	5.5	19.9
			LGC	0.1	0.1	0.4	2.7	0.4	0.2	0.4	0.6	0.4	0.6	1.5	6.0
s9	11/04/2012	18/04/2012	MTR	0.1	0.0	0.7	0.4	0.4	0.3	0.4	1.3	0.4	0.4	0.4	2.2
			LGC	0.1	0.4	0.9	21.7	0.4	1.7	0.6	1.3	0.4	3.0	7.3	26.4
s21	01/08/2012	08/08/2012	MTR	0.7	0.1	1.6	6.4	0.3	0.8	0.2	0.9	0.3	1.0	2.3	5.1
			LGC	0.2	0.0	0.3	4.9	0.1	2.0	0.1	0.5	0.2	0.5	0.8	3.5
s25	29/08/2012	05/09/2012	MTR	0.3	0.1	1.2	0.6	1.1	0.9	0.0	0.6	0.3	0.4	0.4	3.7
			LGC	0.2	0.1	0.7	9.3	0.2	0.7	0.3	0.4	0.2	1.0	3.5	8.1
s30	24/10/2012	31/10/2012	MTR	0.1	0.1	0.4	5.9	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	1.8	1.5	12.9
			LGC	0.1	0.1	0.8	9.0	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.8	4.0	7.4
s32	07/11/2012	14/11/2012	MTR	0.1	0.0	0.4	0.3	0.4	0.0	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	3.1
			LGC	0.1	0.1	0.4	4.4	0.4	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	1.1	5.3
s46	13/03/2013	20/03/2013	MTR	0.3	0.1	0.9	10.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	1.1	5.8	10.3
			LGC	0.1	0.1	0.8	7.3	0.4	0.6	0.4	0.8	0.4	1.2	2.8	8.1
s48	27/03/2013	03/04/2013	MTR	0.2	0.0	0.4	1.2	0.5	0.0	0.4	0.2	0.4	0.4	1.8	3.8
			LGC	0.2	0.1	0.4	3.0	0.7	0.4	0.4	1.3	0.4	0.6	1.8	5.9
s50	17/04/2013	24/04/2013	MTR	0.8	0.1	0.7	2.2	0.4	0.2	0.4	0.8	0.4	0.6	3.2	5.6
			LGC	0.2	0.1	0.5	14.5	0.4	0.5	0.4	0.2	0.4	0.9	3.0	9.6
s55	22/05/2013	29/05/2013	MTR	0.4	0.1	1.1	3.3	0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	1.3	2.6	12.2
			LGC	0.2	0.2	1.5	9.0	0.9	0.5	0.4	0.2	0.4	1.8	5.1	12.9
s66	07/08/2013	14/08/2013	MTR	0.4	0.8	1.6	25.8	1.1	3.0	0.7	1.3	0.4	4.4	10.9	45.4
			LGC	0.3	0.1	0.6	2.3	0.4	0.4	0.4	0.1	0.4	0.8	1.4	7.8
s70	04/09/2013	11/09/2013	MTR	0.2	0.0	0.5	1.1	0.4	0.7	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	4.1
			LGC	0.1	0.2	0.6	17.1	0.4	1.0	0.5	0.4	0.4	1.8	7.3	19.5
s77	23/10/2013	30/10/2013	MTR	0.1	0.0	0.7	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.9	0.4	4.1
			LGC	0.1	0.1	0.4	14.5	0.4	0.6	0.4	0.3	0.4	1.5	8.8	11.1
s81	20/11/2013	27/11/2013	MTR	0.4	0.2	3.0	16.3	0.4	1.5	0.4	2.0	0.4	25.9	4.0	612.5
			LGC	0.1	0.0	0.4	2.0	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4	1.2	4.9

**Graphique 10 : Concentrations moyennes 2012-2013 en As, Cd, Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Ni, Pb, V et Zn à Logicoop et Montravel**



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

Les niveaux de nickel sont comparables à ceux mesurés sur l'ensemble des séries 2012 et 2013.

Les niveaux moyen de zinc, un métal connu comme très présent dans l'environnement, peuvent être qualifiés de significatifs sur 2012-2013, avec une disparité importante entre les sites de Montravel et Logicoop. La moyenne à 47.2 ng/m<sup>3</sup> observée sur Montravel s'explique par la présence d'une valeur de pointe à 612,5 ng/m<sup>3</sup> lors de la série 81 (tableau VII) et explique ainsi l'écart observé par rapport à Logicoop.

Les niveaux de manganèse et de vanadium, de l'ordre de 1 à 4 ng/m<sup>3</sup> en moyenne sur 2012-2013 semblent non négligeables. En l'absence de valeurs de référence pour ces métaux, il n'y a pas de critère objectif permettant de qualifier les niveaux de ces métaux.

Les niveaux moyen des métaux antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain sont très faibles, inférieurs ou égaux à 1ng/m<sup>3</sup> sur 2012-2013.

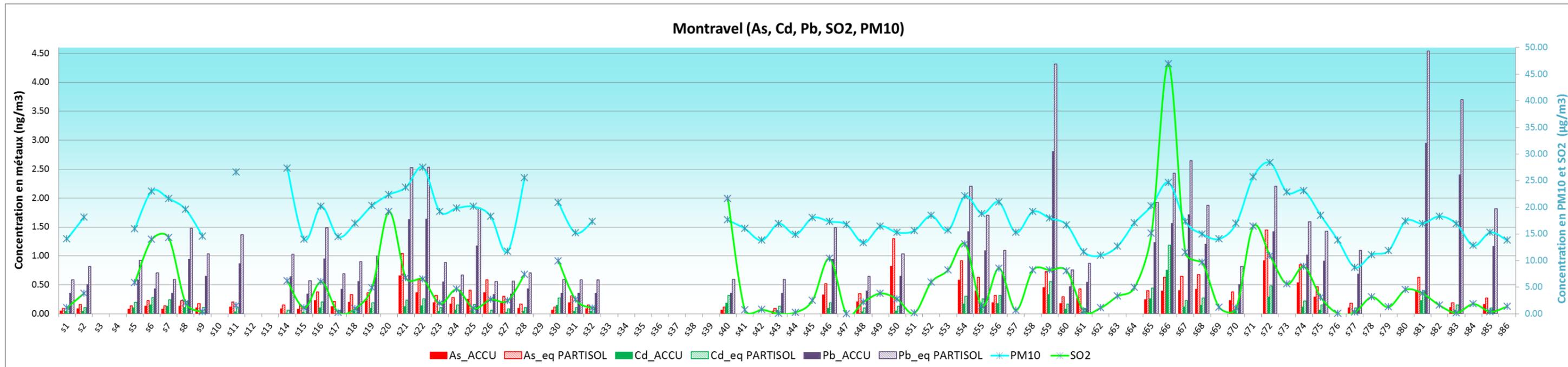
***Du fait de l'absence de valeurs de référence pour les métaux Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, V, Zn, il est difficile de caractériser les niveaux observés.***

#### **4.1.2.3. Analyse par site de mesure**

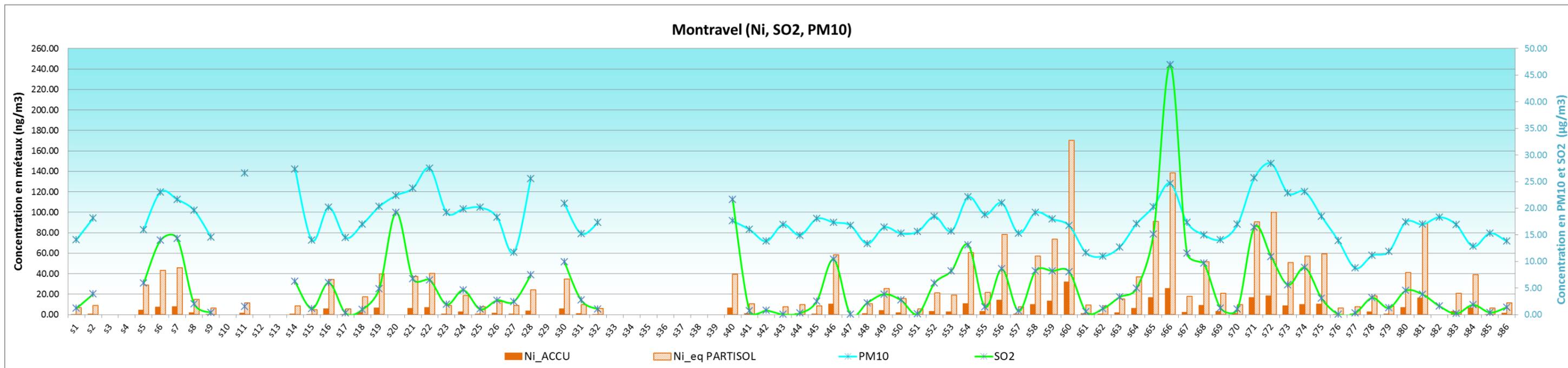
Les graphiques 11 à 20 suivants montrent l'évolution des niveaux hebdomadaires des 4 métaux surveillés sur chaque site de mesure (en  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

La **courbe bleue** correspond aux niveaux hebdomadaires moyens de particules fines en suspension dans l'air (PM10) et la **courbe verte** aux niveaux hebdomadaires de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) mesurés sur chaque semaine de prélèvement (moyennes hebdomadaires en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

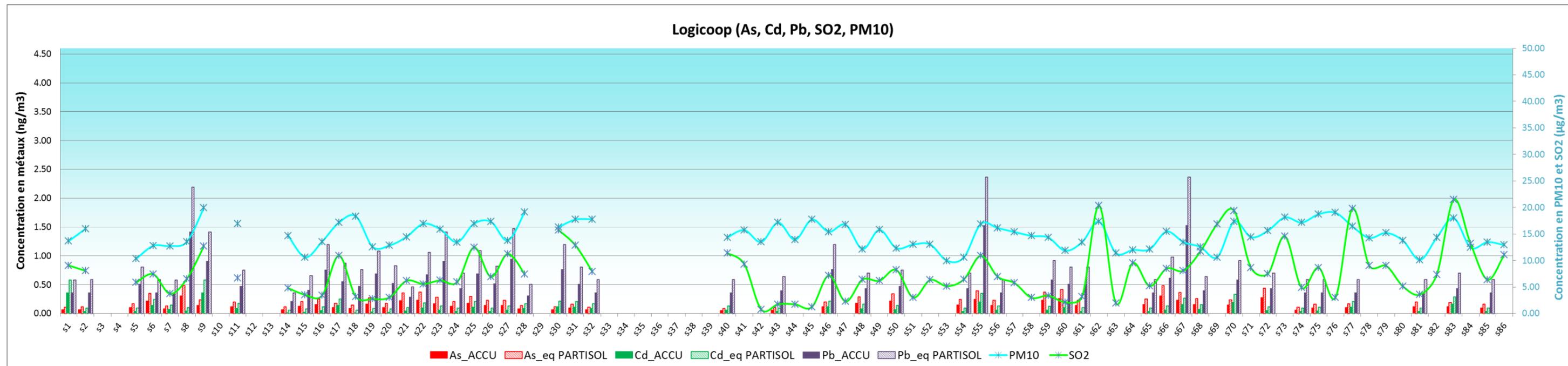
Graphique 11 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Montravel (2012-2013)



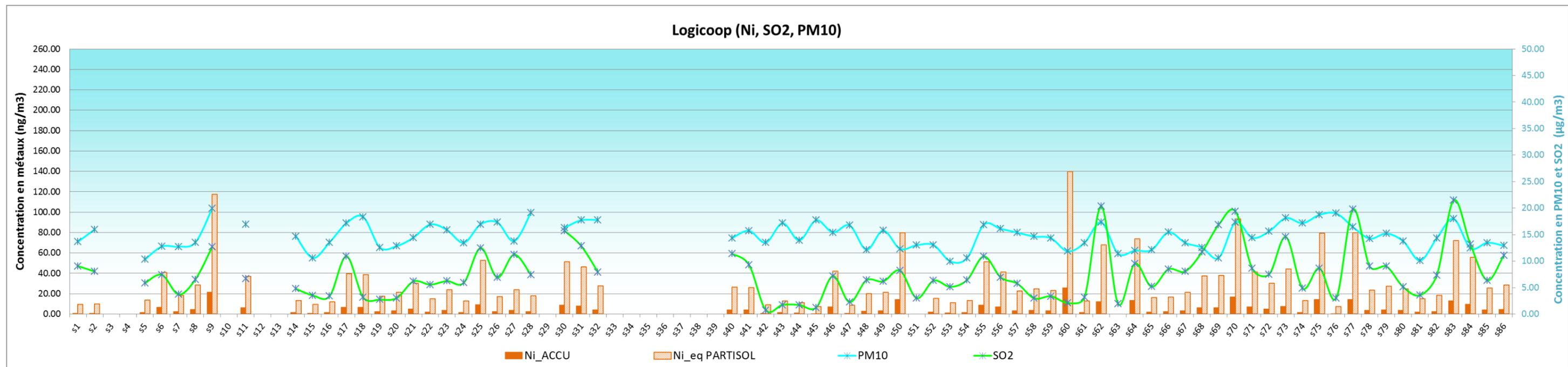
Graphique 12 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Montravel (2012-2013)



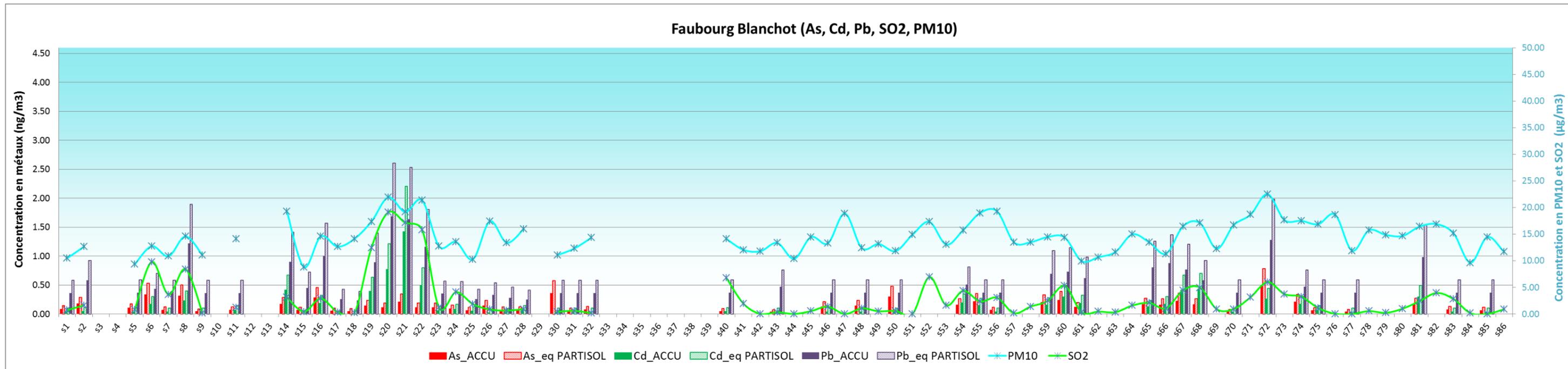
Graphique 13 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Logicoop (2012-2013)



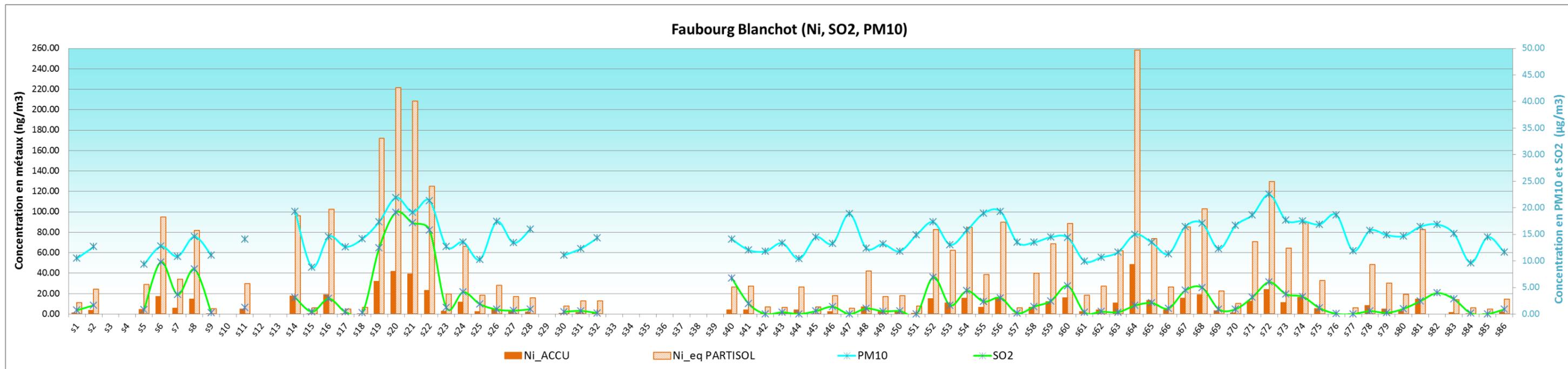
Graphique 14 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Logicoop (2012-2013)



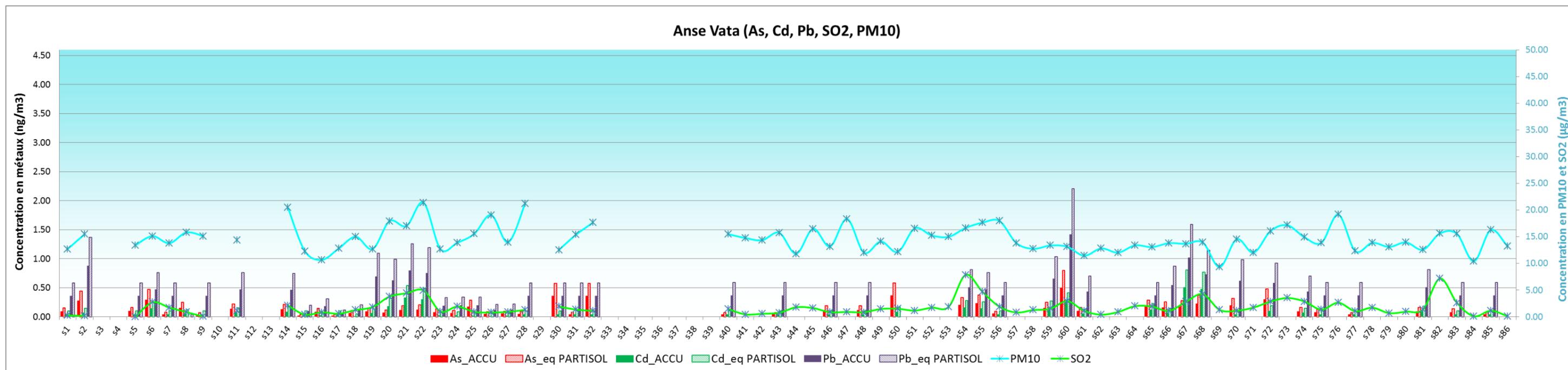
Graphique 15 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO2 par série hebdomadaire – Faubourg Blanchot (2012-2013)



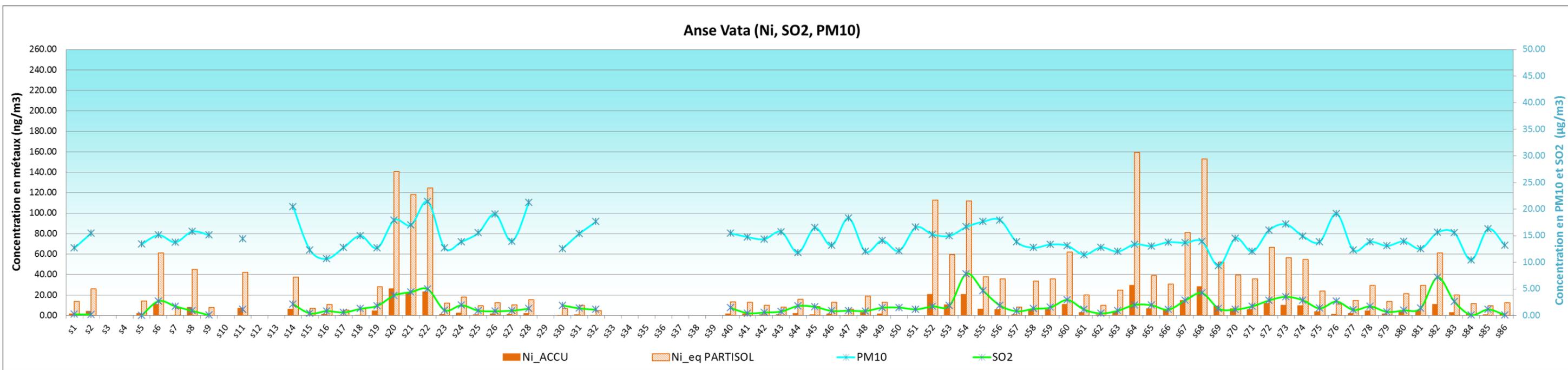
Graphique 16 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO2 par série hebdomadaire – Faubourg Blanchot (2012-2013)



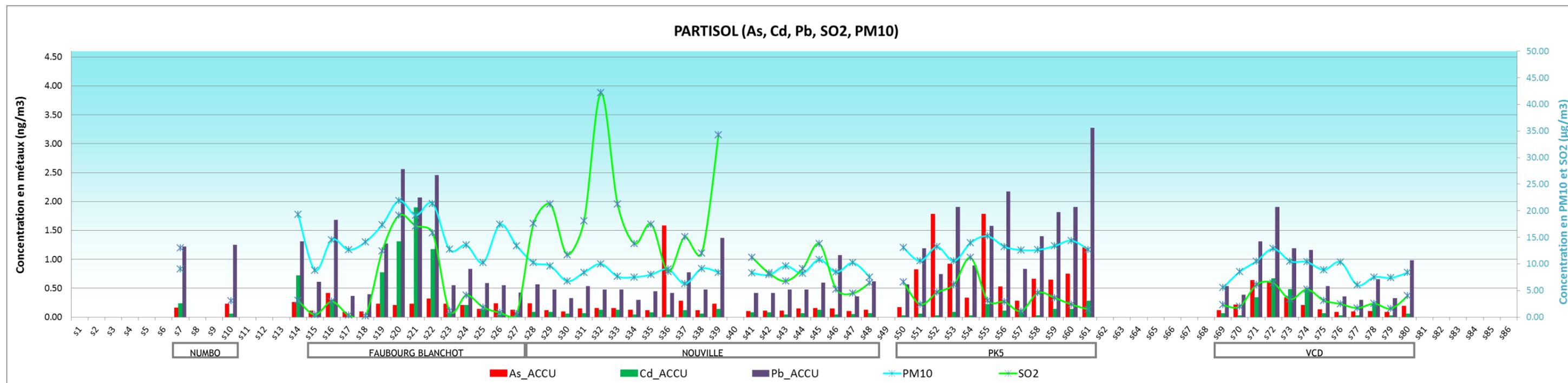
Graphique 17 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Anse Vata (2012-2013)



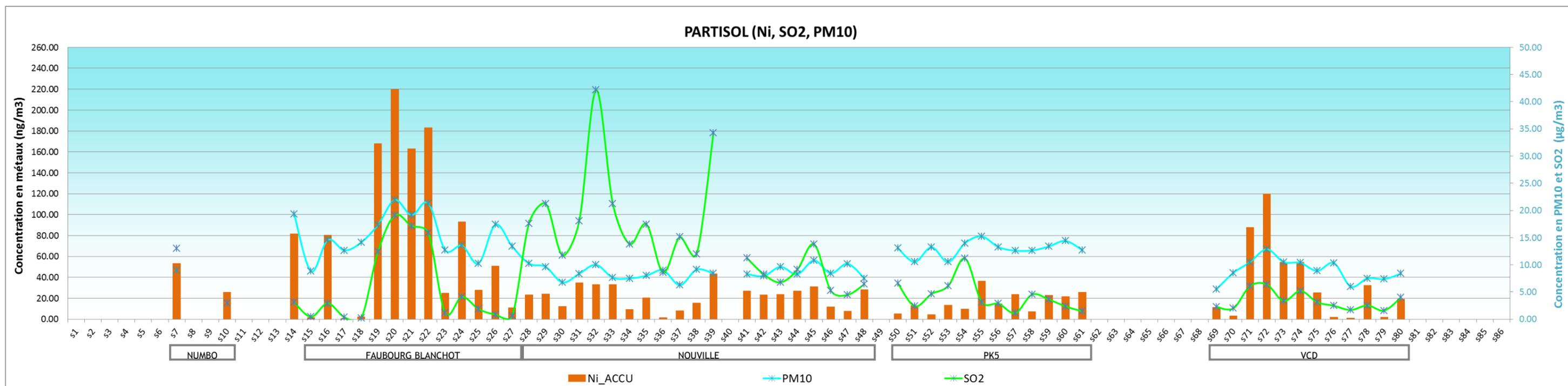
Graphique 18 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Anse Vata (2012-2013)



Graphique 19 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Campagne Partisol sur site laboratoire mobile (2012-2013)



Graphique 20 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO<sub>2</sub> par série hebdomadaire – Campagne Partisol sur site laboratoire mobile (2012-2013)



Sur l'ensemble des points de mesure, on observe une corrélation positive entre les niveaux d'arsenic, de cadmium, de plomb et de nickel et les niveaux de particules PM10<sup>32</sup>. Cette corrélation positive est assez marquée pour le nickel.

Sachant qu'à Nouméa, le dioxyde de soufre est très majoritairement émis au niveau de la centrale thermique de Doniambo<sup>33</sup>, la présence simultanée de pics de concentrations en particules PM10 (*courbe bleue*) et de dioxyde de soufre (*courbe verte*) atteste de l'origine industrielle des particules (zone industrielle de Doniambo). Ceci témoigne vraisemblablement de l'origine également industrielle (particules issues d'une ou plusieurs sources démissions proches géographiquement) des concentrations en métaux particuliers (As, Cd, Pb, Ni), notamment des concentrations de pointes mesurées lors de ces pics simultanés de SO<sub>2</sub> et PM10.

Au regard des sources d'émission de poussières PM10 connues<sup>34</sup>, il apparaît qu'aux niveaux de fond d'origine naturelle, s'ajoute des niveaux de poussières liées à l'activité humaines.

La présence de particules de nickel, dans des concentrations plus ou moins importantes, s'expliquent vraisemblablement par les émissions d'origine industrielle liée à l'usine de valorisation du nickel de Doniambo (SLN). Du fait des procédés industriels, ces émissions ne sont pas constantes et peuvent varier d'une journée à l'autre ou au cours de la même journée, ce qui peut expliquer une partie des variations et fluctuations des concentrations en nickel dans l'air.

Inversement, sur l'ensemble des sites fixes et des sites de mesure campagne (Partisol), à l'exception du site de Nouville, les niveaux de métaux les plus faibles sont généralement mesurés sur les séries pour lesquelles les niveaux de dioxyde de soufre sont également les plus faibles, signe d'une origine non industrielle (hors Doniambo) des particules PM10 mesurées, peu chargées en métaux. Sur ces séries-là, le bruit de fond de concentrations en métaux peut s'expliquer par les émissions liées au trafic routier ou par l'activité d'industries de petites tailles. On observe notamment des niveaux de pointe (qui restent faibles) en arsenic et en plomb sur le site trafic du PK5, signe d'une influence probable des émissions routières.

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

---

<sup>32</sup> Les niveaux de métaux et de particules PM10 évoluent de la même manière.

<sup>33</sup> L'arrêté n° 2007-337/GNC du 18 janvier 2007 *relatif aux caractéristiques du gazole importé pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie* a permis de réduire les teneurs en soufre du gazole de 350 à 50 mg/kg depuis le 1<sup>er</sup> novembre 2007, et une réduction conséquente des émissions de dioxyde de soufre gazeux issu du trafic routier. En métropole, la teneur maximale autorisée est à 10 mg/kg.

<sup>34</sup> Voir partie 3.2. *Les sites de prélèvement et les sources d'émissions de métaux lourds* p.21

#### 4.1.2.4. Analyse et interprétation des séries hebdomadaires pour le nickel

##### 4.1.2.4.1. Exploitation statistique des paramètres environnementaux

Un travail d'exploitation statistique approfondie des données a été réalisé pour le nickel, dont les concentrations peuvent être très faibles à très importantes selon les séries hebdomadaires et les sites de prélèvement. Les niveaux en As, Cd, et Pb étant très faibles et largement dessous les seuils sanitaires de référence à l'échelle des années 2012-2013 et pour l'ensemble des séries si l'on considère les valeurs de pointes, il n'a pas été jugé pertinent de réaliser ce travail sur l'ensemble des métaux. Le tableau IX suivant permet de visualiser simultanément :

- les roses des vents correspondant aux périodes de prélèvement de poussières fines + directions des vents dominants
- Les précipitations enregistrées lors des périodes de prélèvement de chacun des séries (en mm)
- les concentrations en nickel mesurées sur chacun des points de mesure de chacune des 86 séries hebdomadaires 2012-2013 (ACCU, Equivalent PARTISOL et PARTISOL)
- Les concentrations en PM10 mesurées sur le réseau fixe,
- Les proportions de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure. Pour chacun des sites, les fenêtres de vent favorable correspond à un intervalle de + ou - 30 degrés de part et d'autre de la direction entre le site et le centre de la zone de Doniambo. Cet intervalle assez large permet de considérer les poussières pouvant être émises sur la totalité de la surface de Doniambo. Le tableau VIII présente ces secteurs de vent favorables par site de mesure :

**Tableau VIII : directions « site de mesure / Doniambo » et secteurs des vents favorables à la dispersion des particules depuis Doniambo vers les sites de mesure**

Sites	Directions Site / Doniambo (en degré)	Secteurs de dispersion : + ou - 30 degrés
LGC	165	135 - 195
MTR	255	225 - 285
FB	335	305 - 5
AV	0 ou 360	330 - 30
NOUVILLE	80	50 - 110
IEKAWE	250	220 - 280
VDC	320	290 - 350

Dans le tableau, la proportion de directions de vents favorables est couplée à un indicateur coloré :

- >20 % : vert = vent favorable à la dispersion des émissions de poussières issues de Doniambo vers le site de mesure
- De 10 à 20 % : orange = vent assez favorable à la dispersion des émissions de poussières issues de Doniambo vers le site de mesure

Directions Vents en % (+- 30°)		
> 20		22
10 à 20		15
5 à 10		6
< 5		3

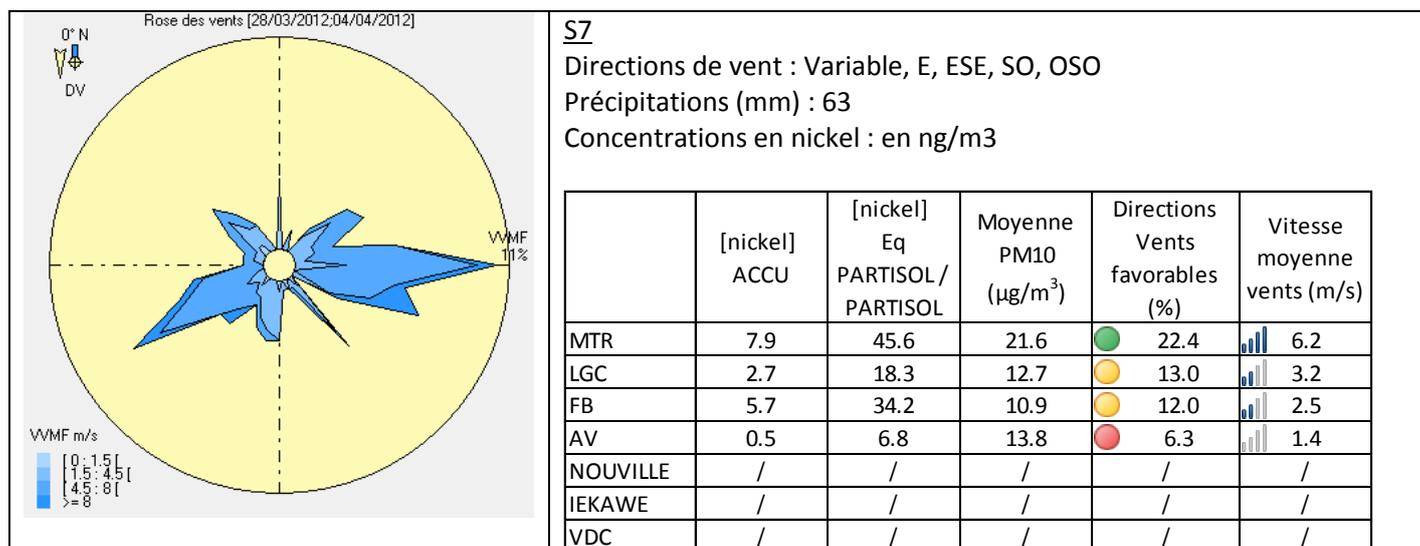
- De 5 à 10 % : rouge= vent peu favorable à la dispersion des émissions de poussières issues de Doniambo vers le site de mesure
- < 5% : noir = vent très peu favorable à la dispersion des émissions de poussières issues de Doniambo vers le site de mesure

- Enfin, la vitesse moyenne des vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure. Dans le tableau, la vitesse est couplée à un indicateur en gradient :

- 0 à 1.5 m/s : pas de barre (vent nul à très faible)
- 1.5 à 2.5 m/s : 1 barre (vent très faible)
- 2.5 à 3.5 m/s : 2 barres (vent faible à moyen)
- 3.5 à 4.5 m/s : 3 barres (vent moyen à fort)
- > 4.5 m/s : 4 barres (vent fort à très fort)

Vitesse moyenne des vents (m/s)	
0 à 1.5	
1.5 à 2.5	
2.5 à 3.5	
3.5 à 4.5	
> 4.5	

### Exemple de la série 7 :

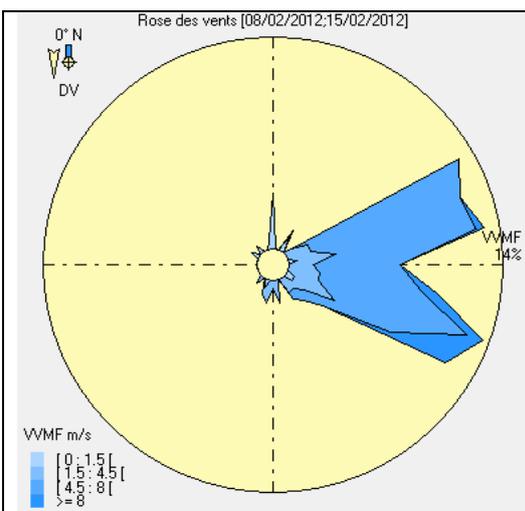


Montravel affiche, selon les critères définis plus haut, 22.4 % de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure de Montravel. La vitesse moyenne de ces 22.4% de vents est de 6.2 m/s.

Logicoop, le Faubourg Blanchot et l'Anse Vata affichent respectivement 13.0, 12.0 et 6.3 % de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers ces sites de mesure.

Les vitesses moyennes de ces 13.0, 12.0 et 6.3 % de vents sont respectivement de 3.2, 2.5 et 1.4 m/s.

**Tableau IX : récapitulatif des données : météorologique, d'émissions, de concentrations en nickel et statistiques de vent sur les 86 séries hebdomadaires (2012-2013)**



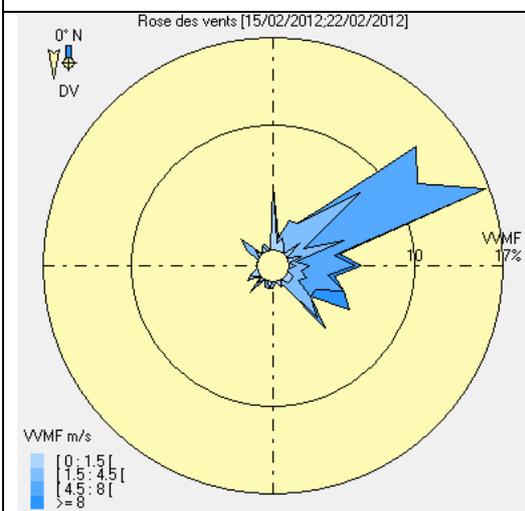
**S1**

Directions de vent : NE, ENE, ESE, N

Précipitations (mm) : 1

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.5	6.9	14.0	0.0	/
LGC	1.0	9.5	13.6	7.3	3.4
FB	1.3	11.4	10.5	4.7	0.3
AV	1.8	13.6	12.7	5.7	0.5
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



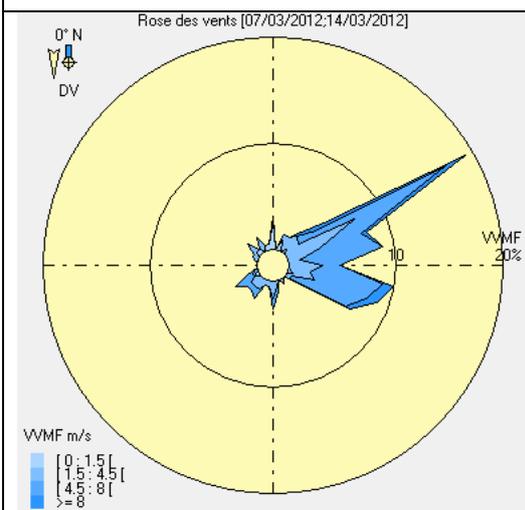
**S2**

Directions de vent : N, NE, ENE, ESE, SE

Précipitations (mm) : 10

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.9	9.2	18.1	1.6	2.0
LGC	1.0	9.7	16.0	7.3	3.0
FB	3.9	24.5	12.7	8.3	0.7
AV	4.1	25.8	15.5	12.5	1.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



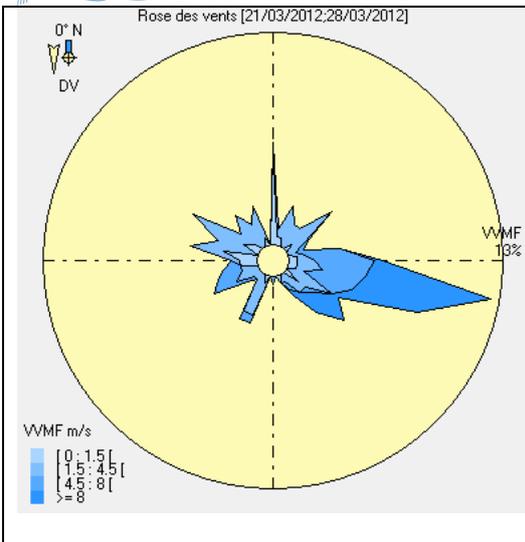
**S5**

Directions de vent : ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 58

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	4.7	29.1	16.0	5.7	4.2
LGC	1.8	13.6	10.3	4.7	4.0
FB	4.7	29.1	9.3	7.8	1.1
AV	1.9	14.3	13.4	8.9	1.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



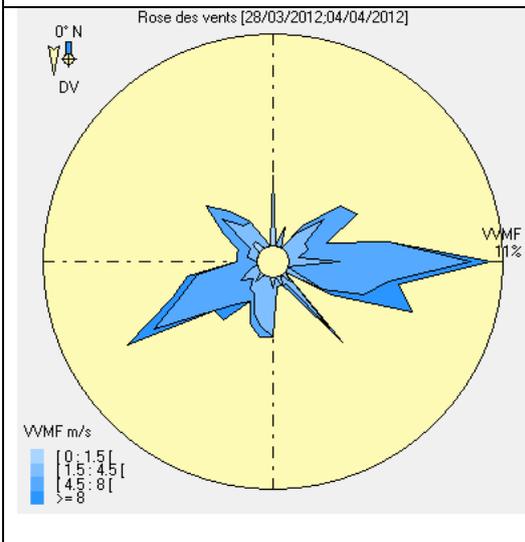
**S6**

Directions de vent : Variable, ESE, SE

Précipitations (mm) : 85

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	7.4	43.1	23.0	17.2	3.3
LGC	7.0	40.7	12.7	5.7	5.5
FB	17.4	95.0	12.7	14.6	1.5
AV	10.9	61.0	15.1	14.1	1.2
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



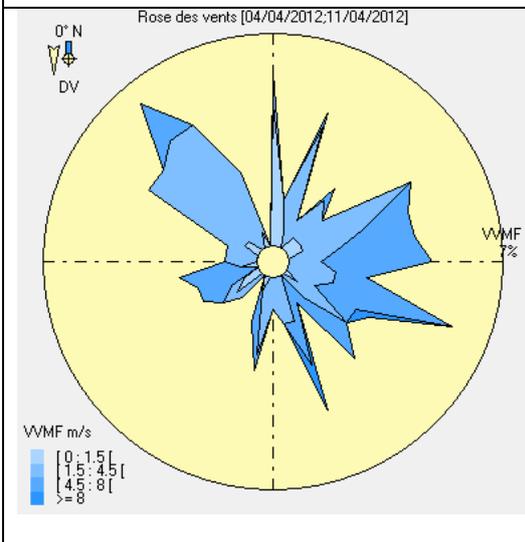
**S7**

Directions de vent : Variable, E, ESE, SO, OSO

Précipitations (mm) : 63

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	7.9	45.6	21.6	22.4	6.2
LGC	2.7	18.3	12.7	13.0	3.2
FB	5.7	34.2	10.9	12.0	2.5
AV	0.5	6.8	13.8	6.3	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



**S8**

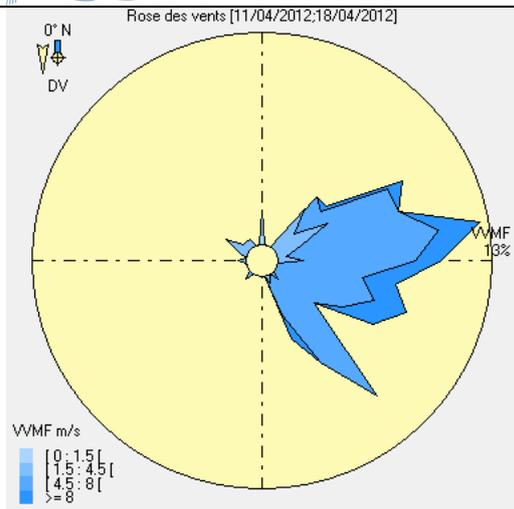
Directions de vent : Variable, NO, ENE, ESE, OSO

Précipitations (mm) : 33

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.0	14.9	19.6	11.5	3.8
LGC	4.7	28.6	13.5	15.1	4.6
FB	14.9	81.9	14.6	23.4	2.4
AV	7.8	45.2	15.8	19.8	1.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [11/04/2012:18/04/2012]


**S9**

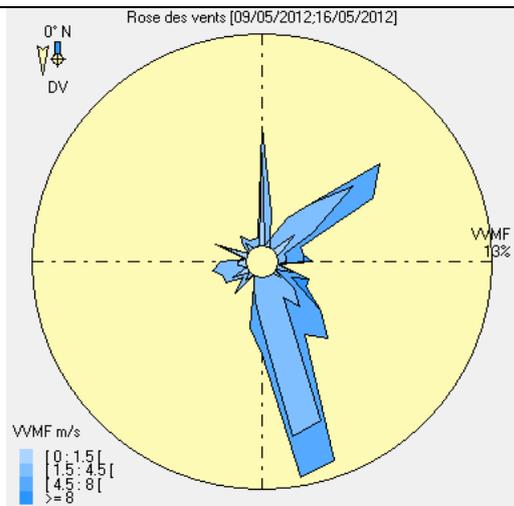
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE, SSE

Précipitations (mm) : 48

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.4	6.3	14.6	1.0	2.0
LGC	21.7	117.2	19.9	20.3	6.0
FB	0.2	5.4	11.0	3.6	1.0
AV	0.7	7.8	15.1	2.1	0.0
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [09/05/2012:16/05/2012]


**S11**

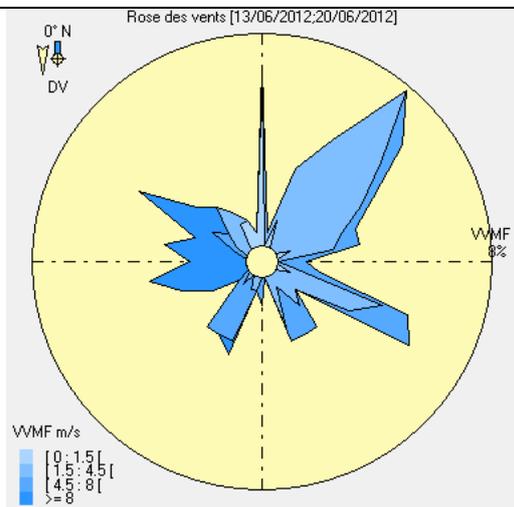
Directions de vent : N, NE, SE, SSE

Précipitations (mm) : 15

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.4	11.6	26.6	9.4	1.8
LGC	6.3	37.0	16.9	41.7	4.0
FB	4.9	29.8	14.1	10.4	1.0
AV	7.2	42.0	14.4	13.0	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [13/06/2012:20/06/2012]

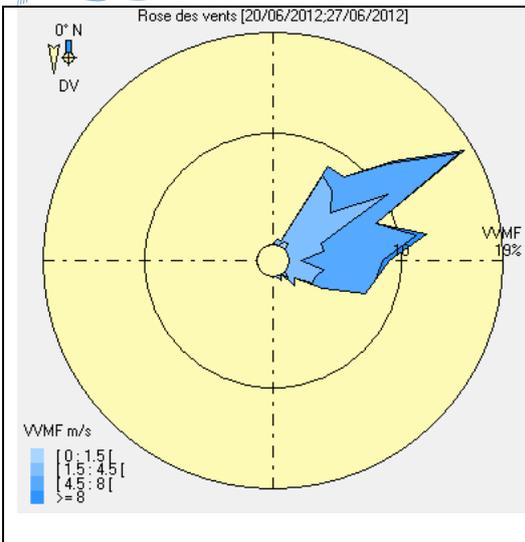

**S14**

Directions de vent : Variable, NE, N, ONO, ESE

Précipitations (mm) : 23

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.8	8.7	27.4	15.6	10.3
LGC	1.7	13.1	14.7	9.4	4.5
FB	17.6	96.2	19.3	14.6	1.8
AV	6.3	37.3	20.5	18.2	1.2
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



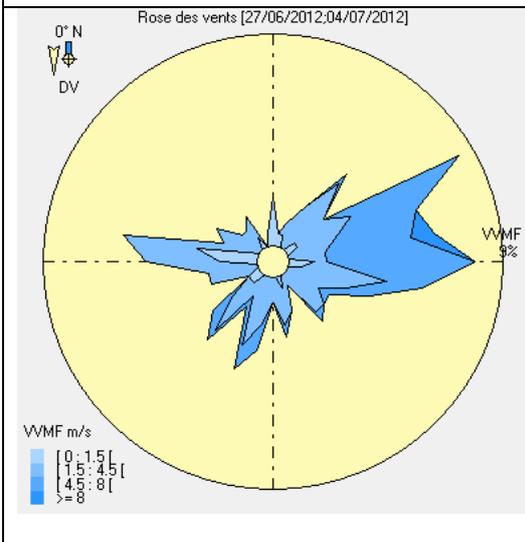
### S15

Directions de vent : NNE, NE, ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 2

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.1	4.9	14.0	0.0	/
LGC	0.9	9.3	10.6	2.1	3.3
FB	0.3	6.2	8.8	0.0	/
AV	0.5	7.0	12.3	9.4	3.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



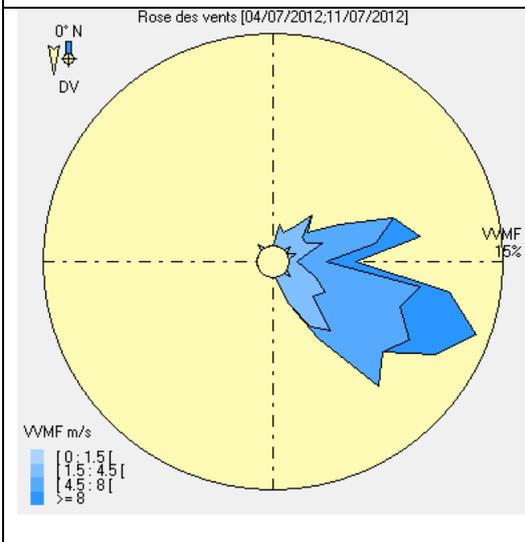
### S16

Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, O, ONO, SO, SSO

Précipitations (mm) : 5

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	5.8	34.5	20.2	19.3	2.1
LGC	1.5	12.2	13.5	11.5	3.0
FB	18.9	102.6	14.6	6.3	1.3
AV	1.2	10.7	10.7	7.8	1.2
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



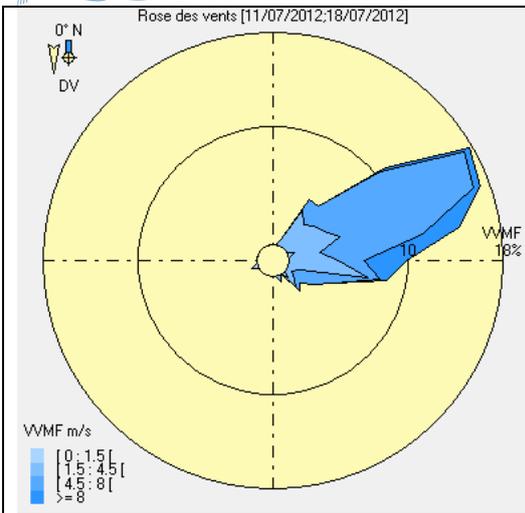
### S17

Directions de vent : ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 5

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.2	5.4	14.5	0.0	/
LGC	6.7	39.4	17.1	17.7	4.3
FB	0.1	4.9	12.7	0.5	0.9
AV	0.2	5.3	12.8	4.2	2.0
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



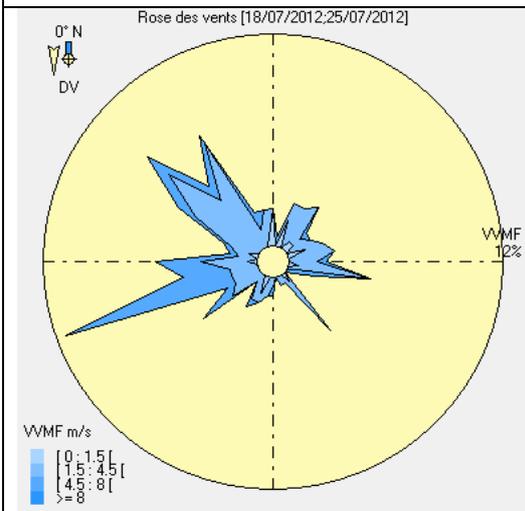
**S18**

Directions de vent : NE, ENE, E

Précipitations (mm) : 0

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.5	17.3	17.0	0.5	1.0
LGC	6.6	38.6	18.3	2.6	3.1
FB	0.4	6.7	14.1	0.0	/
AV	0.4	6.5	15.0	5.2	3.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



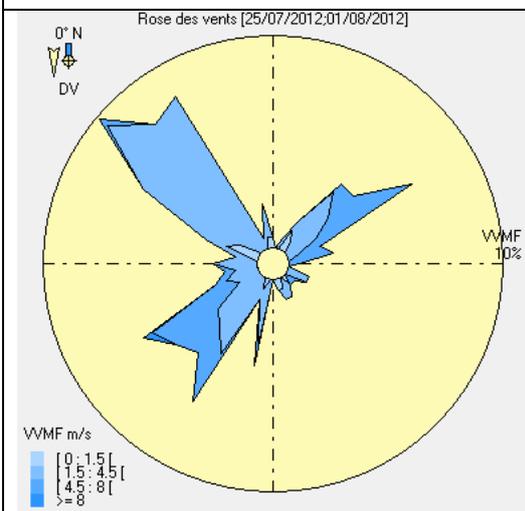
**S19**

Directions de vent : Variable, OSO, O, ONO, NO, NNO

Précipitations (mm) : 34

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	6.8	39.8	20.3	31.3	4.6
LGC	2.5	17.5	12.6	7.3	3.0
FB	32.2	172.2	17.4	26.6	3.3
AV	4.6	28.2	12.7	19.3	2.6
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



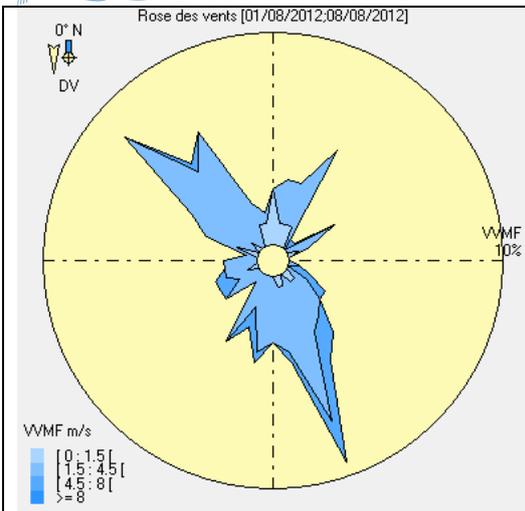
**S20**

Directions de vent : Variable, NNO, NO, ONO, OSO, SO, SSO, NE, ENE

Précipitations (mm) : 43

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	22.4	20.8	4.3
LGC	3.2	21.2	12.8	7.3	2.8
FB	41.7	221.7	21.9	29.2	3.0
AV	26.2	140.6	17.9	12.5	2.6
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



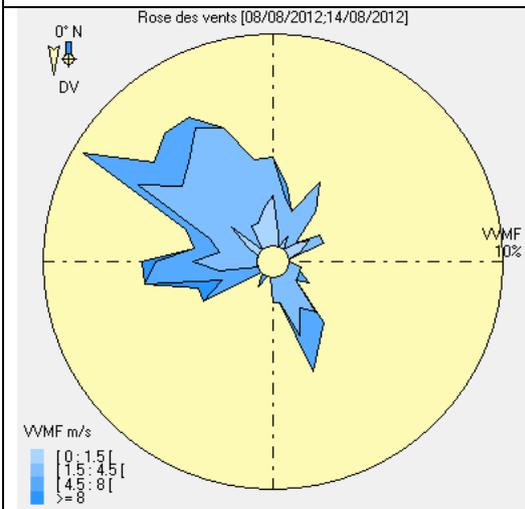
**S21**

Directions de vent : Variable, SE, SSE, NNE, NO, ONO

Précipitations (mm) : 40

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	6.4	37.5	23.8	12.5	3.2
LGC	4.9	30.2	14.4	29.2	3.5
FB	39.2	208.4	19.2	26.0	2.5
AV	21.9	118.4	17.0	24.0	2.1
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



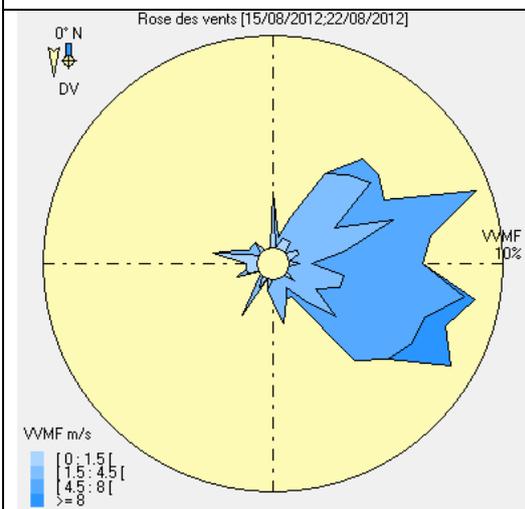
**S22**

Directions de vent : Variable, NNO, NO, ONO, O, OSO, SO, SSE

Précipitations (mm) : 17

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	6.9	40.4	27.5	20.3	5.0
LGC	2.1	15.1	16.9	12.0	3.7
FB	23.2	125.1	21.3	30.7	2.7
AV	23.1	124.4	21.4	25.0	2.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



**S23**

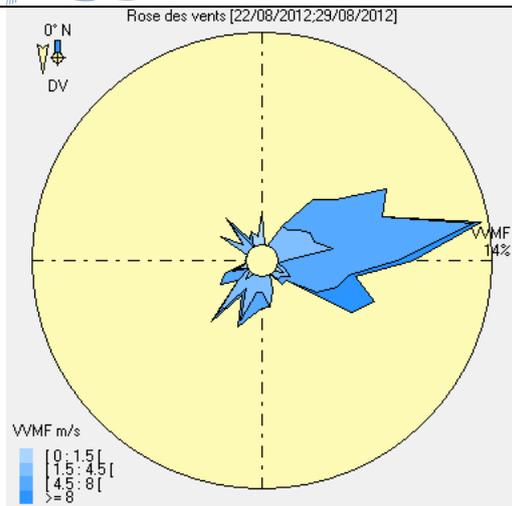
Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 0

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.9	8.9	19.2	5.2	1.2
LGC	3.8	24.0	15.9	10.9	3.9
FB	2.9	19.5	12.7	3.6	0.5
AV	1.4	11.9	12.7	8.9	1.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [22/08/2012:29/08/2012]


**S24**

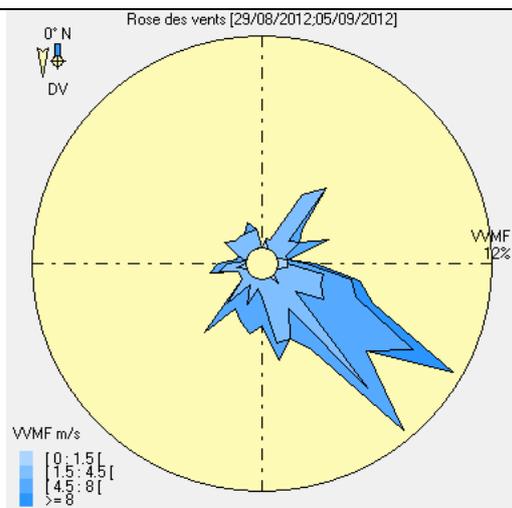
Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 0

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.7	18.7	19.9	4.7	4.1
LGC	1.6	12.9	13.5	8.9	4.1
FB	11.9	66.2	13.5	7.3	2.2
AV	2.6	18.1	13.9	5.7	1.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [29/08/2012:05/09/2012]


**S25**

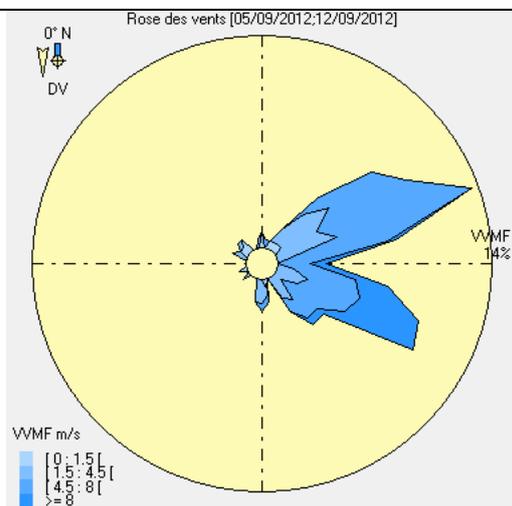
Directions de vent : Variable, NE, ESE, SE, ESE, SSO, SO

Précipitations (mm) : 2

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.6	7.8	20.1	6.3	3.0
LGC	9.3	52.6	16.9	30.2	4.0
FB	2.7	18.5	10.3	5.7	3.0
AV	1.0	9.5	15.5	8.3	2.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [05/09/2012:12/09/2012]

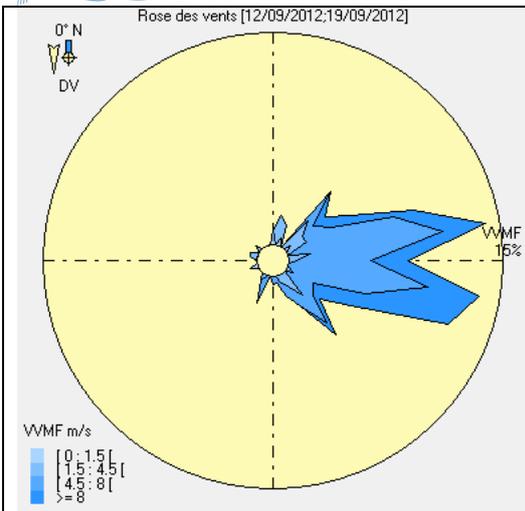

**S26**

Directions de vent : NE, ENE, ESE, SE

Précipitations (mm) : 7

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.6	12.7	18.3	2.1	1.6
LGC	2.5	17.3	17.3	12.0	4.4
FB	4.6	28.2	17.4	3.6	1.0
AV	1.5	12.5	19.1	4.2	1.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



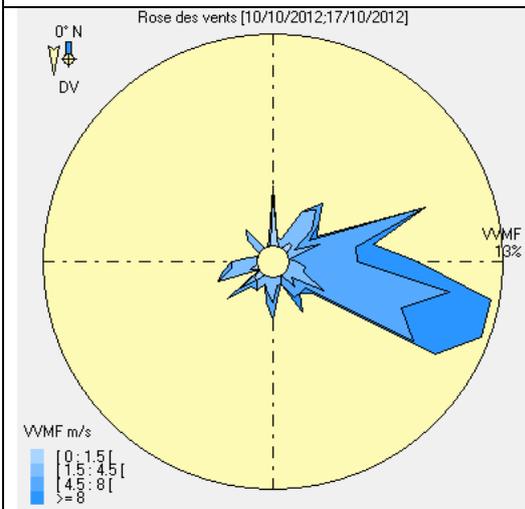
### S27

Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 67

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.9	8.9	11.7	● 1.6	1.5
LGC	3.7	23.8	13.8	● 10.9	5.5
FB	2.4	17.1	13.4	● 1.6	1.1
AV	1.1	10.3	14.0	● 4.7	1.6
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



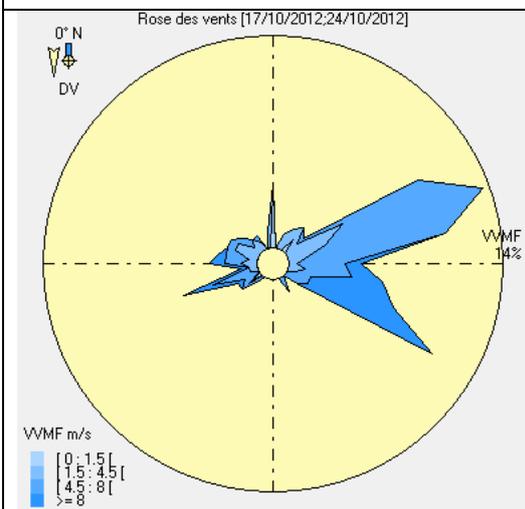
### S28

Directions de vent : Variable, NNE, NE, ENE, ESE, SE

Précipitations (mm) : 45

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	3.8	24.3	25.5	● 9.4	3.0
LGC	2.6	18.0	19.2	● 9.9	5.3
FB	2.2	15.8	16.0	● 6.8	1.3
AV	2.2	15.6	21.2	● 7.8	1.2
NOUVILLE	/	23.3	10.3	● 51.6	6.4
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



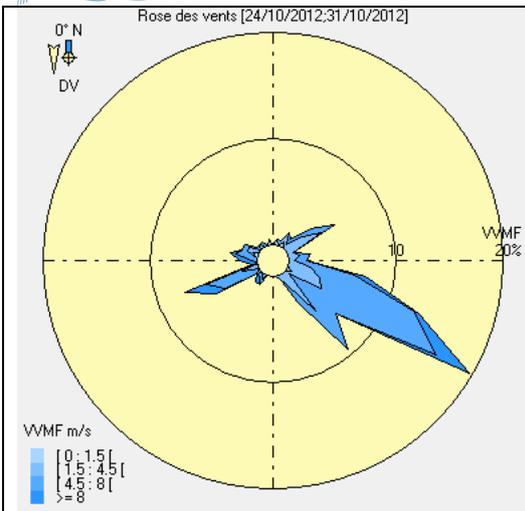
### S29

Directions de vent : Variable, NE, ENE, ESE, SE, OSO, N

Précipitations (mm) : 2

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	● 17.2	6.0
LGC	/	/	/	● 1.0	6.4
FB	/	/	/	● 8.9	2.2
AV	/	/	/	● 8.9	1.6
NOUVILLE	/	23.9	9.6	● 53.6	5.8
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



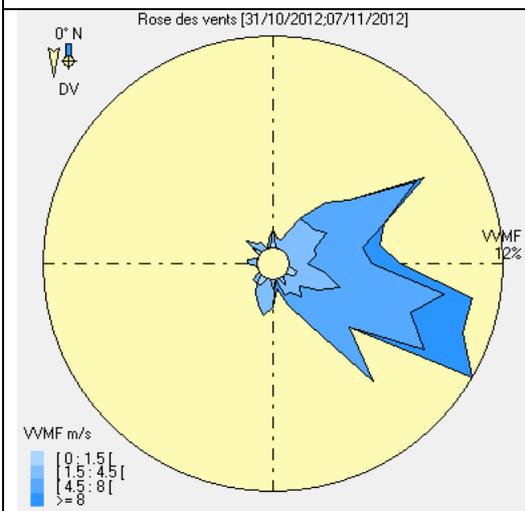
### S30

Directions de vent : ENE, ESE, SE, ESE, SO, OSO

Précipitations (mm) : 3

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	5.9	34.9	20.9	18.8	6.6
LGC	9.0	51.3	16.3	13.0	4.7
FB	0.7	8.0	11.1	2.1	3.0
AV	0.5	6.8	12.5	3.1	1.7
NOUVILLE	/	12.3	6.8	32.8	4.9
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



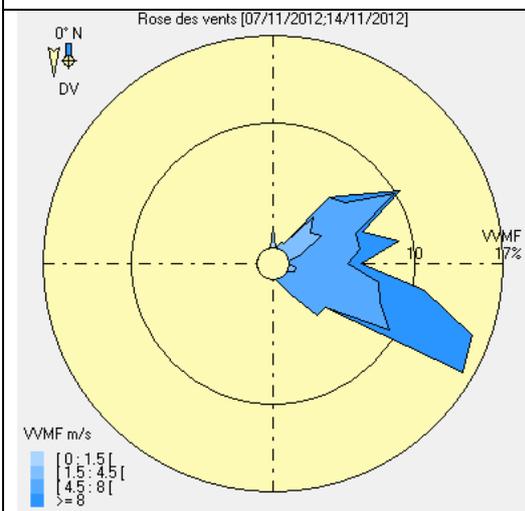
### S31

Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S

Précipitations (mm) : 6

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.0	9.7	15.2	1.6	2.2
LGC	8.0	46.1	17.7	16.7	4.8
FB	1.6	12.8	12.3	3.6	1.3
AV	1.0	9.8	15.4	3.6	1.6
NOUVILLE	/	35.0	8.4	51.6	5.7
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



### S32

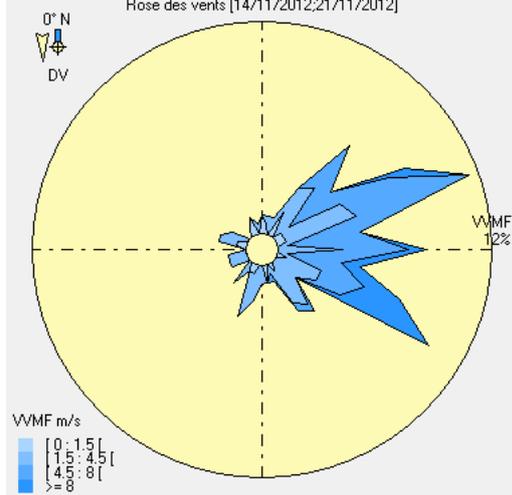
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 4

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.3	6.0	17.3	0.0	/
LGC	4.4	27.5	17.7	6.3	6.2
FB	1.7	13.0	14.3	1.6	0.0
AV	0.1	4.9	17.6	2.6	1.2
NOUVILLE	/	33.2	10.0	65.1	6.7
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [14/11/2012;21/11/2012]


**S33**

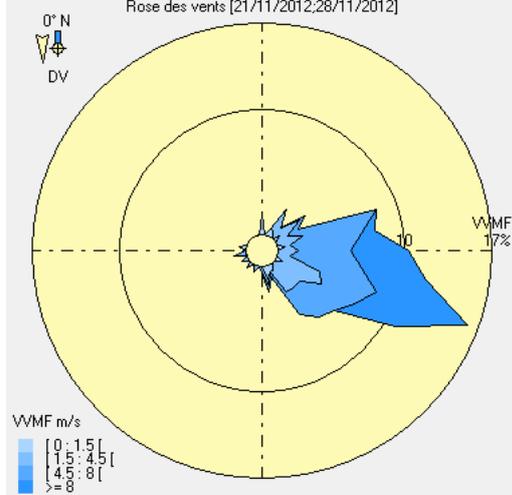
Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, SSO

Précipitations (mm) : 33

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	6.3	2.2
LGC	/	/	/	12.0	3.0
FB	/	/	/	3.1	1.0
AV	/	/	/	8.3	1.3
NOUVILLE	/	33.2	7.6	49.0	5.3
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [21/11/2012;28/11/2012]


**S34**

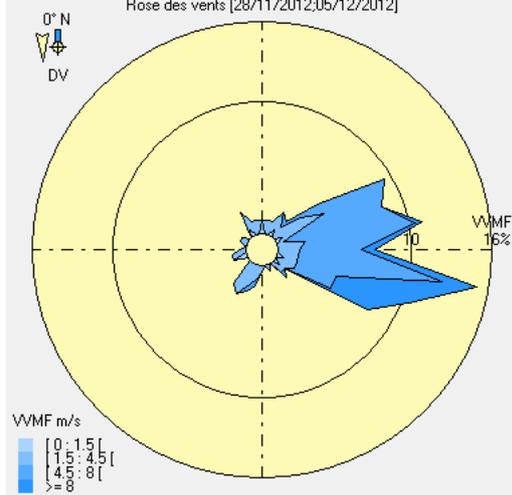
Directions de vent : ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 3

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	2.1	2.2
LGC	/	/	/	14.1	4.0
FB	/	/	/	1.6	0.0
AV	/	/	/	4.2	1.4
NOUVILLE	/	9.4	7.5	59.9	6.4
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [28/11/2012;05/12/2012]


**S35**

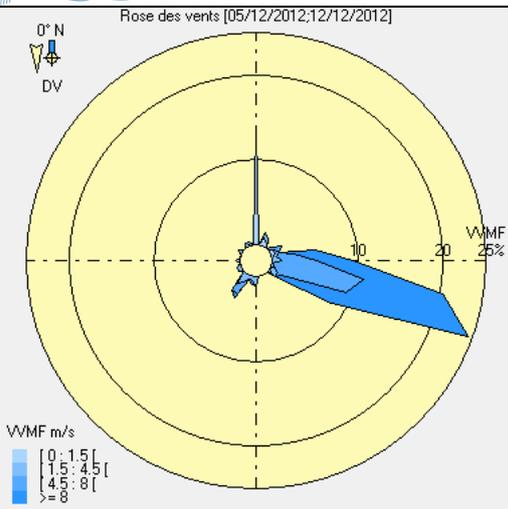
Directions de vent : ENE, E, ESE, SE, SSO

Précipitations (mm) : 25

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	3.1	1.6
LGC	/	/	/	4.2	3.2
FB	/	/	/	5.2	2.0
AV	/	/	/	9.4	2.2
NOUVILLE	/	20.4	8.0	65.6	5.8
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [05/12/2012;12/12/2012]


**S36**

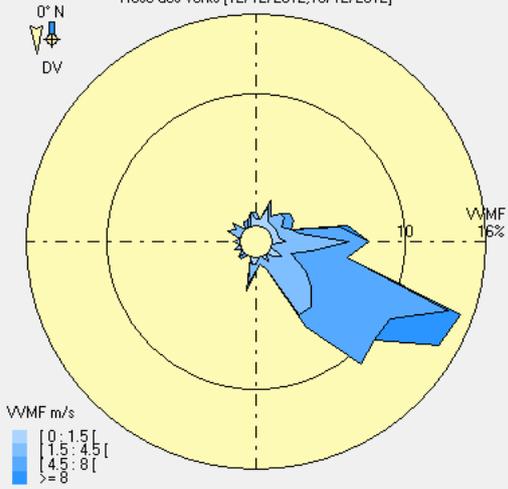
Directions de vent : N, ESE, SE

Précipitations (mm) : 27

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	● 1.6	1.9
LGC	/	/	/	● 2.1	3.1
FB	/	/	/	● 15.1	0.1
AV	/	/	/	● 16.1	0.2
NOUVILLE	/	1.7	9.0	● 62.5	7.5
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [12/12/2012;19/12/2012]


**S37**

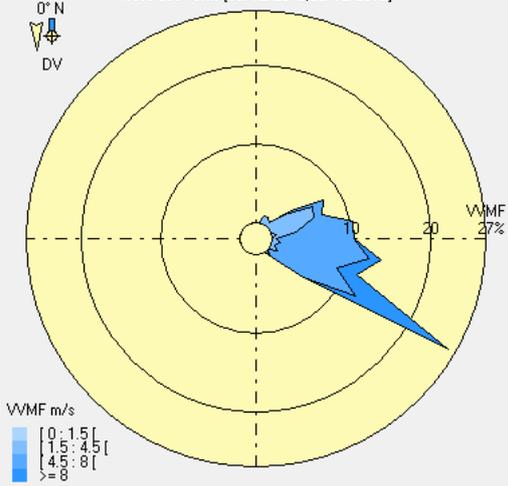
Directions de vent : Variable, NNO, NO, ONO, O, OSO, SO, SSE

Précipitations (mm) : 17

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	● 2.6	2.0
LGC	/	/	/	● 22.4	3.6
FB	/	/	/	● 4.2	1.9
AV	/	/	/	● 6.8	1.7
NOUVILLE	/	8.2	6.3	● 39.6	4.6
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [19/12/2012;26/12/2012]


**S38**

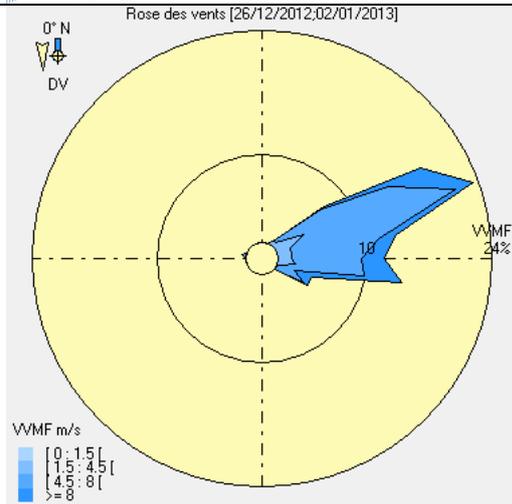
Directions de vent : ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 3

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	● 0.0	/
LGC	/	/	/	● 1.0	5.0
FB	/	/	/	● 0.0	/
AV	/	/	/	● 2.1	2.4
NOUVILLE	/	15.4	9.1	● 64.6	5.3
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [26/12/2012;02/01/2013]


**S39**

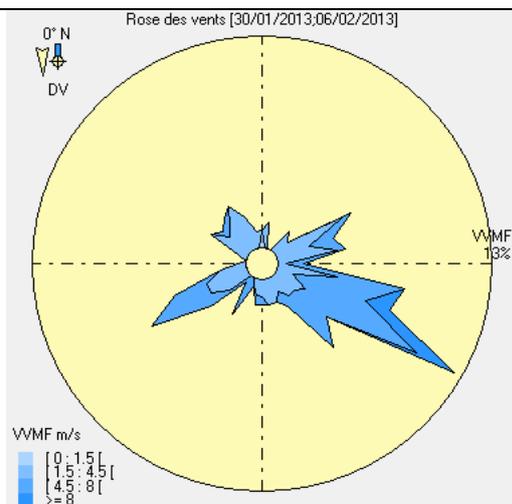
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 107

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	● 0.5	4.0
LGC	/	/	/	● 0.0	/
FB	/	/	/	● 0.0	/
AV	/	/	/	● 0.5	3.5
NOUVILLE	/	43.3	8.4	● 93.2	6.6
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [30/01/2013;06/02/2013]


**S40**

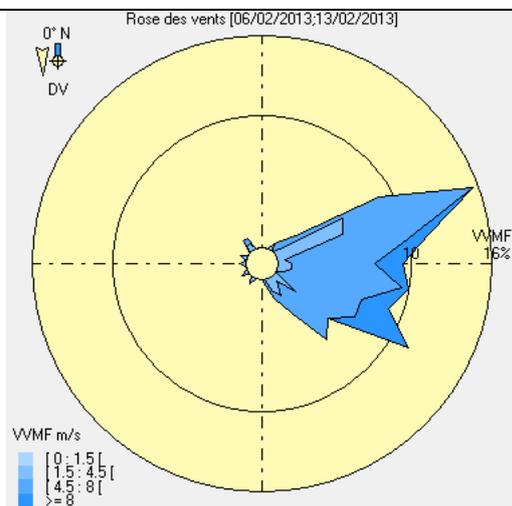
Directions de vent : Variable, NE, ENE, ESE, SE, SO, OSO, NO

Précipitations (mm) : 12

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	6.8	39.6	17.6	● 17.2	0.0
LGC	4.2	26.5	14.3	● 14.1	4.4
FB	4.2	26.3	14.1	● 12.0	3.0
AV	1.7	13.4	15.5	● 7.3	2.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [06/02/2013;13/02/2013]


**S41**

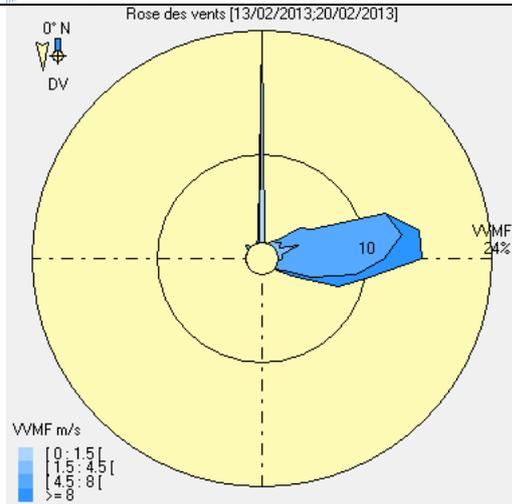
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 3

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.2	10.5	16.0	● 1.6	2.6
LGC	4.1	25.9	15.7	● 11.5	4.8
FB	4.4	27.4	12.0	● 2.1	4.0
AV	1.6	12.9	14.7	● 1.6	3.7
NOUVILLE	/	27.0	8.3	● 66.1	5.9
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [13/02/2013;20/02/2013]


**S42**

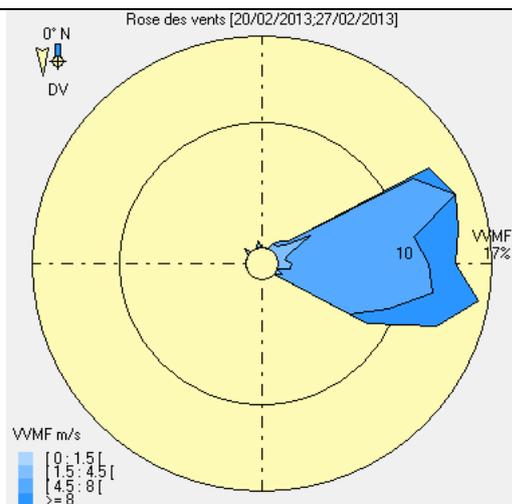
Directions de vent : N, NE, ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 27

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	13.8	● 0.0	/
LGC	0.9	9.0	13.5	● 0.0	/
FB	0.5	7.0	11.8	● 25.0	▒ 0.1
AV	1.0	9.8	14.3	● 25.0	▒ 0.1
NOUVILLE	/	23.1	8.0	● 71.4	▒ 6.4
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [20/02/2013;27/02/2013]


**S43**

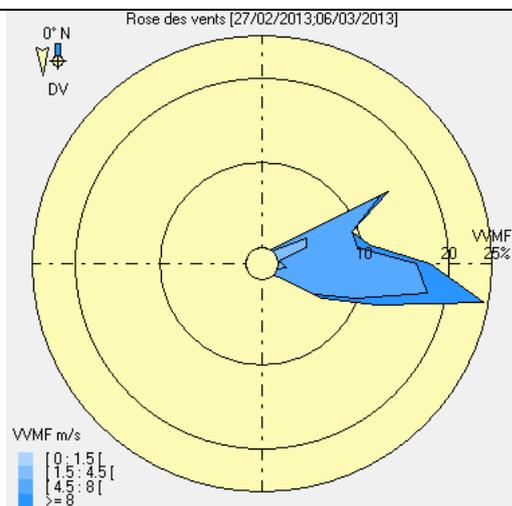
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 2

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.6	7.5	16.9	● 0.0	/
LGC	1.7	13.1	17.2	● 0.0	/
FB	0.4	6.6	13.3	● 1.0	▒ 3.4
AV	0.7	8.1	15.7	● 1.0	▒ 3.4
NOUVILLE	/	23.7	9.6	● 89.1	▒ 6.4
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [27/02/2013;06/03/2013]

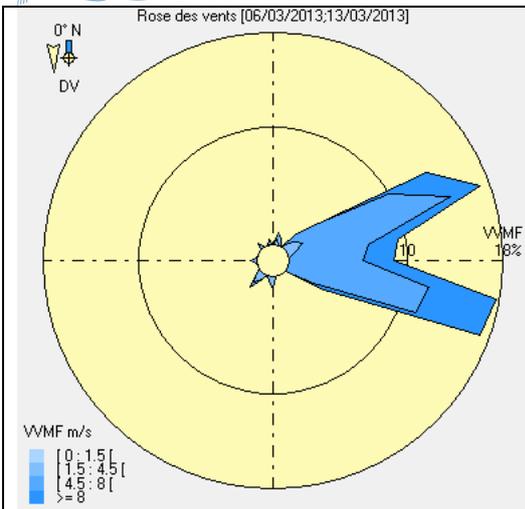

**S44**

Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 24

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.1	10.0	14.9	● 0.0	/
LGC	1.3	11.2	13.9	● 0.0	/
FB	4.2	26.3	10.4	● 0.0	/
AV	2.2	16.0	11.8	● 0.0	/
NOUVILLE	/	26.9	8.3	● 92.7	▒ 6.3
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



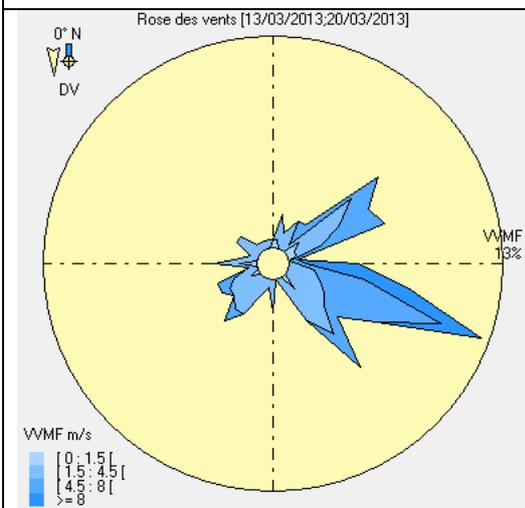
### S45

Directions de vent : NE, ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 3

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.8	8.7	18.0	● 1.0	2.7
LGC	0.6	7.3	17.7	● 1.6	2.6
FB	0.5	7.0	14.4	● 1.0	4.0
AV	0.8	8.8	16.5	● 2.1	3.3
NOUVILLE	/	31.1	10.8	● 87.5	7.0
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



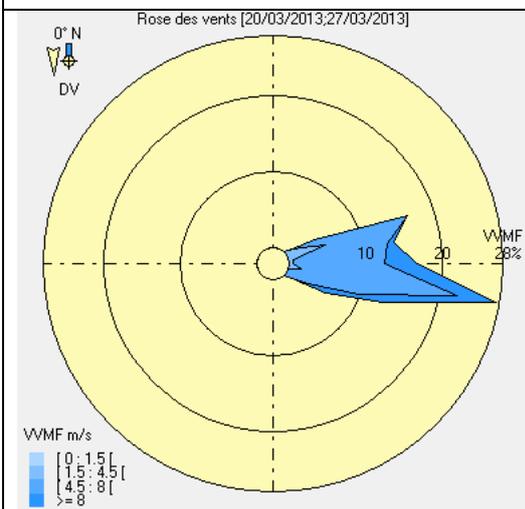
### S46

Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, SO, OSO

Précipitations (mm) : 80

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	10.4	58.4	17.3	● 12.0	3.3
LGC	7.3	42.2	15.4	● 13.5	3.6
FB	2.6	18.1	13.3	● 4.2	3.2
AV	1.6	13.0	13.2	● 7.3	3.1
NOUVILLE	/	11.6	8.4	● 43.8	5.7
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/



### S47

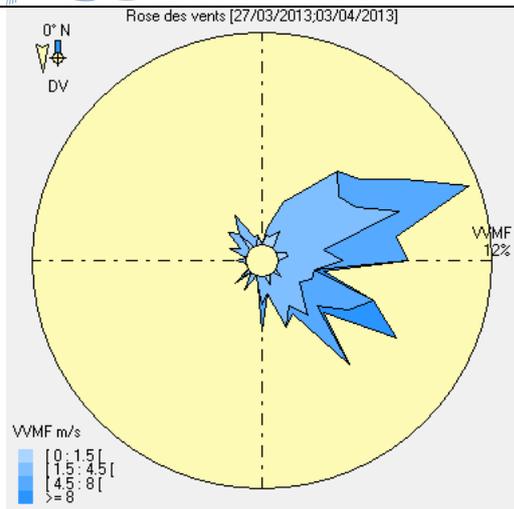
Directions de vent : ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 36

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	/	/	/
LGC	0.8	8.7	16.7	● 0.0	/
FB	0.2	5.5	18.9	● 0.0	/
AV	0.3	6.1	18.3	● 0.0	/
NOUVILLE	/	7.5	10.2	● 93.2	6.3
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [27/03/2013;03/04/2013]


**S48**

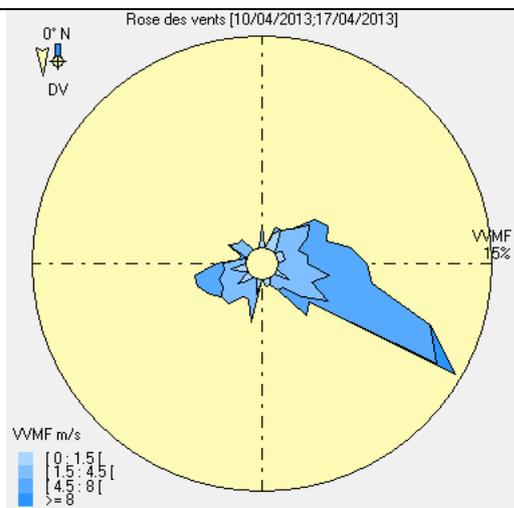
Directions de vent : NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE

Précipitations (mm) : 19

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.2	10.6	13.3	2.6	2.0
LGC	3.0	20.0	12.2	17.2	3.8
FB	7.3	42.2	12.4	5.7	2.0
AV	2.8	18.9	12.0	10.4	1.8
NOUVILLE	/	28.1	7.5	48.4	4.1
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [10/04/2013;17/04/2013]


**S49**

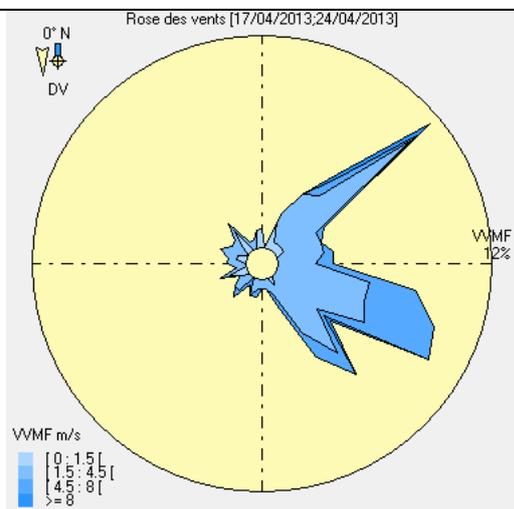
Directions de vent : ENE, E, ESE, SE, SO, OSO

Précipitations (mm) : 16

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	4.1	25.5	16.4	16.1	3.5
LGC	3.3	21.4	15.8	8.9	3.0
FB	2.4	17.1	13.1	3.6	2.0
AV	1.6	13.0	14.1	4.7	0.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWA	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [17/04/2013;24/04/2013]


**S50**

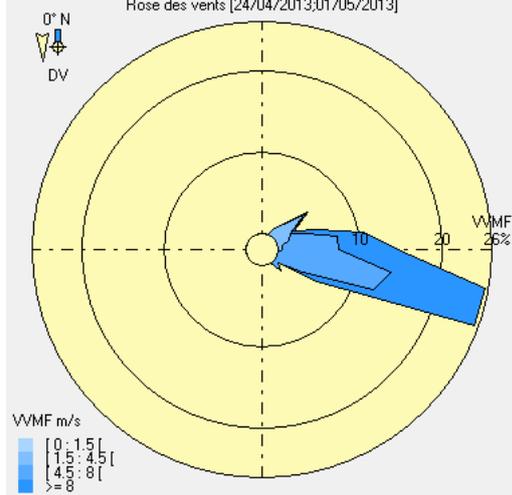
Directions de vent : Variable, NE, ESE, SE, SSE

Précipitations (mm) : 67

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.2	15.8	15.3	7.3	1.8
LGC	14.5	79.8	12.3	16.1	3.7
FB	2.6	18.1	11.8	6.3	1.2
AV	/	/	/	/	/
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWA	/	5.1	13.1	7.3	2.2
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [24/04/2013;01/05/2013]


**S51**

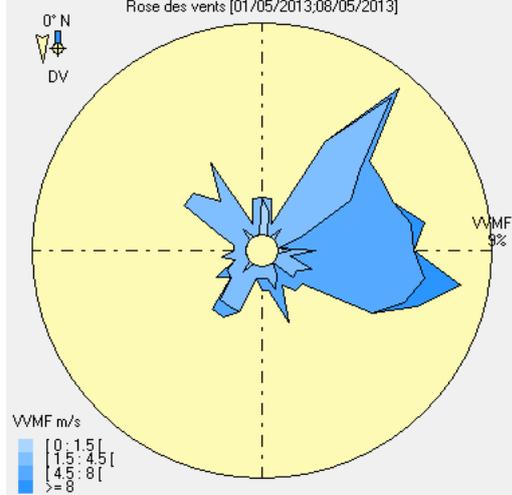
Directions de vent : ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 81

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.2	5.5	15.6	0.0	/
LGC	/	/	13.0	1.6	6.2
FB	0.6	7.7	14.9	0.0	/
AV	/	/	16.6	1.0	3.0
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	13.0	10.5	0.0	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [01/05/2013;08/05/2013]


**S52**

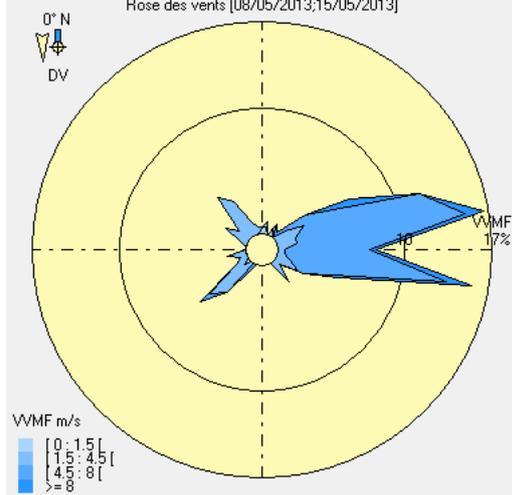
Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SE, SO, NO, NNO

Précipitations (mm) : 8

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	3.3	21.4	18.4	6.3	3.1
LGC	2.1	15.5	13.0	7.8	3.9
FB	15.1	82.9	17.3	12.5	2.5
AV	20.8	112.9	15.2	14.1	2.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	4.3	13.2	7.8	3.2
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [08/05/2013;15/05/2013]


**S53**

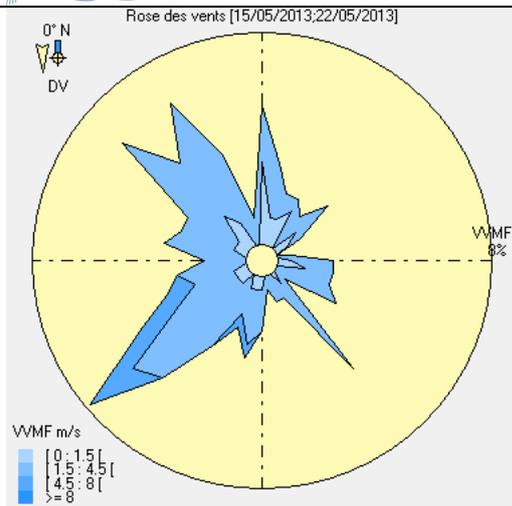
Directions de vent : Variable, ENE, E, ESE, SO, NO

Précipitations (mm) : 10

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.8	18.9	15.7	8.9	2.9
LGC	1.3	11.0	9.9	2.1	4.0
FB	11.2	62.6	13.0	10.4	2.3
AV	10.6	59.5	15.0	7.3	2.1
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	13.3	10.5	11.5	3.0
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [15/05/2013;22/05/2013]


**S54**

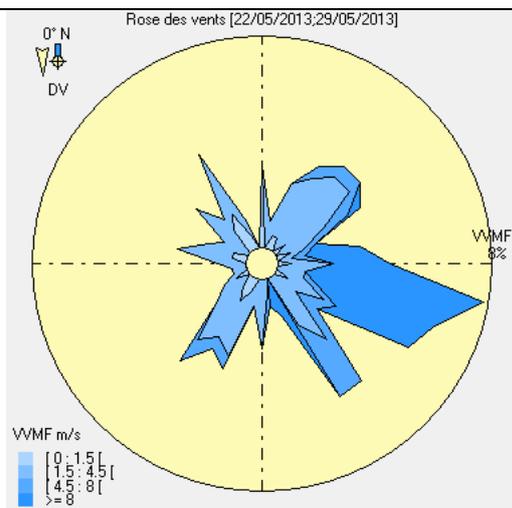
Directions de vent : Variable, N, SE, SSO, SO, OSO, ONO, NO, NNO

Précipitations (mm) : 3

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	10.8	60.7	22.1	25.5	3.0
LGC	1.7	13.1	10.6	12.5	2.7
FB	15.4	84.8	15.8	26.6	2.1
AV	20.6	111.8	16.6	21.9	1.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	9.9	14.0	28.1	3.1
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [22/05/2013;29/05/2013]


**S55**

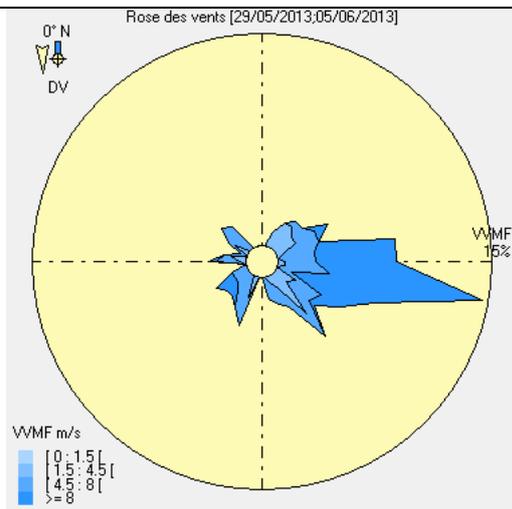
Directions de vent : Variable, NNE, NE, ENE, ESE, SE, SSE, SSO, SO ONO, NO, NNO

Précipitations (mm) : 21

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	3.3	21.5	18.8	8.9	2.4
LGC	9.1	51.5	16.9	16.7	4.7
FB	6.6	38.8	19.0	12.5	1.4
AV	6.5	38.1	17.6	13.0	1.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	36.3	15.2	11.5	2.8
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [29/05/2013;05/06/2013]

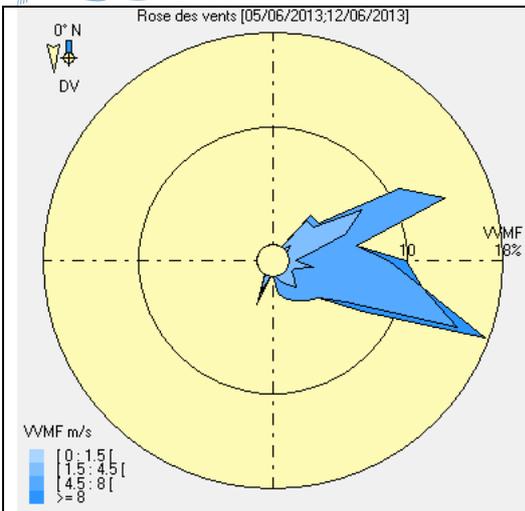

**S56**

Directions de vent : Variable, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 25

Concentrations en nickel : en ng/m3

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	14.2	78.3	21.0	10.4	6.2
LGC	7.1	41.3	16.1	12.0	4.7
FB	16.5	90.1	19.3	4.7	5.6
AV	6.0	35.8	17.9	3.1	2.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	14.6	13.3	12.0	6.6
VDC	/	/	/	/	/



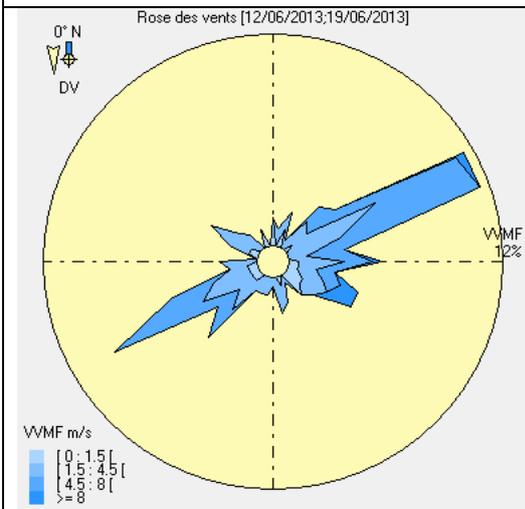
### S57

Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 4

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.6	7.8	15.3	0.0	/
LGC	3.5	22.5	15.4	9.4	4.8
FB	0.3	6.0	13.5	0.0	/
AV	0.7	8.3	13.8	0.0	/
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	23.7	12.6	0.0	/
VDC	/	/	/	/	/



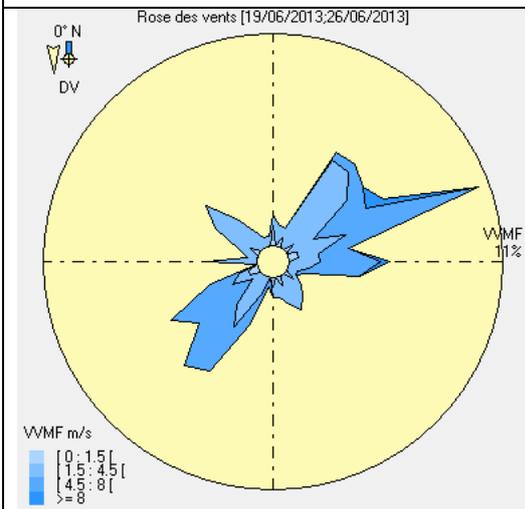
### S58

Directions de vent : Variable, NE, ENE, SO, OSO

Précipitations (mm) : 27

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	10.2	57.4	19.2	22.9	3.8
LGC	3.9	24.9	14.6	7.3	1.9
FB	6.9	40.1	13.5	5.2	1.9
AV	5.6	33.5	12.7	6.3	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	7.4	12.6	26.0	4.0
VDC	/	/	/	/	/



### S59

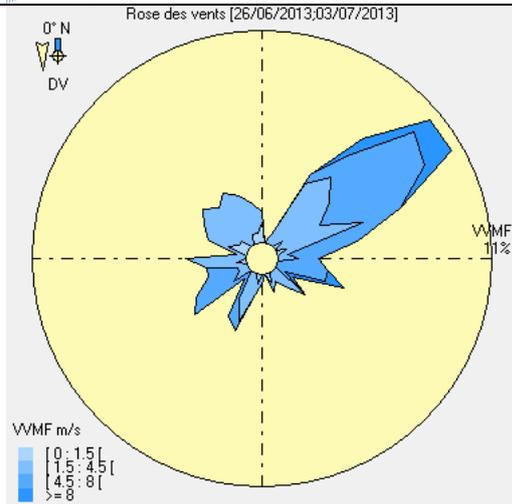
Directions de vent : Variable, NNE, NE, ENE, E, SE, SSO, SO, OSO, NO

Précipitations (mm) : 28

Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	13.3	73.8	18.0	16.1	4.1
LGC	3.5	22.9	14.3	7.8	2.8
FB	12.4	68.8	14.5	9.4	2.8
AV	6.0	35.8	13.3	11.5	2.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	23.0	13.4	21.4	4.4
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [26/06/2013;03/07/2013]


**S60**

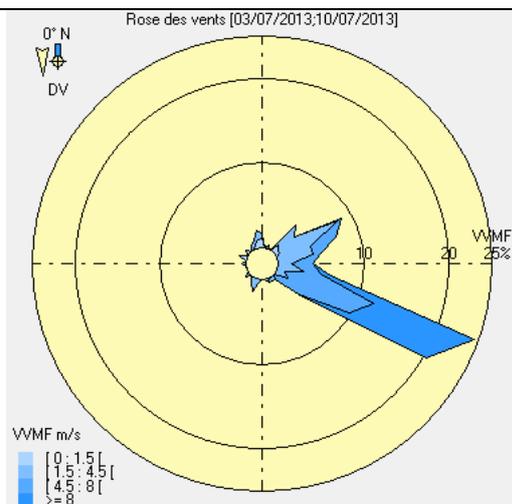
Directions de vent : Variable, NE, SSO, SO, OSO, NO

Précipitations (mm) : 135

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	31.9	170.5	16.7	16.7	3.7
LGC	26.0	139.7	11.8	4.2	2.7
FB	16.2	88.6	14.4	15.1	2.6
AV	11.0	61.8	13.1	13.5	2.6
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	21.6	14.4	15.1	4.0
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [03/07/2013;10/07/2013]


**S61**

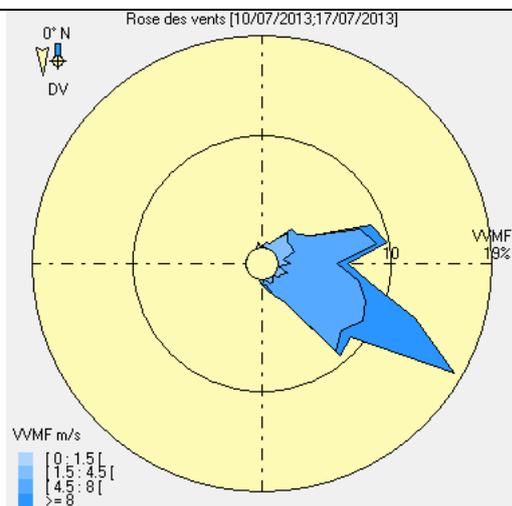
Directions de vent : ENE, ESE

Précipitations (mm) : 26

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.0	9.6	11.6	2.1	1.6
LGC	1.6	12.8	13.5	2.1	2.6
FB	2.7	18.2	10.0	5.7	1.3
AV	3.0	20.3	11.4	4.7	1.1
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	25.9	12.7	1.0	2.1
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [10/07/2013;17/07/2013]


**S62**

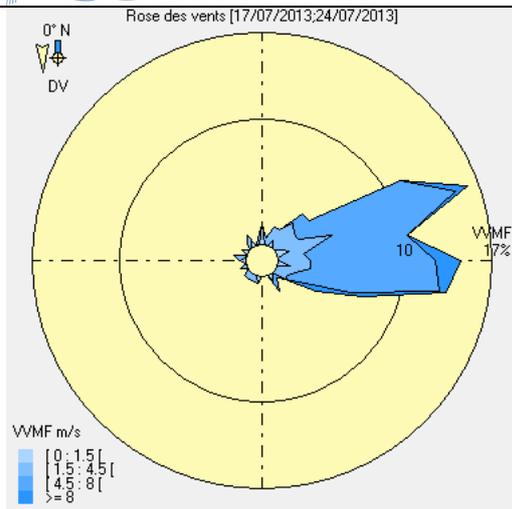
Directions de vent : ENE, ESE, SE

Précipitations (mm) : 13

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.8	8.5	10.9	0.0	/
LGC	12.2	68.1	17.3	15.1	6.0
FB	4.4	27.2	10.7	0.5	0.5
AV	1.0	9.8	12.8	2.6	2.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [17/07/2013;24/07/2013]


**S63**

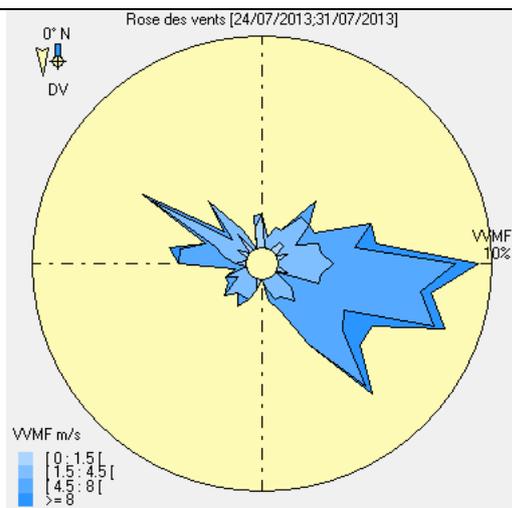
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 11

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.1	15.3	12.7	● 2.6	2.6
LGC	/	/	11.4	● 2.6	3.1
FB	11.0	61.8	11.6	● 3.6	1.4
AV	3.9	24.9	12.0	● 6.8	1.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [24/07/2013;31/07/2013]


**S64**

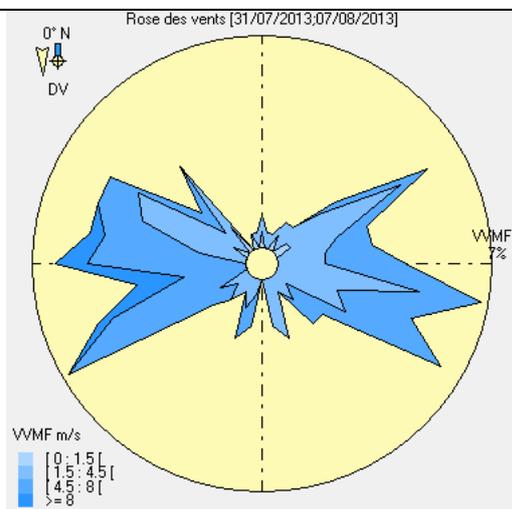
Directions de vent : Variable, E, ESE, SE, ONO, NO, NNO

Précipitations (mm) : 13

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	6.3	37.1	17.1	● 13.0	4.8
LGC	13.4	74.0	12.0	● 14.1	4.9
FB	48.8	258.2	15.0	● 8.9	2.0
AV	29.8	159.5	13.4	● 5.2	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [31/07/2013;07/08/2013]


**S65**

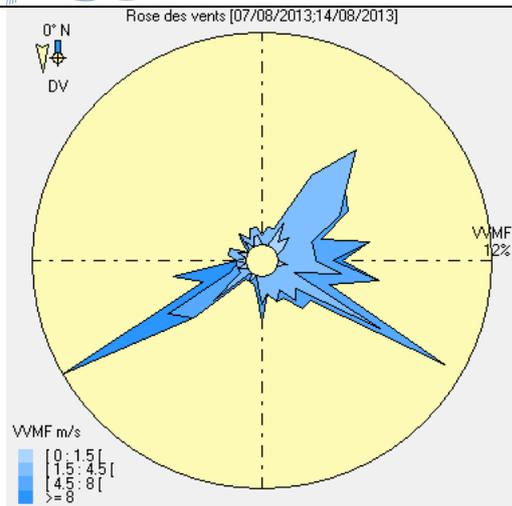
Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SE, SO, OSO, O, ONO, NO

Précipitations (mm) : 17

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	16.7	91.2	20.3	● 33.9	5.9
LGC	2.3	16.4	12.1	● 7.8	3.1
FB	13.3	73.8	13.5	● 7.8	2.4
AV	6.7	39.2	13.1	● 4.2	1.3
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [07/08/2013;14/08/2013]


**S66**

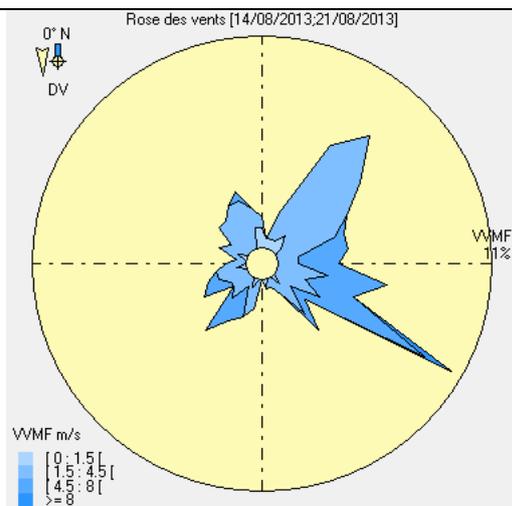
Directions de vent : Variable, NE, ENE, E, ESE, SO, ESO

Précipitations (mm) : 23

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	25.8	138.6	24.7	25.5	7.7
LGC	2.3	16.5	15.4	10.4	3.8
FB	4.2	26.5	11.3	4.7	2.1
AV	5.0	30.6	13.8	8.9	1.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [14/08/2013;21/08/2013]


**S67**

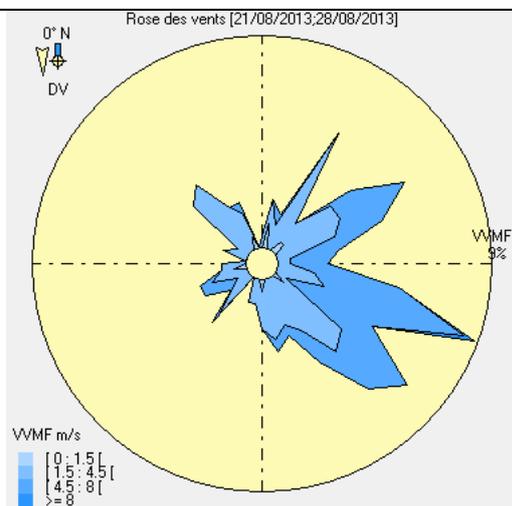
Directions de vent : Variable, NNE, NE, ESE ? SE, SO, NNO

Précipitations (mm) : 6

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.6	17.9	17.3	10.4	3.0
LGC	3.3	21.4	13.5	7.3	3.1
FB	15.5	85.2	16.5	13.5	2.6
AV	14.7	81.0	13.7	17.7	2.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [21/08/2013;28/08/2013]


**S68**

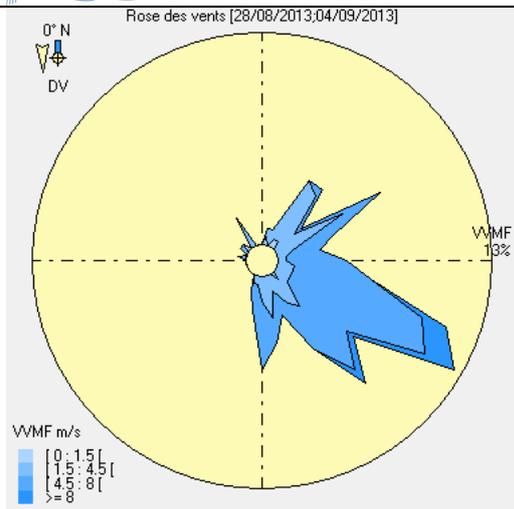
Directions de vent : Variable, NE, ENE, ESE, SE, SSE, NO

Précipitations (mm) : 10

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	9.1	51.7	15.0	8.3	3.4
LGC	6.3	37.3	12.5	19.3	3.7
FB	18.9	103.0	17.1	11.5	2.4
AV	28.5	153.0	13.9	14.1	2.6
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [28/08/2013;04/09/2013]


**S69**

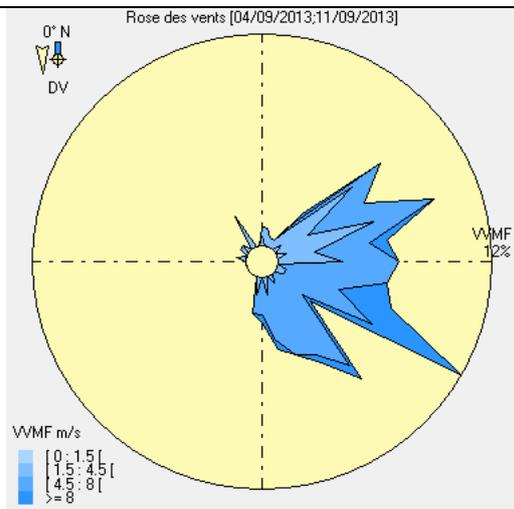
Directions de vent : NE, ENE, ESE, SE, SSE, S

Précipitations (mm) : 13

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	3.2	20.9	14.1	0.5	2.1
LGC	6.4	37.9	10.6	28.6	5.0
FB	3.5	22.5	12.3	2.6	2.1
AV	9.2	52.3	9.3	8.9	2.2
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	11.5	5.5	3.1	2.0

Rose des vents [04/09/2013;11/09/2013]


**S70**

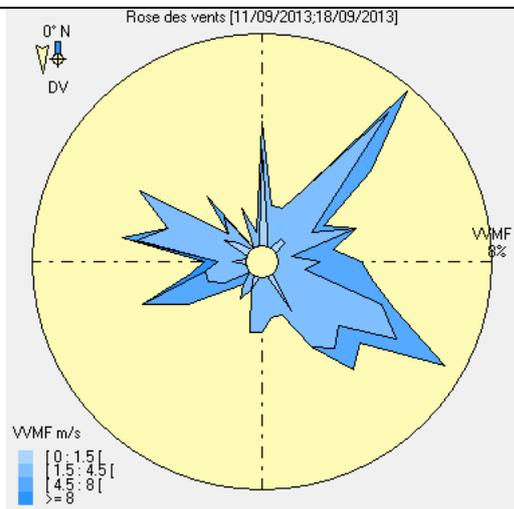
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE, SSE

Précipitations (mm) : 15

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.1	10.0	17.0	0.5	2.1
LGC	17.1	93.3	17.3	27.1	6.5
FB	1.2	10.5	16.7	3.6	1.9
AV	6.7	39.4	14.5	4.2	2.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	3.3	8.5	3.1	2.0

Rose des vents [11/09/2013;18/09/2013]


**S71**

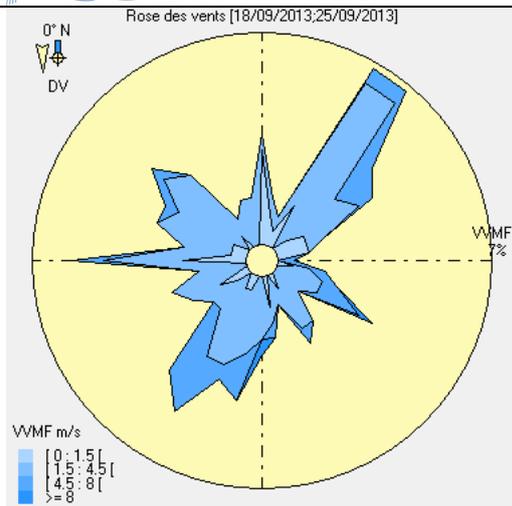
Directions de vent : Variable, N, NE, SSE, SE, OSO, ONO, NO

Précipitations (mm) : 11

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	16.6	90.9	25.7	19.3	4.0
LGC	7.1	41.3	14.4	15.1	2.9
FB	12.7	70.7	18.7	10.4	1.9
AV	6.0	35.8	12.0	12.0	1.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	87.8	10.5	13.5	2.7

Rose des vents [18/09/2013;25/09/2013]


**S72**

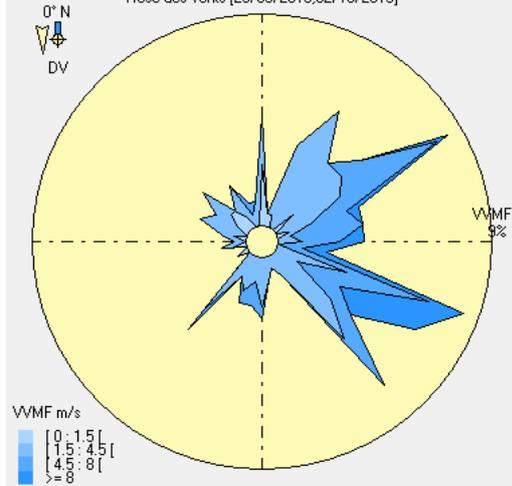
Directions de vent : Variable, N, NNE, NE, SSO, SO, OSO, O, ONO, NO

Précipitations (mm) : 26

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	18.4	100.0	28.4	18.8	2.3
LGC	4.9	30.1	15.6	14.6	3.6
FB	24.1	129.6	22.5	15.1	2.1
AV	11.9	66.5	16.1	17.2	1.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	119.6	12.9	17.7	2.5

Rose des vents [25/09/2013;02/10/2013]


**S73**

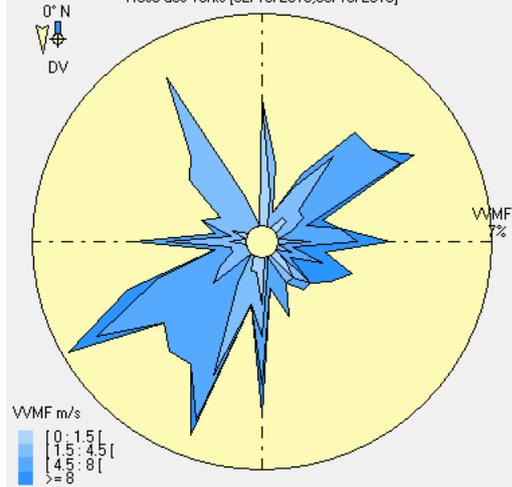
Directions de vent : Variable, N, NNE, NE, ENE, ESE, SE, S, SO, ONO, NO

Précipitations (mm) : 0

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	8.9	50.8	22.8	5.2	1.6
LGC	7.6	44.1	18.1	14.6	3.9
FB	11.6	64.6	17.7	12.5	1.7
AV	10.0	56.5	17.1	18.2	2.0
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	54.5	10.5	11.5	2.1

Rose des vents [02/10/2013;09/10/2013]


**S74**

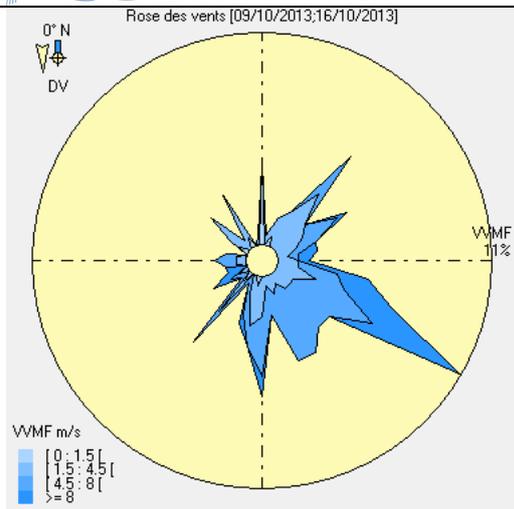
Directions de vent : Variable, N, NE, E, S, SSO, SO OSO, O, ONO, NO

Précipitations (mm) : 11

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	10.1	57.0	23.1	21.9	4.7
LGC	1.7	13.4	17.2	12.5	3.9
FB	16.3	89.3	17.5	16.7	2.1
AV	9.6	54.6	14.9	15.6	2.0
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	54.5	10.4	15.1	2.6

Rose des vents [09/10/2013;16/10/2013]


**S75**

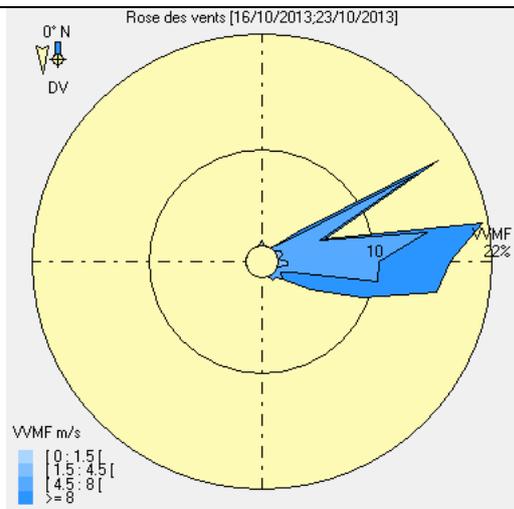
Directions de vent : Variable, NE, ENE, ESE, SE, SSE, S, SO

Précipitations (mm) : 9

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	10.6	59.5	18.4	7.3	5.7
LGC	14.4	79.3	18.7	25.0	5.0
FB	5.4	32.7	16.9	10.9	1.4
AV	3.8	24.0	13.8	10.4	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	25.4	8.9	7.8	2.2

Rose des vents [16/10/2013;23/10/2013]


**S76**

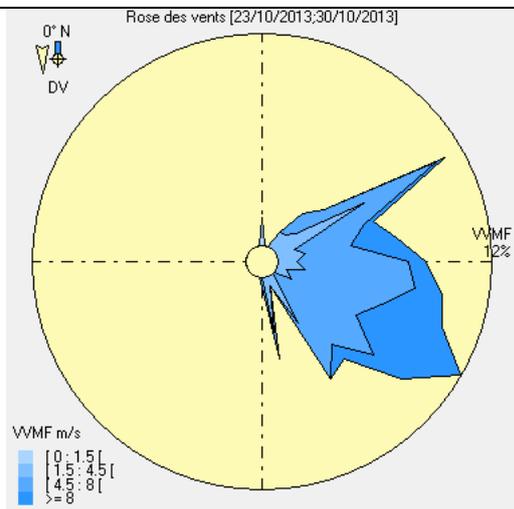
Directions de vent : ENE, E, ESE

Précipitations (mm) : 10

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.4	6.6	13.9	0.0	/
LGC	0.6	7.5	19.0	1.0	5.7
FB	/	/	18.7	0.5	0.0
AV	1.3	11.0	19.2	0.5	0.0
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	2.1	10.3	0.0	/

Rose des vents [23/10/2013;30/10/2013]


**S77**

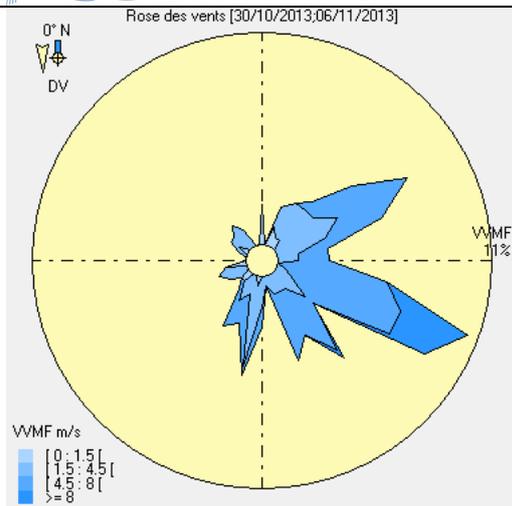
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S

Précipitations (mm) : 42

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.6	7.7	8.7	0.0	/
LGC	14.5	79.8	16.4	18.8	5.1
FB	0.3	6.1	11.9	1.6	0.0
AV	1.9	14.5	12.3	2.6	0.9
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	1.0	6.0	0.0	/

Rose des vents [30/10/2013;06/11/2013]


**S78**

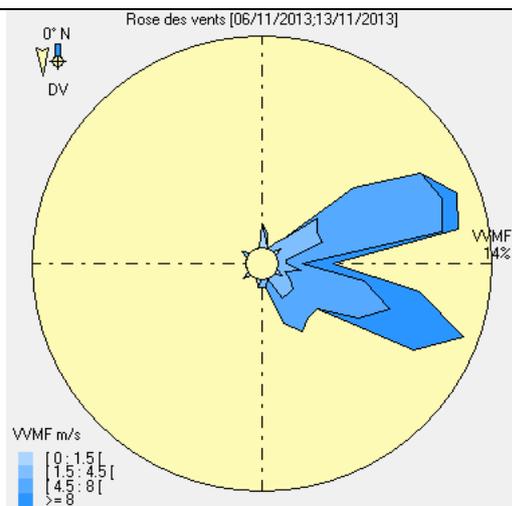
Directions de vent : Variable, NNE, NE, ENE, ESE, SE, SSE, SSO, SO

Précipitations (mm) : 19

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	2.7	18.3	11.1	4.7	2.1
LGC	3.7	23.6	14.2	22.4	4.5
FB	8.5	48.5	15.7	5.7	1.4
AV	4.8	29.5	13.8	7.8	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	32.4	7.5	5.2	1.9

Rose des vents [06/11/2013;13/11/2013]


**S79**

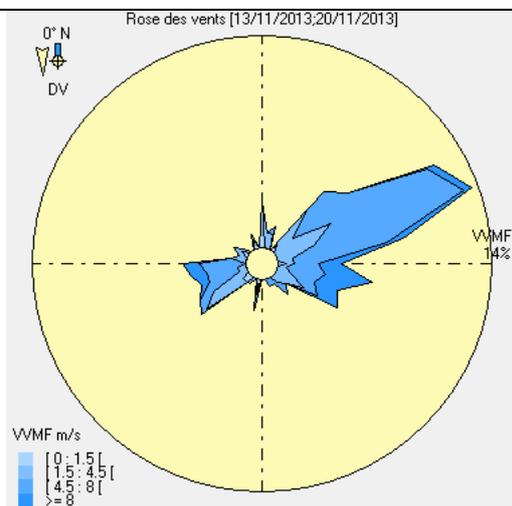
Directions de vent : NE, NNE, ESE, SE, SSE

Précipitations (mm) : 0

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.7	8.1	11.9	0.5	0.6
LGC	4.4	27.4	15.2	12.5	4.7
FB	5.0	30.5	14.9	1.6	0.4
AV	1.8	13.9	13.1	2.6	1.2
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	1.9	7.4	0.5	1.6

Rose des vents [13/11/2013;20/11/2013]


**S80**

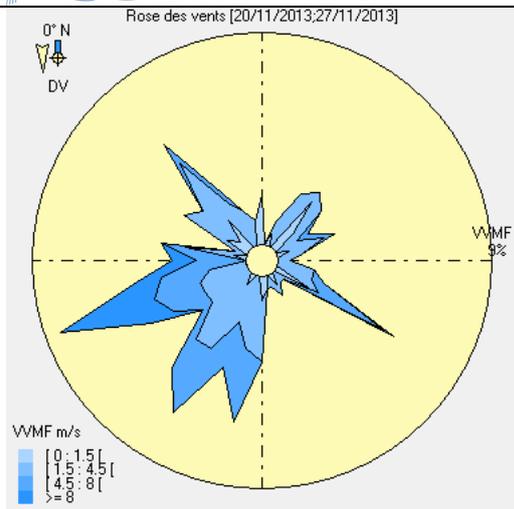
Directions de vent : NE, ENE, ESE, SE, SO, OSO

Précipitations (mm) : 12

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	7.0	41.1	17.4	20.3	5.2
LGC	3.9	24.9	13.7	4.7	4.3
FB	2.9	19.5	14.7	4.7	1.0
AV	3.3	21.6	13.9	6.8	1.5
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	19.2	8.4	3.1	1.9

Rose des vents [20/11/2013;27/11/2013]


**S81**

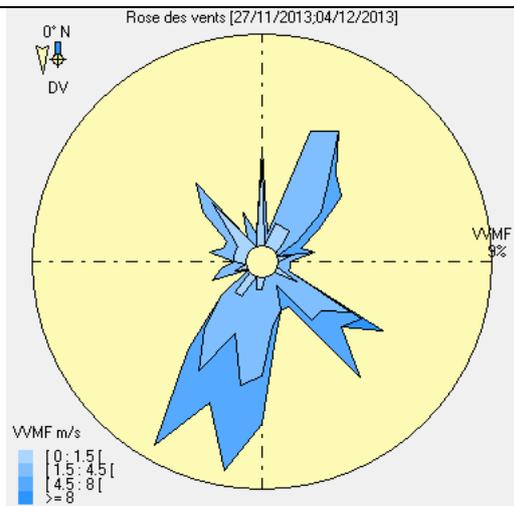
Directions de vent : Variable, NE, ESE, S, SSO, SO, OSO, O, ONO, NO

Précipitations (mm) : 17

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	16.3	89.2	17.0	27.6	5.4
LGC	2.0	15.0	10.1	12.5	3.2
FB	15.0	82.5	16.4	15.6	2.3
AV	4.8	29.3	12.6	10.9	1.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [27/11/2013;04/12/2013]


**S82**

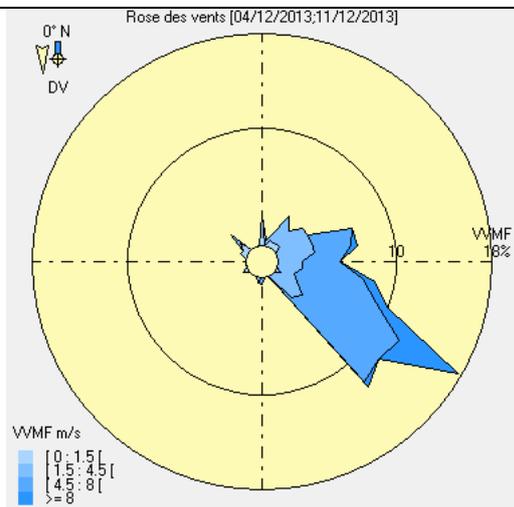
Directions de vent : Variable, N, ENE, NE, SE, S, SSO, SO, ONO, NO

Précipitations (mm) : 55

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	/	/	18.3	7.3	2.0
LGC	2.7	18.3	14.3	26.0	4.0
FB	/	/	16.9	13.0	1.2
AV	10.9	61.0	15.6	18.2	1.8
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [04/12/2013;11/12/2013]


**S83**

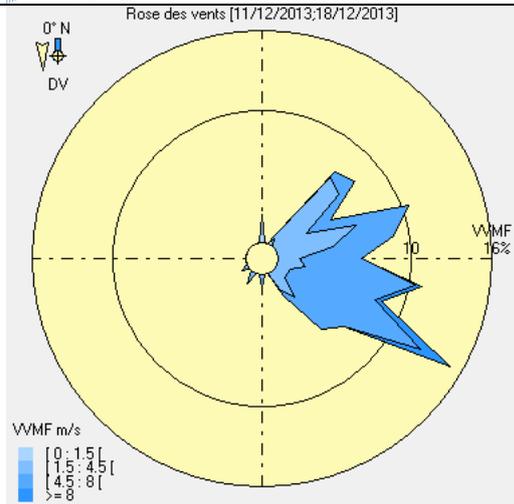
Directions de vent : ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 4

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL / PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	3.1	20.7	16.9	1.0	0.6
LGC	13.0	72.2	18.0	14.6	5.4
FB	1.9	14.1	15.2	4.7	0.7
AV	3.0	20.1	15.5	6.8	1.4
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [11/12/2013;18/12/2013]


**S84**

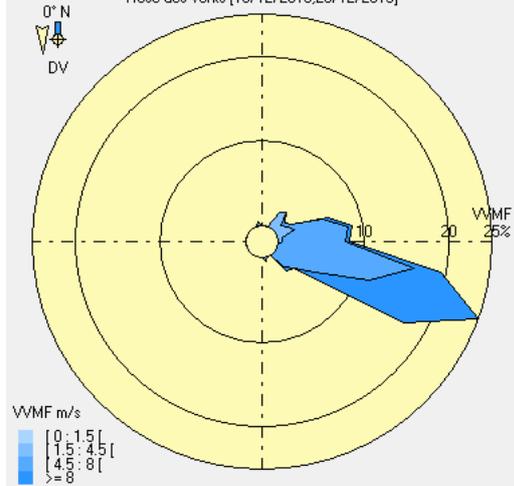
Directions de vent : NE, ENE, E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 14

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	6.6	39.0	12.8	0.5	2.7
LGC	9.8	55.5	12.4	8.9	4.7
FB	0.3	6.1	9.6	2.1	0.3
AV	1.4	11.5	10.4	3.1	0.9
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [18/12/2013;25/12/2013]


**S85**

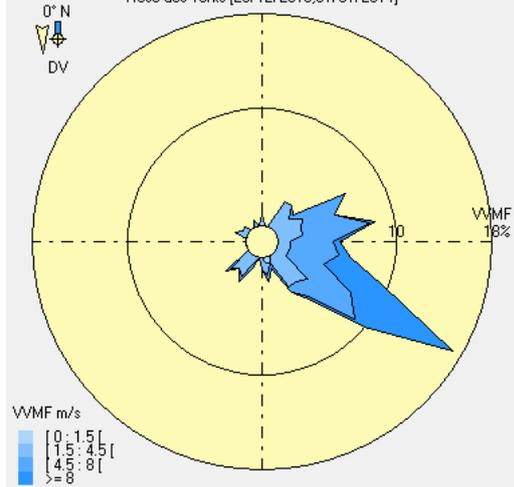
Directions de vent : E, ESE, SE

Précipitations (mm) : 18

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	0.4	6.5	15.3	0.0	/
LGC	4.1	25.7	13.5	3.1	5.9
FB	0.1	5.0	14.5	0.5	1.8
AV	1.0	9.4	16.3	2.6	2.5
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

Rose des vents [25/12/2013;01/01/2014]


**S86**

Directions de vent : NE, ENE, ESE, SE

Précipitations (mm) : 2

 Concentrations en nickel : en ng/m<sup>3</sup>

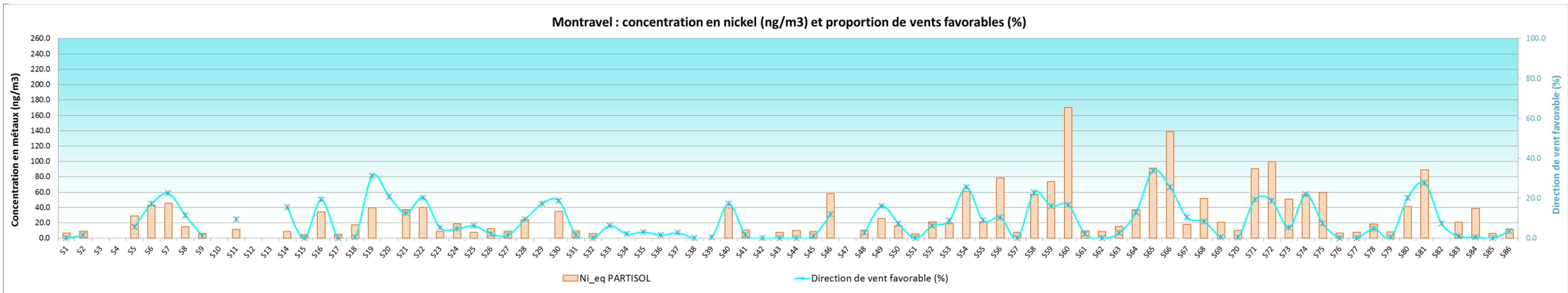
	[nickel] ACCU	[nickel] Eq PARTISOL/ PARTISOL	Moyenne PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Directions Vents favorables (%)	Vitesse moyenne vents (m/s)
MTR	1.4	11.6	13.8	3.6	2.8
LGC	4.6	28.6	12.9	13.0	4.0
FB	2.0	14.6	11.7	2.1	1.0
AV	1.5	12.3	13.2	4.2	1.7
NOUVILLE	/	/	/	/	/
IEKAWE	/	/	/	/	/
VDC	/	/	/	/	/

4.1.2.4.2. Exploitation graphique des données de concentration en nickel et de proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Montravel (2012-2013)

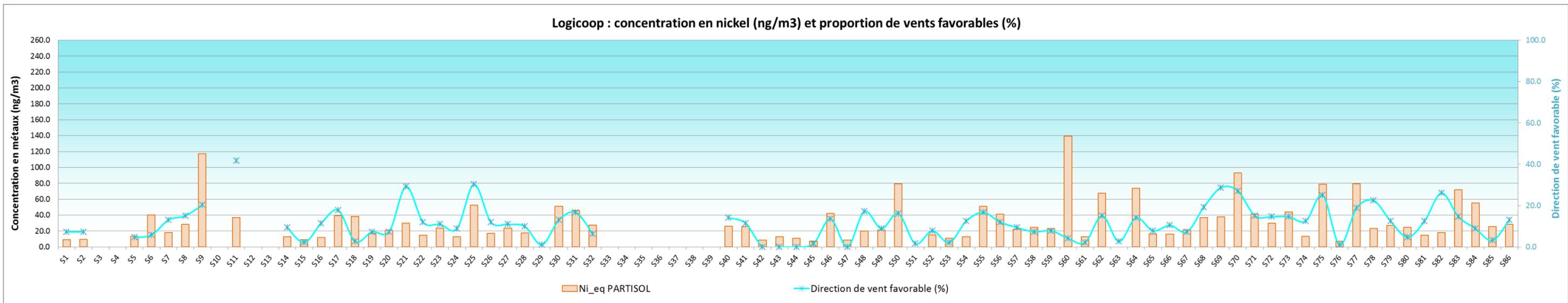
Afin de mieux appréhender les données du tableau IX, des graphiques 21 à 25 suivants présentent une vision globale permettant d'analyser les liens existant entre concentrations en nickel et caractéristiques des vents.

Plus précisément, les graphiques 21 à 25, réalisés pour chacun des sites de mesure, permettent de visualiser la corrélation existant entre les concentrations en nickel et les proportions de vents favorables (directions) à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure.

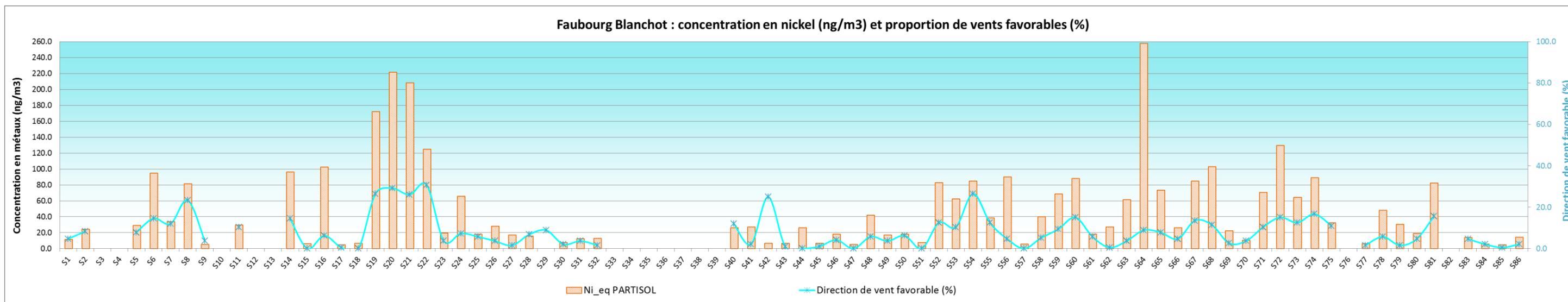
Graphique 21 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Montravel (2012-2013)



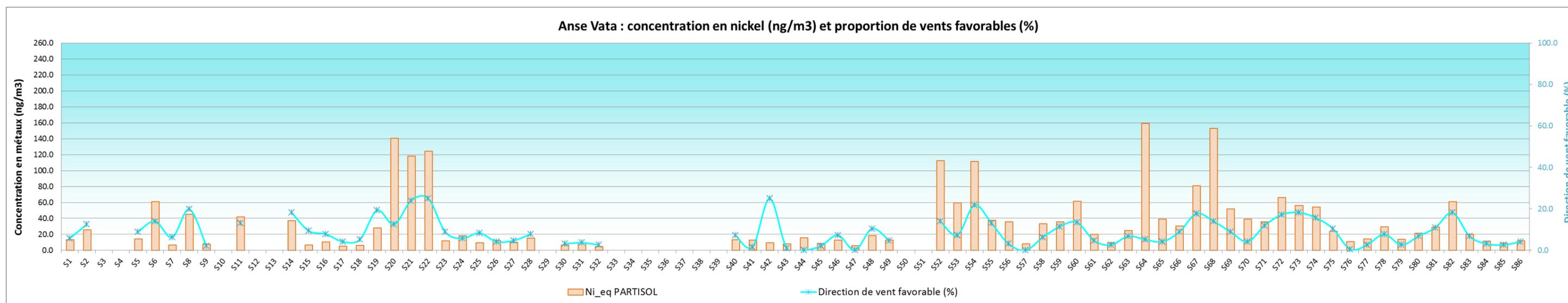
Graphique 22 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Logicoop (2012-2013)



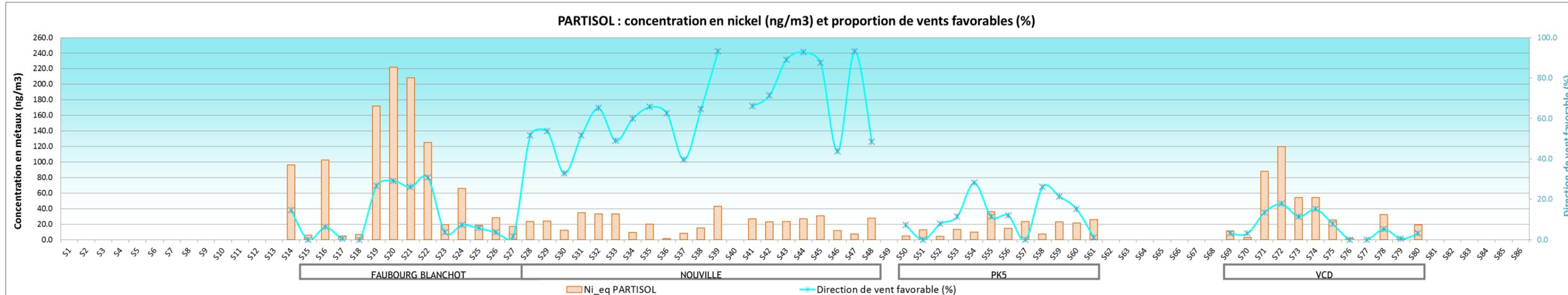
**Graphique 24 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure du Faubourg Blanchot (2012-2013)**



**Graphique 23 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de l'Anse Vata (2012-2013)**



**Graphique 25 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure PARTISOL (campagne laboratoire mobile 2012-2013)**



On observe de manière globale que les concentrations en nickel sont très corrélées à la présence de vent favorable à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure.

Sur l'ensemble des points de mesures (Montravel, Logicoop, Faubourg Blanchot, Anse Vata, Nouville, PK5 et VDC), en considérant l'ensemble des 86 séries réalisées en 2012 et 2013, les concentrations les plus fortes en nickel correspondent aux proportions de vents favorables les plus importantes.

En corolaire, on observe de manière assez globale que les concentrations les plus faibles en nickel correspondent aux proportions de vents favorables les plus faibles.

En outre, les concentrations proches de zéro sont majoritairement liées à l'absence ou quasi absence de vent favorable à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure.

**Ce constat, déjà réalisé à moindre échelle lors des campagnes de mesure des métaux de 2009, 2010 et 2011 est ici confirmé et atteste de l'origine industrielle très majoritaire du nickel de granulométrie PM10 dans l'air ambiant de Nouméa, en provenance du secteur de Doniambo.**

On observe certaines séries pour lesquelles, malgré une forte prédominance (plus de 40 % pour Nouville) de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure, que les concentrations de pointe en nickel n'atteignent pas les valeurs extrêmes relevées lors des autres campagnes Partisol (supérieures à  $80 \text{ ng/m}^3$ ) et restent dans un ordre de grandeur de 20 à  $40 \text{ ng/m}^3$ . Ceci peut s'expliquer par la présence de l'espace dégagé de la grande rade entre Doniambo et le site de Nouville et pouvant favoriser un phénomène de « dilution » des émissions de poussières sur une distance relativement importante (environ 4 km).

A contrario, on observe ponctuellement de fortes concentrations en nickel en lien avec peu de vent favorable.

Ceci est à corréler au fait que les niveaux de nickel dans l'air ambiant sont largement conditionnés par les quantités de poussières émises sur Doniambo, dont une forte proportion de poussières diffuses (non canalisées), pour certaines, irrégulières dans le temps, avec de forte quantité émises ponctuellement et de manière imprévue.

Les émissions diffuses imprévues n'étant ni datées et quantifiées, il est difficile de confronter ces données aux facteurs de dispersion météorologiques, mais peuvent en partie expliquer la présence ponctuelle de fortes concentrations en nickel dans des cas de vents non majoritairement favorables à la dispersion des poussières depuis la zone de Doniambo vers le site de mesure en question.

Dans ce cas précis, les vents favorables au moment de cette émission importante de poussières diffuses peut tendre à faire « basculer » la moyenne hebdomadaire vers de fortes concentrations en nickel, sans pour autant avoir des vents favorables majoritaires à l'échelle de la semaine. Dans ce cas, c'est l'influence des valeurs de pointe sur la moyenne qui peut rendre la corrélation moins visibles graphiquement sur certaines séries.

Afin de qualifier plus précisément et de manière aussi objective que possible le lien existant entre les concentrations en nickel et la proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure, il est proposé de tracer les droites de régression linéaire entre ces deux variables (Figure 7), pour chacune des stations fixes du réseau de Nouméa.

#### 4.1.2.4.3. Etude de corrélation linéaire

Pour chacune des stations, deux relations linéaires sont présentés par station (Figure 7) : celles de gauche intègrent l'ensemble des résultats ; celles de droite ont fait l'objet de suppression des valeurs « atypiques », avec une sélection des 4 valeurs les plus « atypiques » supprimées pour chaque station (entourées en rouge).

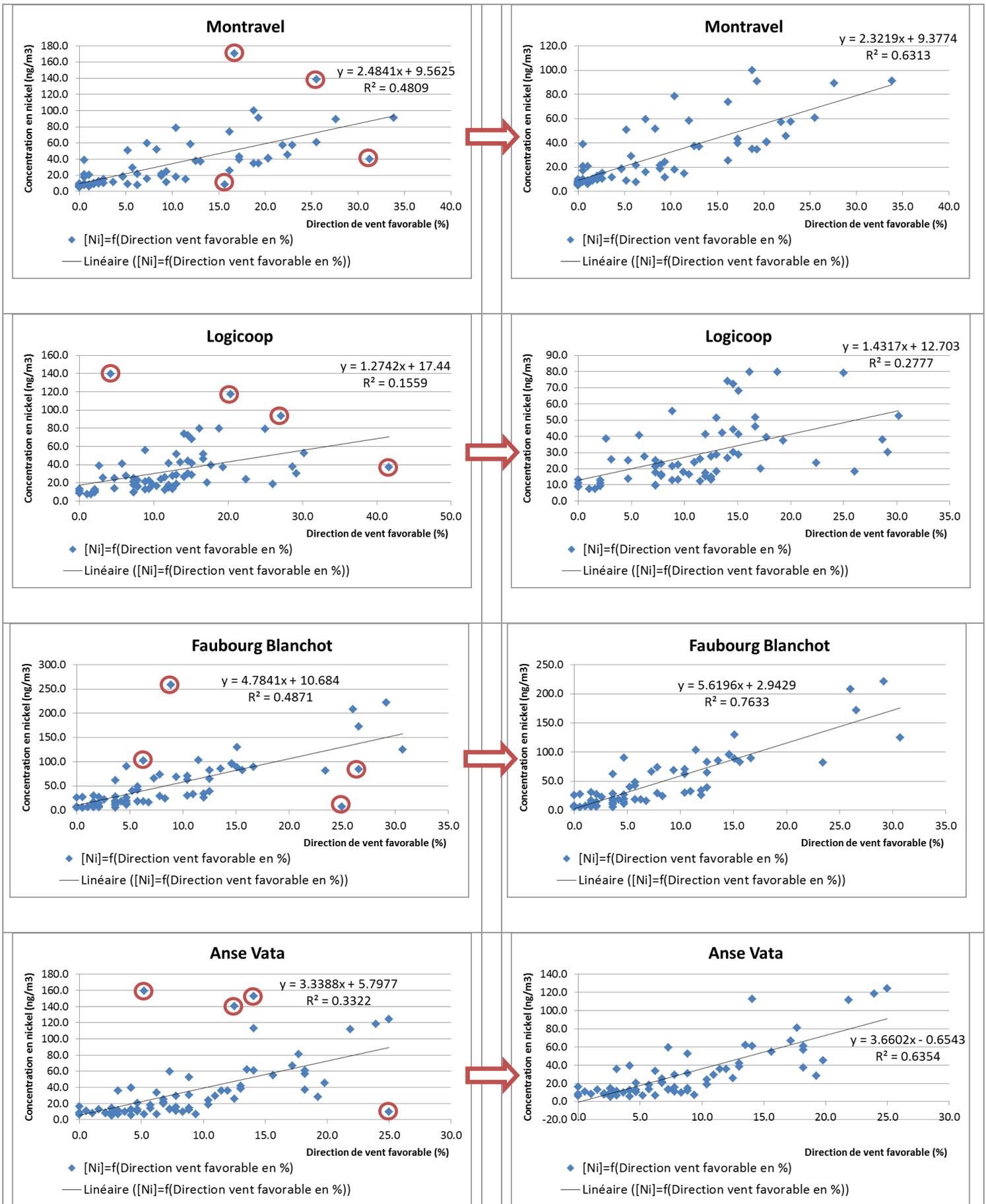


Figure 7 : Droites de régression linéaire - [Ni en µg/m<sup>3</sup>] =f(Direction vent favorable en %) sur les stations fixes du réseau de Nouméa

Les valeurs « atypiques » sont des points qui s'écartent particulièrement de la tendance générale de dispersion du nuage autour de la droite de régression. Un choix de 4 valeurs par station a été effectué pour une question d'homogénéité dans le traitement des résultats. Ces points « atypiques » s'écartent du comportement global du phénomène reliant les variables de concentration en nickel et de direction de vents favorables, ce qui justifie leur suppression dans le cadre de cette étude de corrélation.

Le Tableau X suivant récapitule les informations tirées des relations linéaires présentées dans la Figure 7.

**Tableau X : équations et coefficients de corrélation ( $R^2$ ) relatifs aux droites de régressions linéaires [Ni en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]=f(Direction vent favorable en %)**

	Relations linéaires avec valeurs « atypiques »		Relations linéaires sans valeurs « atypiques »	
	Equations	$R^2$	Equations	$R^2$
MONTRAVEL	$y = 2.4841x + 9.5625$	0.48	$y = 2.3219x + 9.3774$	0.63
LOGICOOP	$y = 1.2742x + 17.44$	0.16	$y = 1.4317x + 12.703$	0.28
FAUBOURG BLANCHOT	$y = 4.7841x + 10.684$	0.49	$y = 5.6196x + 2.9429$	0.76
ANSE VATA	$y = 3.3388x + 5.7977$	0.33	$y = 3.6602x - 0.6543$	0.64

De manière générale, plus le coefficient de corrélation ( $R^2$ ) est proche de 1, plus la corrélation entre les variables est forte. Plus ce coefficient est proche de 0 et moins les variables sont corrélées.

Les coefficients  $R^2$  issus des relations linéaires avec valeurs « atypiques » s'échelonnent de 0.16 pour la station de Logicoop à 0.49 pour la station du Faubourg Blanchot. Après suppression des quatre valeurs « atypiques » par station, les coefficients  $R^2$  s'échelonnent de 0.28 pour Logicoop à 0.76 pour le Faubourg Blanchot.

Les corrélations les plus importantes sont observées pour les stations du Faubourg Blanchot, de Montravel et de l'Anse Vata. La station de Logicoop affiche une corrélation très faible comparativement autres stations.

Si les coefficients  $R^2$  ne dépassent pas la valeur de 0.5 sur les relations linéaires avec valeurs « atypiques », ils atteignent des valeurs comprises entre 0.6 et 0.8 sur trois des quatre stations une fois ces valeurs ôtées.

La corrélation existant entre les variables de concentration en nickel et proportion de vent favorable est ainsi nettement plus élevée sans ces valeurs « atypiques ».

Bien que les coefficients  $R^2$  observés soient inférieurs à 0.9 (indicateur d'une très bonne corrélation), ces coefficients, notamment pour les stations du Faubourg Blanchot, de Montravel et de l'Anse Vata, indiquent une corrélation tout de même importante.

En effet, la corrélation des variables étudiées (concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des émissions de Doniambo vers les stations de mesure), subit

vraisemblablement l'influence de variables « annexes » qui agissent sur la manière dont elles se comportent.

La variable « concentration en nickel » est nécessairement influencée par les émissions de nickel dans l'air ambiant, notamment situées au niveau de l'agglomération de Nouméa. Si l'on considère la principale source **d'émission de particules de nickel sur la ville** (secteur de Doniambo), ces émissions ne sont pas constantes dans le temps et interfèrent donc nécessairement sur les concentrations en nickel mesurées dans l'air ambiant et donc sur la corrélation des deux variables étudiées.

En outre, on peut également citer la **vitesse du vent**, ainsi que le **relief (topographie)**, paramètres qui influencent très probablement la manière dont est dispersé le panache de poussières en provenance de Doniambo sur la ville.

D'autres paramètres météorologiques comme la hauteur de **couche limite ou les phénomènes d'inversion thermique**, peuvent également modifier les conditions de dispersion des particules. A ce titre, il serait intéressant d'étudier des radio-sondages effectués deux fois par jour par les services de Météo France Nouvelle-Calédonie sur la ville de Nouméa. Néanmoins, le format des données de radio-sondages s'avère inadapté à une exploitation statistique automatisée sur deux années d'observation.

**Au regard de ces éléments, il apparaît que les coefficients de corrélation linéaire observés pour les stations du Faubourg Blanchot, de Montravel et de l'Anse Vata, indiquent une bonne corrélation des variables environnementales étudiées.**

**Il est difficile d'interpréter la corrélation relativement faible observée pour la station de Logicoop (coefficient  $R^2 = 0.28$ ). On peut néanmoins émettre l'hypothèse de l'influence de la position de la station sur le terrain, qui se situe au niveau de la ligne de crête de la presqu'île de Ducos, contrairement aux autres stations qui se situent en zone urbaine relativement plate ou en creux de vallée.**

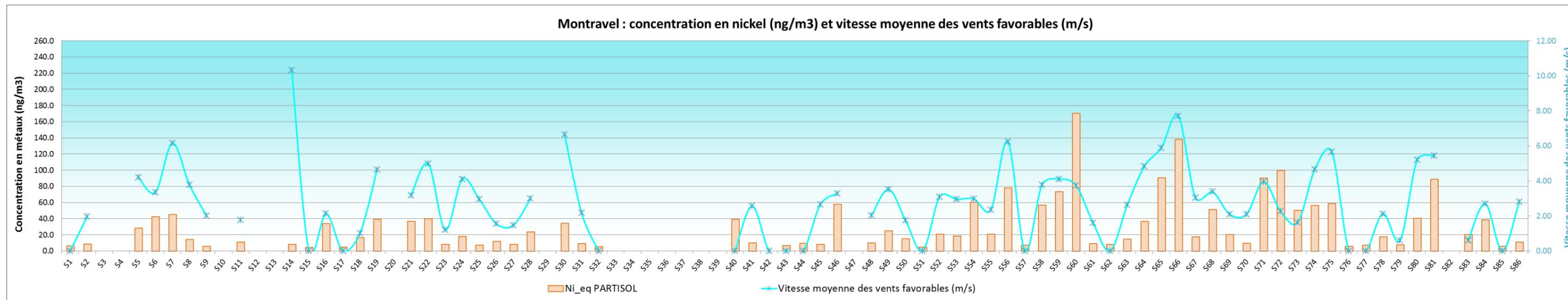


**Figure 8 : poussières rouges émises dans l'air ambiant au niveau de l'usine pyrométallurgique d'exploitation des minerais de nickel – Nouméa – secteur de Doniambo**

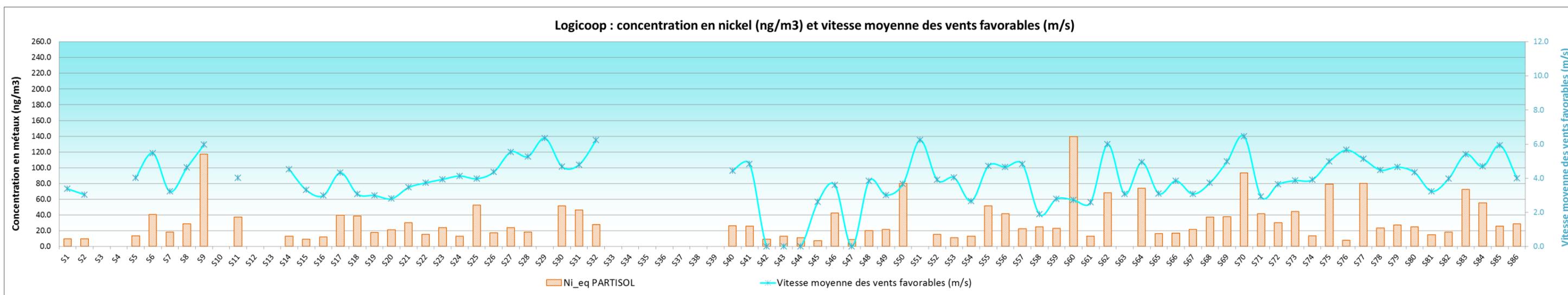
4.1.2.4.4. Exploitation graphique des données de concentration en nickel et vitesses moyennes de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Montravel (2012-2013)

Les Graphiques 26 à 29 réalisés également pour chacun des sites de mesure, permettent de visualiser la corrélation existant entre les concentrations en nickel et les vitesses moyennes des vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure.

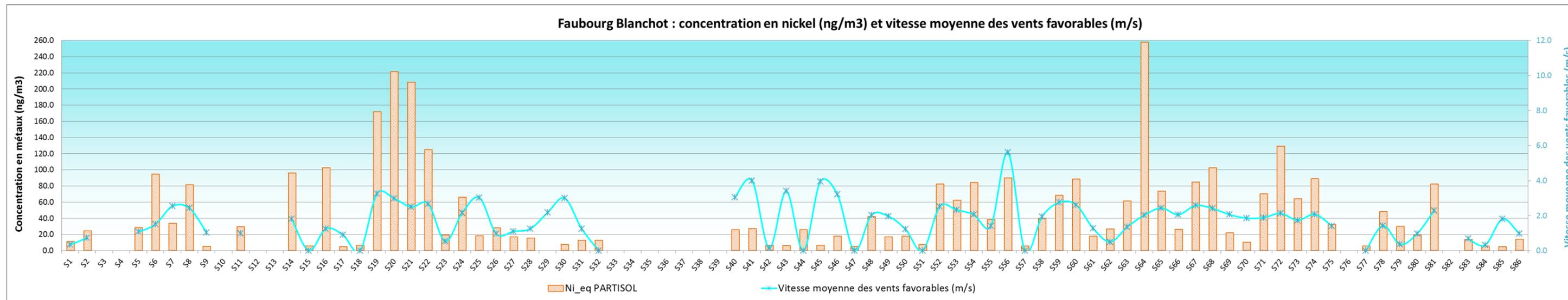
**Graphique 26 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Montravel (2012-2013)**



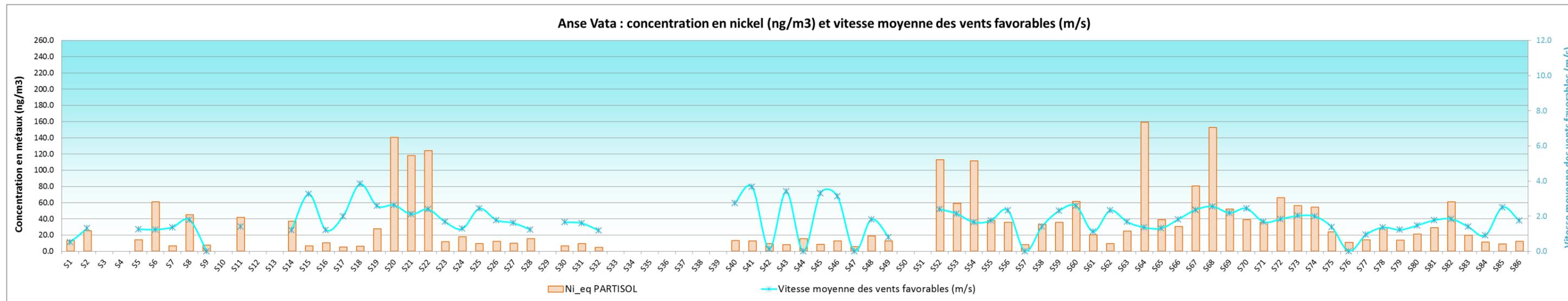
**Graphique 27 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Logicoop (2012-2013)**



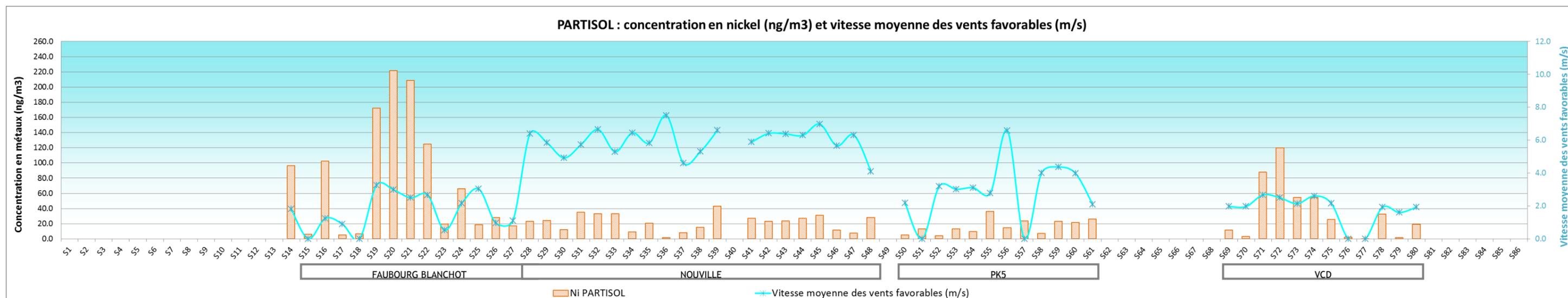
**Graphique 29 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure du Faubourg Blanchot (2012-2013)**



**Graphique 30 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de l'Anse Vata (2012-2013)**



**Graphique 28 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure PARTISOL (campagne laboratoire mobile 2012-2013)**



Il n'y a pas de corrélation bien nette entre les concentrations en nickel et la vitesse moyenne des vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure.

On peut néanmoins observer une tendance assez générale de présence des fortes concentrations en nickel en lien avec des conditions de vents moyen à forts (entre 3 et 8 m/s), notamment sur Logicoop et Montravel.

Sur le Faubourg Blanchot et l'Anse Vata, les fortes valeurs en nickel prédominent également dans des conditions rencontrées de vents les plus forts, majoritairement entre 2 et 4 m/s.

Sur les sites de mesure Partisol, cette tendance se dessine sur le site de la Vallée des Colons (VDC) mais tend à s'inverser sur le site de Nouville et PK5, pour lesquels les vents moyens à forts, de 3 à 8 m/s, ne sont pas corrélés à des valeurs de pointes maximales telles qu'on peut les observer sur la campagne en site fixe ou sur la VDC.

Il semble que les concentrations en nickel soient davantage et majoritairement corrélées à la direction des vents qu'à leur vitesse moyenne.

## 5. Conclusions et perspectives

Cette campagne de mesure des métaux au sein des poussières fines PM10 menée entre 2012 et 2013 s'inscrit dans le suivi annuel des concentrations mis en place depuis 2009 à l'échelle de l'agglomération de Nouméa.

La méthode corrective des concentrations mise au point dans le cadre de l'étude d'inter-comparaison des préleveurs de type ACCU et PARTISOL a permis de présenter dans ce rapport deux jeux de données :

- Les niveaux de métaux issus des préleveurs de type ACCU équipant les stations fixes de Nouméa, affichent des valeurs respectant les seuils sanitaires de référence à l'échelle des années 2012 et 2013.
- Les concentrations après application de cette méthode corrective sur les données de type ACCU, restent faibles à très faibles pour l'arsenic, le cadmium et le plomb, mais dépassent la valeur cible pour le nickel à l'échelle de l'année sur l'ensemble des stations fixes, avec des valeurs hebdomadaire ponctuellement très élevées sur certains quartiers et dans certaines conditions météorologiques.

On estime que les concentrations obtenues via la méthode corrective se rapprochent davantage de la réalité et permettent de réévaluer les niveaux de métaux jusqu'alors sous-estimés, vis-à-vis des valeurs sanitaires de référence. Cette hypothèse se voit renforcée lorsque l'on observe les niveaux de métaux réellement mesurés par le préleveur PARTISOL, qui est le préleveur de référence selon les normes européennes en vigueur, et qui accompagne le laboratoire mobile dans différents quartiers de Nouméa depuis 2012. En effet, si l'on compare ces niveaux moyens et valeurs de pointe hebdomadaires obtenus par le préleveur PARTISOL sur différents sites à ceux obtenus via la méthode corrective appliquée sur les sites fixes, ces niveaux sont du même ordre de grandeur.

Le suivi du mercure (Hg) réalisé sur l'année 2013 montre des valeurs très faibles sur l'ensemble des sites de mesure, et pour plus de 90%, en dessous des limites de quantification.

L'étude fine à l'échelle des 86 séries hebdomadaires réalisées entre 2012 et 2013, soit 376 filtres ayant fait l'objet d'analyse des métaux, a permis de mettre en évidence une évolution très similaire des niveaux de métaux d'une série à l'autre sur chaque site de mesure, attestant ainsi d'une origine commune, ou géographiquement proche des sources d'émissions des particules de métaux.

En outre, la corrélation positive observée entre les niveaux de dioxyde de soufre (très majoritairement émis au niveau du secteur de Doniambo), les niveaux de poussières fines PM10 et les niveaux de métaux, confirme l'origine majoritairement industrielle des métaux, déjà suspectée lors des campagnes de mesure 2009 à 2011. Ce constat apparaît très clairement pour le nickel, pour lequel l'importance de l'écart entre les valeurs minimales et maximales permet de visualiser précisément la corrélation.

Enfin, l'analyse fine des conditions météorologiques pour chacune des séries et chacun des sites de mesure a permis de mettre en évidence le lien étroit existant entre la direction des vents et les concentrations en nickel. En effet, il apparaît de manière assez précise que les concentrations en

nickel sont conditionnées par la présence de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure.

Ce constat atteste de l'origine industrielle très majoritaire du nickel, de granulométrie PM10 dans l'air ambiant de Nouméa, en provenance du secteur de Doniambo. Cette conclusion peut, au regard des points précédents, s'élargir aux polluants Arsenic, Cadmium et Plomb, pour lesquels s'ajoute la contribution probable des émissions routières, notamment pour les sites situés à proximité d'axe de circulation importants.

En 2014, une campagne de grande ampleur intégrant le déploiement de 4 préleveurs de référence de type PARTISOL sera effectuée sur les 4 stations fixes du réseau de Nouméa (Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot et l'Anse Vata).

Cette campagne permettra, pour la première fois, d'obtenir des concentrations en métaux mesurées grâce à la méthode de prélèvement de référence (PARTISOL) sur l'ensemble de la ville. Dans ce sens, les moyennes annuelles en métaux seront directement comparables aux valeurs sanitaires de référence, apportant ainsi une information valide et irréfutable dépassant le statut de données « indicatives ».

Les valeurs issues des prélèvements PARTISOL pourront être confrontées aux valeurs obtenues par la méthode d'équivalence, ce qui permettra également d'affiner les formules d'équivalence rendant possible le passage des valeurs issues de prélèvement ACCU aux valeurs dites équivalent PARTISOL.

A l'avenir, il s'avèrerait pertinent d'entreprendre une étude visant à identifier et à quantifier les différentes formes chimiques de métaux présentes dans l'air ambiant, notamment pour le nickel. En effet, les formes chimiques ou spéciation sous lesquelles les métaux sont présents au sein des particules conditionnent fortement leurs propriétés toxiques<sup>35</sup>. L'identification des formes chimiques présenterait en outre l'intérêt de mieux appréhender les effets sur la santé et de connaître plus précisément les sources d'émissions polluantes.

---

<sup>35</sup> CNRT « Nickel et son Environnement ». Tome Nickel et Société. Evaluation préliminaire de la toxicité des particules de sols de latérites en Nouvelle-Calédonie. Rendu scientifique. Edition 2011. p.9 – p.18

## 6. ANNEXES

### 6.1. Table des tableaux

Tableau I : Valeurs annuelles réglementaires en métaux lourds .....	14
Tableau II : Les sites de prélèvement et leurs caractéristiques .....	21
Tableau III : taux de représentativité annuels par polluant 2012 et 2013.....	27
Tableau IV : Périodes hebdomadaires de prélèvement de poussières PM10 – réseau de stations fixes et laboratoire mobile.....	28
Tableau V : Rappels des valeurs et seuils de références européens.....	32
Tableau VI : Concentrations moyennes en métaux sur les sites de mesure laboratoire mobile 2012 et 2013 – en ng/m <sup>3</sup> .....	35
Tableau VII : Concentrations en métaux des 16 séries ayant fait l’objet de mesure des composés As+Cd+Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn (en ng/m <sup>3</sup> ).....	42
Tableau VIII : directions « site de mesure / Doniambo » et secteurs des vents favorables à la dispersion des particules depuis Doniambo vers les sites de mesure.....	51
Tableau IX : récapitulatif des données : météorologique, d’émissions, de concentrations en nickel et statistiques de vent sur les 86 séries hebdomadaires (2012-2013).....	53
Tableau X : équations et coefficients de corrélation (R <sup>2</sup> ) relatifs aux droites de régressions linéaires [Ni en µg/m <sup>3</sup> ]=f(Direction vent favorable en %).....	86

### 6.2. Table des graphiques

Graphiques 1 : Concentrations moyennes en métaux par site de mesure en 2012 et 2013 – en ng/m <sup>3</sup> .....	33
Graphique 2 : Concentrations en arsenic par site de mesure et par série hebdomadaire 2012.....	37
Graphique 3 : Concentrations en cadmium par site de mesure et par série hebdomadaire 2012.....	37
Graphique 4 : Concentrations en plomb par site de mesure et par série hebdomadaire 2012.....	38
Graphique 5 : Concentrations en nickel par site de mesure et par série hebdomadaire 2012.....	38
Graphique 6 : Concentrations en arsenic par site de mesure et par série hebdomadaire 2013.....	39
Graphique 7 : Concentrations en cadmium par site de mesure et par série hebdomadaire 2013.....	39
Graphique 8 : Concentrations en plomb par site de mesure et par série hebdomadaire 2013.....	40
Graphique 9 : Concentrations en nickel par site de mesure et par série hebdomadaire 2013.....	40
Graphique 10 : Concentrations moyennes 2012-2013 en As, Cd, Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Ni, Pb, V et Zn à Logicoop et Montravel.....	43
Graphique 11 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Montravel (2012-2013).....	45
Graphique 12 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Montravel (2012-2013).....	45
Graphique 13 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Logicoop (2012-2013).....	46
Graphique 14 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Logicoop (2012-2013).....	46
Graphique 15 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Faubourg Blanchot (2012-2013).....	47
Graphique 16 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Faubourg Blanchot (2012-2013).....	47

– Anse Vata (2012-2013).....	48
Graphique 18 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Anse Vata (2012-2013).	48
Graphique 19 : Concentrations en As, Cd, Pb, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Campagne Partisol sur site laboratoire mobile (2012-2013) .....	49
Graphique 20 : Concentrations en Ni, en particules PM10 et SO <sub>2</sub> par série hebdomadaire – Campagne Partisol sur site laboratoire mobile (2012-2013) .....	49
Graphique 22 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Logicoop (2012-2013) .....	81
Graphique 21 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Montravel (2012-2013).....	81
Graphique 23 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure du Faubourg Blanchot (2012-2013).....	82
Graphique 24 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de l’Anse Vata (2012-2013) .....	82
Graphique 25 : Concentration en nickel et proportion de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure PARTISOL (campagne laboratoire mobile 2012-2013).....	82
Graphique 26 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Montravel (2012-2013) .....	89
Graphique 27 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de Logicoop (2012-2013).....	89
Graphique 28 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure du Faubourg Blanchot (2012-2013) .....	90
Graphique 29 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers les sites de mesure PARTISOL (campagne laboratoire mobile 2012-2013) .....	90
Graphique 30 : Concentration en nickel et vitesse moyenne de vents favorables à la dispersion des poussières fines depuis la zone industrielle de Doniambo vers le site de mesure de l’Anse Vata (2012-2013).....	90

## 6.3. Table des figures

Figure 1 : les poussières fines issues des émissions routières peuvent contenir des métaux lourds – sur la photo : embouteillage sur la VDO à l’entrée de Nouméa.....	13
Figure 2 : module ACCU – station du Faubourg Blanchot .....	15
Figure 3 : le SWAM-FAI équipant le laboratoire mobile.....	16
Figure 4 : Paramétrage d’un préleveur Partisol .....	16
Figure 5 : Série de filtres après prélèvements des particules PM10 et avant dosage des métaux .....	20
Figure 6 : Situation géographique des sites de prélèvement .....	25
Figure 7 : Droites de régression linéaire – $[Ni \text{ en } \mu\text{g}/\text{m}^3] = f(\text{Direction vent favorable en } \%)$ sur les stations fixes du réseau de Nouméa .....	85
Figure 8 : poussières rouges émises dans l’air ambiant au niveau de l’usine pyrométallurgique d’exploitation des minerais de nickel – Nouméa – secteur de Doniambo .....	88

## 6.4. Références bibliographiques

CITEPA. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – série sectorielles et analyses étendues. Format SECTEN. Avril 2010

CNRT « Nickel et son Environnement ». Tome Nickel et Société. Le nickel, le chrome, le cobalt et le manganèse dans les gisements de latérites de Nouvelle-Calédonie : Etude exploratoire sur la toxicité et l'exposition humaine. Rendu scientifique. Edition 2011

CNRT « Nickel et son Environnement ». Tome Nickel et Société. Evaluation préliminaire de la toxicité des particules de sols de latérites en Nouvelle-Calédonie. Rendu scientifique. Edition 2011

ADEME. Surveillance de la qualité de l'air ambiant - Guide de lecture des directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE. Données et références. Octobre 2009

ECOLE DES MINES DE DOUAI. Département Chimie et Environnement. ROBACHE Antoine, MATHE François, GALLOO Jean-Claude, HERBIN Benoît, MALET Bruno, 2000. Conditions de prélèvement des particules en vue de l'analyse des métaux. Etude n°3

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

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

GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-CALEDONIE. Arrêté n°2007-337/GNC du 18 janvier 2007 relatif aux caractéristiques du gazole importé pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie

SCAL-AIR. Etude comparative des préleveurs ACCU / SWAM / Partisol et des méthodes d'analyse ICP-MS / XRF. Août 2013

SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air dans le secteur de NUMBO - Nouméa - Laboratoire mobile. Mars - Juin 2012

SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant à Nouméa en 2011. Juillet 2012

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

SCAL-AIR. Mesure des métaux lourds dans l'air ambiant à Nouméa en 2010. Septembre 2011