



Association Calédonienne de Surveillance de la
Qualité de l'Air

**Campagne de mesure par
échantillonnage passif SO₂ - NO₂ sur
la ville de Nouméa du 8 au 15 juin
2011**



Rapport d'étude - décembre 2011

Conditions de diffusion

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

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

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

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

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

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

Intervenants

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

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

SOMMAIRE

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES.....	6
LISTE DES TABLEAUX DE DONNEES.....	7
LISTE DES FIGURES.....	8
1. INTRODUCTION.....	11
2. PRESENTATION DE L'ETUDE.....	12
2.1. LES POLLUANTS ETUDIES.....	12
2.2. LA REGLEMENTATION.....	13
2.2.1. REGLEMENTATIONS FRANÇAISE ET EUROPEENNE.....	13
2.2.2. REGLEMENTATION EN NOUVELLE-CALÉDONIE.....	13
2.3. VALEURS DE REFERENCE.....	14
2.3.1. LE SO ₂	14
2.3.2. LE NO ₂	14
3. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE.....	15
3.1. LE MATERIEL.....	15
3.1.1. LES ECHANTILLONNEURS PASSIFS.....	15
3.1.2. LES ANALYSEURS AUTOMATIQUES.....	15
3.2. LES SITES DE MESURES.....	16
4. RESULTATS ET COMMENTAIRES.....	18
4.1. INFLUENCE DE LA METEOROLOGIE.....	19
4.1.1. DIRECTIONS ET VITESSES DES VENTS DOMINANTS.....	19
4.1.2. TEMPERATURE, PLUVIOMETRIE, HYGROMETRIE.....	20
4.2. RESULTATS : LES DONNEES BRUTES.....	22
4.3. VALIDATION DES DONNEES.....	23
4.3.1. INCERTITUDES ET ERREURS DE MESURE.....	23
4.3.2. ANALYSE DES ECHANTILLONNEURS PASSIFS « BLANCS ».....	24
4.3.3. VALIDATION ET CORRECTION DES DONNEES BRUTES PAR COMPARAISON AUX DONNEES MESUREES PAR LES ANALYSEURS AUTOMATIQUES.....	24
4.4. REPRESENTATIONS CARTOGRAPHIQUES ET INTERPRETATIONS.....	26
4.4.1. DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂).....	27
4.4.2. DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂).....	29
4.4.3. SITUATION PAR RAPPORT AUX NORMES ET AUX MESURES PERMANENTES.....	33
5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	37
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	39
ANNEXE 1 : DONNEES METEOROLOGIQUES COMPLEMENTAIRES.....	40
ANNEXE 2 : CARTES COMPLEMENTAIRES.....	40

Liste des sigles et acronymes utilisés

AV : site de l'Anse Vata

FB: site du Faubourg Blanchot

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

LGC : site de Logicoop

MTR : site de Montravel

NO₂ : dioxyde d'azote

SO₂ : dioxyde de soufre

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Liste des tableaux de données

Tableau 1 : liste des sites de mesure et polluants mesurés	17
Tableau 2 : répartition des vents par secteur géographique et par secteur de vitesse, sur la période d'étude, du 8 au 15 juin 2011 (d'après les données fournies par Météo France)	20
Tableau 3 : données journalières de pluviométrie, température et hygrométrie sur la période de mesure (d'après les données fournies par Météo France)	20
Tableau 4 : concentrations moyennes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par polluant et par site de mesure .	22
Tableau 5 : concentrations moyennes par échantillonnage passif et par analyseur au niveau des quatre stations fixes de Nouméa	24
Tableau 6 : concentrations « brutes » moyennes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par polluant et par site de mesure – campagnes 2009-2010-2011	26
Tableau 7 : points de mesure affichant des concentrations supérieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur au moins l'une des 3 campagnes de mesure 2009, 2010 ou 2011	34
Tableau 8 : points de mesure affichant des concentrations supérieures à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur au moins l'une des 3 campagnes de mesure 2009, 2010 ou 2011	35

Liste des figures

Figure 1 : échantillonneurs passifs installés sur le site de la station de l'Anse Vata .	11
Figure 2 : installation des échantillonneurs passifs sur le site 32. Av James Cook - Nouville	15
Figure 3 : les tubes passifs NO ₂ avant exposition	16
Figure 4 : les 27 points de mesure sur la ville de Nouméa	18
Figure 5 : Rose des vents sur la période d'étude, du 8 au 15 juin 2011, d'après les données fournies par Météo France.....	19
Figure 6 : précipitations enregistrées sur Nouméa du 08 au 15 juin 2011 et humidité relative, d'après les données fournies par Météo France.....	21
Figure 7 : échantillonneurs passifs installés sur le site de la station du Faubourg Blanchot	25
Figure 8 : concentrations moyennes en SO ₂ (en µg/m ³) – campagne de mesure par échantillonnage passif sur 22 sites – Nouméa – du 08 au 15 juin 2011	27
Figure 9 : concentrations moyennes en dioxyde de soufre par typologie (en µg/m ³)	29
Figure 10 : concentrations moyennes en dioxyde de soufre par site et typologie (en µg/m ³).....	29
Figure 11 : concentrations moyennes en NO ₂ (en µg/m ³) – campagne de mesure par échantillonnage passif sur 15 sites – Nouméa – du 08 au 15 juin 2011	30
Figure 12 : vue sur le trafic routier, avenue Carcopino - Nouméa	31
Figure 13 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote par site et typologie (en µg/m ³).....	32
Figure 14 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote par typologie (en µg/m ³) .	32
Figure 15 : échantillonneurs passifs installés au niveau du site de la station de l'Anse Vata	37
Figure 16 : rose des vents du 01 janvier 1979 au 31 décembre 2008, données fournies par Météo France	40
Figure 17 : points de mesure par typologie – campagne de mesure par échantillonnage passif sur 27 sites – Nouméa – du 08 au 15 juin 2011	41
Figure 18 : représentation des concentrations moyennes en SO ₂ et NO ₂ par site de mesure - campagne de mesure par échantillonnage passif sur 27 sites – Nouméa – du 08 au 15 juin 2011.....	41

1. Introduction

Chaque année depuis 2009, une campagne de mesure par échantillonnage passif pour les polluants dioxyde de soufre (SO₂) et dioxyde d'azote (NO₂) est réalisée sur la ville de Nouméa.

Cette troisième campagne de mesure s'est déroulée du 8 au 15 juin 2011.

Au total, 87 tubes (51 pour le SO₂, 36 pour le NO₂) ont été utilisés, selon une répartition concernant 27 points de mesure.

Afin de pouvoir effectuer un suivi de l'évolution des niveaux de polluants mesurés d'une campagne à l'autre, la même base des points de mesure utilisée depuis 2009 a été conservée : une sélection de 27 sites de mesure sur 55 a été faite parmi les points les plus impactés lors des campagnes de mesure 2009 et 2010.

La mesure de l'ozone par échantillonnage passif a été arrêtée du fait des faibles concentrations observées à Nouméa tout au long de l'année.

Les campagnes 2009 et 2010 ont pu mettre en évidence deux types de répartition des polluants dioxyde d'azote et dioxyde de soufre sur la ville de Nouméa selon les conditions saisonnières rencontrées :

- Juin 2009 – saison fraîche : les vents faibles et variables ont conduit à la présence de dioxyde de soufre, polluant d'origine industrielle dans la plupart des quartiers de la ville et à l'accumulation de dioxyde d'azote, polluant traceur de la circulation automobile, au bord des axes de circulation les plus fréquentés.
- Février 2010 – saison chaude : les Alizés très présents de secteurs Est à Est-Sud/Est ont conduit à l'accumulation de dioxyde de soufre au niveau de la presqu'île de Ducos, et ont favorisé de très faibles concentrations de dioxyde d'azote aux bords des axes routiers par effet de dispersion.

Pour la campagne de juin 2011 faisant l'objet du présent rapport, des résultats proches de ceux de la campagne de juin 2009 sont attendus.



Figure 1 : échantillonneurs passifs installés sur le site de la station de l'Anse Vata

2. Présentation de l'étude

2.1. Les polluants étudiés

<i>POLLUANTS</i>	<i>PRINCIPALES SOURCES</i>	<i>EFFETS SUR LA SANTE</i>	<i>CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT</i>
Dioxyde de soufre (SO₂)	<ul style="list-style-type: none"> Centrales thermiques Véhicule diesel 	<ul style="list-style-type: none"> Irritation des muqueuses Irritation des voies respiratoires 	<ul style="list-style-type: none"> Pluies acides Dégradation des bâtiments
Dioxyde d'azote (NO₂)	<ul style="list-style-type: none"> Trafic routier maritime, aérien Centrales thermiques 	<ul style="list-style-type: none"> Irritation des bronches Favorise les infections pulmonaires chez l'enfant Augmente la gravité et la fréquence des crises chez les personnes asthmatiques 	<ul style="list-style-type: none"> Pluies acides Formation d'ozone Effet de serre (indirectement)

Le dioxyde de soufre (SO₂) provient majoritairement de la combustion de combustibles fossiles tels que les fiouls ou le charbon.

Son origine sur Nouméa est principalement industrielle (centrales thermiques, installations industrielles de combustion, essentiellement situées sur le site de Doniambo). Suivant la direction et la vitesse du vent, les fumées industrielles peuvent être rabattues au sol et retomber en panache occasionnant ainsi une pollution très localisée.

Ce polluant est un irritant des muqueuses, de la peau, des voies respiratoires supérieures (exacerbation des gênes respiratoires, troubles de l'immunité du système respiratoire...).

Sur le plan environnemental, le dioxyde de soufre se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène de pluies acides. Il contribue également à la dégradation des matériaux.

Le dioxyde d'azote (NO₂) appartient au groupe des oxydes d'azote NO_x, dont fait également partie le monoxyde d'azote (NO). Seul le NO₂ est concerné par cette campagne de mesure. En effet, ce composé est plus stable dans l'atmosphère, à température ambiante : le monoxyde d'azote émis par différentes sources se transforme rapidement en dioxyde d'azote au contact de l'ozone

Les oxydes d'azote sont des polluants principalement liés aux émissions du trafic routier. Ils sont émis par les moteurs et les installations de combustion à haute température de plus grande ampleur (centrale énergétique...).

Le dioxyde d'azote, très oxydant et corrosif, pénètre profondément dans les poumons où il fragilise la muqueuse face aux agressions infectieuses. Irritant les bronches, il augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.

2.2. La réglementation

2.2.1. Réglementations française et européenne

La réglementation française sur la qualité de l'air ambiant s'appuie essentiellement sur les directives européennes, parmi lesquelles on peut citer :

- La directive 96/62/CE du 27 septembre 1996 de la Communauté Européenne, dite directive « cadre » concerne l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant. Elle fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air.
- La directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe remplace la directive cadre 96/62/CE et les directives filles 2002/3/CE, 2000/69/C, 1999/30/CE et 2004/107/CE.
- Les directives « filles » au nombre de 4, détaillent les différents seuils de référence pour chaque polluant. Pour ce qui concerne le dioxyde de soufre, il s'agit de la directive 1999/30/CE du Conseil, du 22 avril 1999, relative à la fixation de valeurs limites pour l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant.

C'est la loi sur L'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie du 30 décembre 1996 (n°96-1236), couramment appelée loi LAURE, 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 métropole.

Plus d'information sur la réglementation relative à la qualité de l'air sur www.scalair.nc, rubrique *La qualité de l'air*.

2.2.2. Réglementation en Nouvelle-Calédonie

Les réglementations citées ci-dessus ne sont pas directement applicables à ce jour en Nouvelle-Calédonie. Il n'existe pas à l'heure actuelle de réglementation locale sur la qualité de l'air ambiant. Seule la réglementation provinciale des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), qui concerne les industries, fixe des prescriptions applicables à la surveillance de la qualité de l'air de certains sites industriels. Sur la zone de Nouméa, en ce qui concerne le SO₂, les arrêtés d'autorisation d'exploitation de la réglementation ICPE concernant la Société Le Nickel définissent des seuils à respecter sur des points de mesures prédéfinis. Les préconisations des réglementations précitées servent de références aux projets et études menés par Scal-Air.

2.3. Valeurs de référence

Les valeurs de références sont généralement définies sur 1h, plusieurs heures, une journée ou sur l'année civile. Ainsi, bien qu'aucune valeur de référence ne concerne la période « hebdomadaire » correspondant à la période d'exposition des échantillonneurs passifs, ces valeurs sont indiquées ci-dessous pour information.

2.3.1. Le SO₂

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	
350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24h/an (=percentile 99.7 des moy horaires sur l'année < 350 µg/m ³)	
125 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3j/an (=percentile 99.2 des moy jour sur l'année < 125 µg/m ³)	
Valeurs limites pour la protection des écosystèmes	
20 µg/m³ en moyenne annuelle	
Objectif de qualité	
50 µg/m³ en moyenne annuelle	
Seuils d'information-recommandation et d'alerte	
Information - recommandation : 300 µg/m³ en moyenne horaire	
Alerte : 500 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 3h consécutives	

2.3.2. Le NO₂

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	
200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 175h/an	
Valeurs limites pour la protection des écosystèmes	
30 µg/m³ en moyenne annuelle (en comptant les NO et NO ₂)	
Objectif de qualité	
40 µg/m³ en moyenne annuelle	
Seuils d'information-recommandation et d'alerte	
Information - recommandation : 200 µg/m³ en moyenne horaire	
Alerte : 400 µg/m³ en moyenne horaire	

3. Mise en œuvre de la campagne

3.1. Le matériel

3.1.1. Les échantillonneurs passifs

Scal-Air a utilisé des échantillonneurs (tubes) passifs développés par le laboratoire Suisse PASSAM AG. La prestation sélectionnée auprès de PASSAM AG inclut la fourniture du matériel ainsi que l'analyse des tubes.

La mesure d'un polluant par échantillonnage passif est basée sur le piégeage des molécules de polluant sur un absorbant chimique (réactif). Les échantillonneurs utilisés sont constitués d'un cylindre en plastique contenant le réactif et dans lequel l'air ambiant circule par diffusion passive. La quantité en polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration moyenne dans l'air durant la période d'exposition. Selon le constructeur, les seuils de détection sont de $0,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les échantillonneurs NO_2 et de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les échantillonneurs SO_2 .

Les échantillonneurs passifs sont bien adaptés à la réalisation de campagnes de mesures des polluants atmosphériques dans l'air ambiant portant sur un nombre important de sites. Ils sont largement utilisés par les organismes chargés de la surveillance de la qualité de l'air en métropole et dans le monde.



Figure 2 : installation des échantillonneurs passifs sur le site 32. Av James Cook - Nouville

3.1.2. Les analyseurs automatiques

Quatre points de mesure correspondent aux lieux d'implantation des stations fixes du réseau de surveillance de la qualité de l'air : Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot et Anse Vata.

Les analyseurs utilisés fournissent en continu des valeurs $\frac{1}{4}$ horaire, qui sont des moyennes des concentrations en polluants dans l'air ambiant tous les quarts d'heure, selon les méthodes de mesure de référence applicables.

Sur ces quatre points et pour chaque polluant, il est possible de comparer les mesures réalisées par des échantillonneurs passifs avec les mesures faites en continu par les analyseurs et d'envisager éventuellement des ajustements en fonction des écarts constatés. Cette méthode constitue un moyen de vérification et de validation couramment utilisé par les organismes de surveillance de la qualité de l'air.

3.2. Les sites de mesures

Les échantillonneurs ou tubes passifs ont été positionnés selon 27 points de mesure répartis sur la ville de Nouméa.

Pour chaque site, la typologie (urbaine, trafic ou industrielle) est indiquée. Les sites périurbains ont été assimilés à des sites urbains.

Les polluants mesurés ont été sélectionnés en fonction des caractéristiques du site : le dioxyde d'azote est principalement issu des émissions du trafic routier, le dioxyde de soufre est « traceur » des émissions industrielles.

Afin de limiter les incertitudes liées au dispositif de mesure, chaque site a fait l'objet de doublons : 2 échantillonneurs passifs ont été installés pour chaque polluant mesuré¹. Pour chaque point de mesure et chaque polluant, le résultat (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est la moyenne des deux valeurs mesurées.

Au niveau des points « stations fixes », les échantillonneurs ont été triplés.

Le tableau 1 de la page suivante présente la liste des points de mesure et leurs caractéristiques (numéro, nom des emplacements, typologie des sites et polluants mesurés).



Figure 3 : les tubes passifs NO₂ avant exposition

¹ un échantillonneur passif n'est pas fiable à 100%. Le fait de doubler la mesure sur chaque site permet de d'effectuer une comparaison puis une moyenne entre les deux concentrations mesurées.

Tableau 1 : liste des sites de mesure et polluants mesurés

N° site	Site de mesure	Typologie	SO ₂	NO ₂
1	Tindu	Urbaine de fond	X	
5	Entrée Ducos voie express	Trafic		X
6.1	Ecole Œilletts - R. Salée	Urbaine de fond	X	
9.1	Numbo	Industrielle	X	X
10.1	Station Logicoop	Industrielle	X	X
10.2	Rue S. Charlotte - Logicoop	Industrielle	X	
12	Rd-pt Ampère Ducos	Trafic		X
16	CHT Raoul Follereau - Ducos	Industrielle	X	
17	Rue Coudelou - Ducos	Industrielle	X	
19	Rd pt papeete - Ducos	Trafic	X	X
20.1	Station Montravel	Industrielle	X	X
21	Rd Pt Rabot - Belle Vie	Trafic	X	X
23	Rd-point Berthelot	Trafic		X
24.1	Montagne Coupée - VDO	Trafic	X	
24.2	Ecole Griscelli - VDT	Industrielle	X	
26.2	R. Gervolino - Aéodrome	Trafic		X
28	Université de Nouville	Urbaine de fond	X	
30	Sénat coutumier	Industrielle	X	
32	Av James Cook - Nouville	Industrielle	X	
34.2	Ecole Petit Poucet - VDT	Industrielle	X	
35.1	R. Benebig - Rd Pt Magenta	Trafic	X	X
35.2	Rue Mallarmé PdF	Urbaine de fond	X	
38.1	Avenue Victoire - QL	Trafic	X	X
38.2	Rue Benebig - VDC	Trafic	X	X
42	Av. Foch - Quartier Latin	Trafic		X
43	Station Faubourg Blanchot	Urbaine de fond	X	X
51	Station Anse Vata	Urbaine de fond	X	X

Typologie
Trafic
Industrielle
Urbaine de fond



Figure 4 : les 27 points de mesure sur la ville de Nouméa

Tableau 2 : répartition des vents par secteur géographique et par secteur de vitesse, sur la période d'étude, du 8 au 15 juin 2011 (d'après les données fournies par Météo France)

	<1.5	[1.5:2.5[[2.5:3.5[[3.5:4.5[[4.5:5.5[[5.5:8[>= 8	Cumul
[350 : 10]	2.9	1.2	0.6	0.6				2.3
[10 : 30]	1.7	2.9	0.6	0.6				4.1
[30 : 50]	1.2	9.9	1.2	1.2	0.6	0.6		13.4
[50 : 70]	0.6	2.3	6.4	2.3	4.1	5.2		20.3
[70 : 90]	0.6	1.2	3.5	1.7	1.2	4.1		11.6
[90 : 110]	0.6	2.9	0.6		4.7	2.3		10.5
[110 : 130]	0.6	1.2	1.7	3.5	1.7	4.1		12.2
[130 : 150]	0.6	1.2	1.2	1.7		2.9		7.0
[150 : 170]					0.6	1.7	0.6	2.9
[170 : 190]				0.6			0.6	1.2
[190 : 210]		1.2						1.2
[210 : 230]		0.6	1.2	1.2				2.9
[230 : 250]		0.6		0.6	0.6			1.7
[250 : 270]	1.2							
[270 : 290]	0.6	1.2						1.2
[290 : 310]	0.6	0.6						0.6
[310 : 330]		2.3						2.3
[330 : 350]	0.6	2.3	1.7	0.6				4.7
Cumul	11.6	31.4	18.6	14.5	13.4	20.9	1.2	100%

4.1.2. Température, pluviométrie, hygrométrie

Tableau 3 : données journalières de pluviométrie, température et hygrométrie sur la période de mesure (d'après les données fournies par Météo France)

	Pluviométrie en mm	Humidité relative (HR) en %	Température en degré C
08/06/2011	0.0	75	22.8
09/06/2011	0.0	71	23.5
10/06/2011	0.0	79	22.6
11/06/2011	0.0	81	22.2
12/06/2011	0.0	81	24.7
13/06/2011	0.2	89	22.9
14/06/2011	0.1	89	22.9
15/06/2011	0.0	74	24.6

Les précipitations à Nouméa durant la période de mesure du 08 au 15 juin 2011 ont été très faibles : 0.3 mm.

Les températures enregistrées correspondent à la moyenne pour la saison.

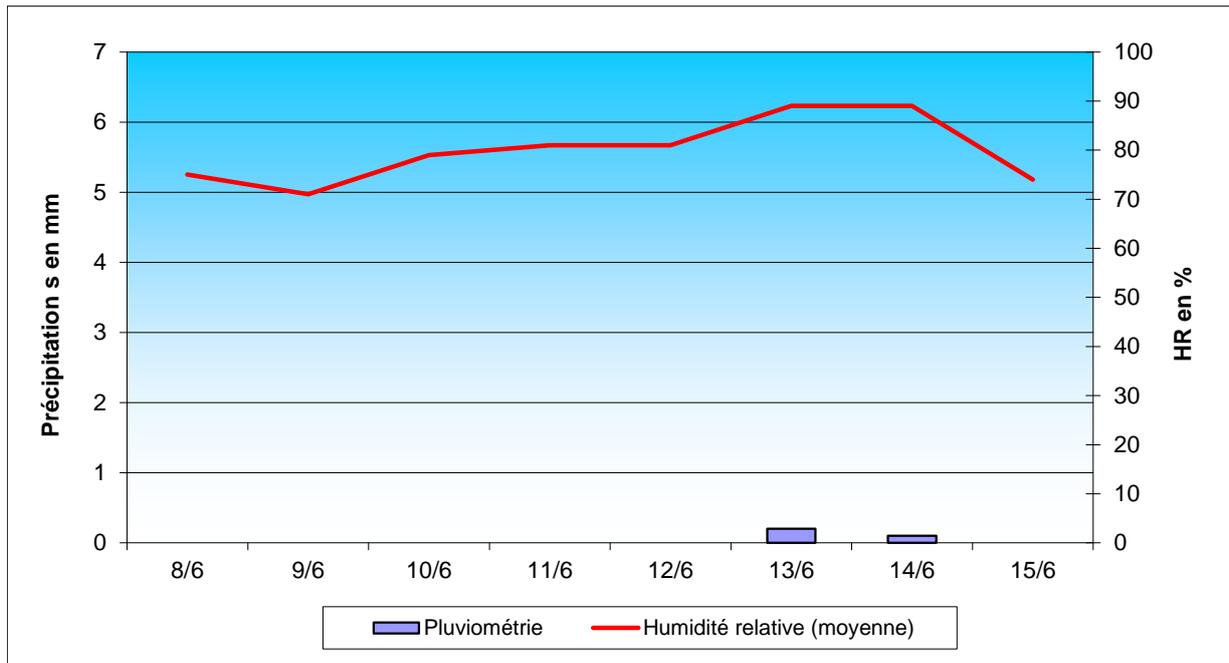


Figure 6 : précipitations enregistrées sur Nouméa du 08 au 15 juin 2011 et humidité relative, d’après les données fournies par Météo France

4.2. Résultats : les données brutes

Les mesures par échantillonnage passif permettent de connaître les valeurs moyennes des concentrations en polluants correspondant à la période d'exposition de 7 jours.

Les résultats suivants sont issus des concentrations moyennes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par polluant et par site de mesure fournis par le laboratoire d'analyse (*Passam AG*). Il s'agit des données brutes.

Tableau 4 : concentrations moyennes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par polluant et par site de mesure

N° site	Site de mesure	Typologie	SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Tindu	Urbaine de fond	1.9	/
5	Entrée Ducos voie express	Trafic	/	50.9
6.1	Ecole Œilletts - R. Salée	Urbaine de fond	3.2	/
9.1	Numbo	Industrielle	1.1	16.4
10.1	Station Logicoop	Industrielle	6.6	14.1
10.2	Rue S. Charlotte - Logicoop	Industrielle	5.7	/
12	Rd-pt Ampère Ducos	Trafic	/	37.1
16	CHT Raoul Follereau - Ducos	Industrielle	5.4	/
17	Rue Coudelou - Ducos	Industrielle	9.3	/
19	Rd pt papeete - Ducos	Trafic	1.7	33.5
20.1	Station Montravel	Industrielle	1.4	16.3
21	Rd Pt Rabot - Belle Vie	Trafic	2.2	40.0
23	Rd-point Berthelot	Trafic	/	49.1
24.1	Montagne Coupée - VDO	Trafic	2.1	/
24.2	Ecole Griscelli - VDT	Industrielle	1.1	/
26.2	R. Gervolino - Aéodrome	Trafic	/	20.4
28	Université de Nouville	Urbaine de fond	3.0	/
30	Sénat coutumier	Industrielle	1.3	/
32	Av James Cook - Nouville	Industrielle	2.7	/
34.2	Ecole Petit Poucet - VDT	Industrielle	1.2	/
35.1	R. Benebig - Rd Pt Magenta	Trafic	2.9	39.4
35.2	Rue Mallarmé PdF	Urbaine de fond	1.1	/
38.1	Avenue Victoire - QL	Trafic	1.0	39.4
38.2	Rue Benebig - VDC	Trafic	1.2	26.8
42	Av. Foch - Quartier Latin	Trafic	/	39.9
43	Station Faubourg Blanchot	Urbaine de fond	1.0	13.4
51	Station Anse Vata	Urbaine de fond	0.8	12.1

4.3. Validation des données

Afin d'exploiter rigoureusement les résultats de la campagne, il est nécessaire de s'assurer de la validité des données et de la qualité des mesures. Il n'existe pas de méthode statistique largement acceptée pour valider les données terrain et seule l'expertise humaine peut permettre la validation finale. Néanmoins, certaines méthodes peuvent servir de guide à la décision.

4.3.1. Incertitudes et erreurs de mesure

4.3.1.1. Les sources

De nombreux facteurs sont sources d'incertitude et/ou d'erreurs de mesure. Certains sont liés à la mise en œuvre de la campagne, d'autres à la méthode de mesure elle-même. On peut citer notamment :

- Les modalités de transport et de conservation des tubes,
- Les conditions extérieures (température, hygrométrie, vent...),
- Les phénomènes localisés pouvant intervenir à proximité du tube ou à l'intérieur de celui-ci (insectes, introduction d'eau, feu à proximité...),
- La méthode d'analyse des tubes,
- La méthode de calcul des résultats, dans lequel entre en jeu de nombreux paramètres (débit d'échantillonnage, conditions ambiantes...).

A titre d'information, selon les données du fournisseur Passam AG, l'incertitude maximale de mesure pour chaque type de tube est de :

- 19% pour le NO₂, sans distinction de concentration,
- 57 % pour le SO₂, pour des concentrations mesurées inférieures à 10 µg/m³.
- 22.1 % pour le SO₂, pour des concentrations comprises entre 20 et 40 µg/m³

4.3.1.2. Les précautions pour limiter les incertitudes

Afin de limiter les incertitudes et les erreurs de mesure, un certain nombre de précautions ont été prises :

- Le conditionnement des tubes (pièce climatisée / réfrigérateur),
- Le transport dans des compartiments thermiquement isolés et protégeant de la chaleur,
- Les modes d'installation et de récupération des tubes selon les recommandations du fournisseur.

- L'utilisation de doublons : pour chaque site de mesure, deux tubes spécifiques d'un polluant ont été installés. Ainsi, pour chaque point de mesure, deux valeurs sont disponibles et une moyenne peut être calculée.
- La mise en place sur les points de mesure « station » de triplés : ces points de mesure servent de référence pour certaines méthodes de correction des données brutes par comparaison aux données analyseurs. Les corrections apportées sont d'autant plus précises que les mesures par tube sont nombreuses.

4.3.2. Analyse des échantillonneurs passifs « blancs »

Afin de vérifier que les échantillonneurs passifs n'ont pas été contaminés, des tubes « blancs » ont été utilisés. Ces tubes sont identiques à ceux exposés sur les points de mesure mais ne sont pas exposés à l'air ambiant.

Les blancs de laboratoire restent au lieu de stockage durant toute la campagne de mesure (pièce climatisée). Les blancs de "terrain" suivent le même parcours de distribution que les tubes de mesure mais ne sont pas exposés à l'air ambiant.

L'analyse des échantillonneurs blancs montre des valeurs proches de zéro, inférieures au seuil de détection. Ainsi, on estime que la contamination est nulle ou très faible.

4.3.3. Validation et correction des données brutes par comparaison aux données mesurées par les analyseurs automatiques

Depuis 2009, une méthode corrective issue des mesures effectuées par les analyseurs automatiques est appliquée aux données brutes.

Cette méthode peut se résumer par l'application de coefficients correctifs calculés en fonction des écarts constatés entre les concentrations issues des échantillonneurs et celles issues des analyseurs au niveau des quatre stations fixes (site de Logicoop, de Montravel, du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata).

Tableau 5 : concentrations moyennes par échantillonnage passif et par analyseur au niveau des quatre stations fixes de Nouméa

<i>N° site</i>	<i>Site de mesure</i>	<i>SO₂ (µg/m³)</i>	<i>NO₂ (µg/m³)</i>
43	Station FB - tubes	1.0	13.4
	Station FB - analyseurs	4.4	9.9
51	Station AV - tubes	0.5	12.1
	Station AV - analyseurs	1.5	8.1
10.1	Station LGC - tubes	6.6	14.1
	Station LGC - analyseurs	14.1	5.3
20.1	Station MTR - tubes	1.4	16.3
	Station MTR - analyseurs	2.4	9.5

Ce tableau révèle de forts écarts de mesure sur l'ensemble des quatre sites, ce qui dans une moindre mesure avait été constaté en 2009 et 2010. En outre, ces écarts ne semblent pas cohérents du point de vue de leur stabilité d'un site à l'autre : les pourcentages d'écarts entre les mesures par tube et les mesures par analyseur ne sont pas constants, ce qui révèle un biais aléatoire. Ainsi, le calcul des coefficients correctifs sur la base de ces écarts aboutirait à un ajustement des concentrations comportant également aléatoire.

Les sources de ces problèmes sont connues :

- Une incertitude de mesure élevée par analyseur pour les concentrations faibles, entre 0 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que ce soit pour le NO_2 ou le SO_2 . Selon le constructeur, le seuil de détection est de l'ordre de 1 ppb, soit 2.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'analyseur de SO_2 et de 0.4 ppb, soit 0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- L'absence de site trafic fixe pour la mesure du NO_2 : en effet, la correction se base uniquement sur les mesures effectuées au niveau de stations de fond pour le dioxyde d'azote (polluant traceur de la circulation automobile), et les concentrations mesurées sur ces stations sont très faibles, notamment en période de vents moyens à forts. Ainsi, les concentrations étant faibles sur ces sites, l'incertitude de mesure par analyseur l'est d'autant plus.
- La méthode corrective ne s'applique en principe que sur des séries de données comprenant un grand nombre d'analyseurs automatiques (supérieur à 10).

Si l'utilisation de la méthode corrective depuis 2009 avait pour objectif l'ajustement des concentrations mesurées par les échantillonneurs de manière à s'approcher des concentrations « réelles », telles qu'elles seraient affichées par les analyseurs, le retour d'expérience des trois campagnes de mesure montre que ce n'est pas forcément le cas. En effet, si la correction a le mérite de vouloir « redresser » la série de données vers des résultats qui auraient été obtenus par l'utilisation d'analyseurs automatiques, les incertitudes résultant des raisons évoquées plus haut sont telles qu'elles risquent de rendre incomparables les séries de données d'une année sur l'autre.

Ainsi, les données brutes ont été utilisées directement.

Le tableau 6 de la page suivante présente les données brutes issues des trois campagnes de mesure par échantillonnage passif sur Nouméa.

Notons que, bien que la correction ne soit plus appliquée, la comparaison des données analyseurs/échantillonneurs sur trois ans confirme la tendance à la sous-estimation des niveaux de SO_2 et la surestimation des niveaux de NO_2 par les échantillonneurs.



Figure 7 : échantillonneurs passifs installés sur le site de la station du Faubourg Blanchot

Tableau 6 : concentrations « brutes » moyennes (en µg/m³) par polluant et par site de mesure - campagnes 2009-2010-2011

N° site	Site de mesure	Typologie	SO2 2009	SO2 2010	SO2 2011	NO2 2009	NO2 2010	NO2 2011
1	Tindu	Urbaine de fond	<0.3	8.5	1.9	13.3	3.4	/
2	Kaméré	Urbaine de fond	<0.3	dégrad.	/	/	/	/
3	Turbine élec Ducos	Industrielle	<0.3	1.0	/	29.8	8.8	/
5	Entrée Ducos voie express	Trafic	<0.3	3.6	/	51.1	20.6	50.9
6.1	Ecole Œillets - R. Salée	Urbaine de fond	<0.3	3.8	3.2	28	4.9	/
9.1	Numbo	Industrielle	3.2	14.1	1.1	17.2	7.6	16.4
9.2	Ndu - terrain cricket	Industrielle	1.8	31.2	/	/	/	/
10.1	Station Logicoop	Industrielle	3.6	9.3	6.6	14.6	4.3	14.1
10.2	Rue S. Charlotte - Logicoop	Industrielle	<0.3	27.7	5.7	/	/	/
11	Rue Audrain - Ducos	Industrielle	1.8	6.7	/	/	/	/
12	Rd-pt Ampère Ducos	Trafic	2.1	0.4	/	47.4	19.5	37.1
13	R. des Roussettes - R. Salée	Urbaine de fond	1.2	1.9	/	24.9	5.0	/
14	Rue Iekawe - 6e km	Trafic	/	/	/	41.2	13.0	/
16	CHT Raoul Follereau - Ducos	Industrielle	3.0	26.6	5.4	/	/	/
17	Rue Coudelou - Ducos	Industrielle	1.9	28.2	9.3	/	/	/
19	Rd pt papeete - Ducos	Trafic	1.8	6.6	1.7	46.9	12.1	33.5
20.1	Station Montravel	Industrielle	1.4	0.3	1.4	24.2	3.4	16.3
20.2	Echangeur Impérial - 4e km	Trafic	<0.3	0.3	/	41.5	8.2	/
21	Rd Pt Rabot - Belle Vie	Trafic	2.6	1.0	2.2	42.4	15.5	40
23	Rd-point Berthelot	Trafic	0.8	0.3	/	64.2	25.5	49.1
24.1	Montagne Coupée - VDO	Trafic	1.1	0.9	2.1	32.4	12.3	/
24.2	Ecole Griscelli - VDT	Industrielle	3	0.3	1.1	/	/	/
24.3	Rue M. Jones - Haut Magenta	Industrielle	3.6	0.8	/	/	/	/
25.1	Parc Forestier	Urbaine de fond	/	/	/	/	/	/
25.2	Rue A. Ohlen - PdF	Trafic	<0.3	1.1	/	36.4	6.3	/
26.0	Rue Moreau - Aerodrome	Urbaine de fond	/	/	/	/	/	/
26.1	Magenta Aerodrome	Trafic	1.6	1.3	/	26.5	3.6	/
26.2	R. Gervolino - Aéodrome	Trafic	/	/	/	26	6.8	20.4
28	Université de Nouville	Urbaine de fond	<0.3	4.5	3.0	16.4	3.5	/
30	Sénat coutumier	Industrielle	1.5	1.4	1.3	/	/	/
31	Lycée J. Garnier - Nouville	Industrielle	0.8	0.5	/	24.2	7.9	/
32	Av James Cook - Nouville	Industrielle	2.1	2.3	2.7	37.2	9.8	/
33	Rd Pt Patch - Centre ville	Trafic	2.3	0.3	/	52.9	15.1	/
34.1	Collège Vallée du Tir	Industrielle	dégrad.	0.3	/	/	/	/
34.2	Ecole Petit Poucet - VDT	Industrielle	2.1	0.3	1.2	/	/	/
34.3	Rd-pt 2 Vallées - VDT	Trafic	/	/	/	37.7	11.1	/
35.1	R. Benebig - Rd Pt Magenta	Trafic	/	/	2.9	46.1	20.2	39.4
35.2	Rue Mallamé PdF	Urbaine de fond	<0.3	0.6	1.1	15.9	3.2	/
35.3	Rue Benebig vdc	Trafic	/	/	/	/	13.5	/
35.4	Rue Benebig magenta	Trafic	/	/	/	/	14.9	/
36	Univ. Magenta - Aerodrome	Trafic	<0.3	2.7	/	26	8.7	/
37.1	Hôtel de ville - CV	Trafic	<0.3	1.3	/	47.3	23.0	/
37.2	Place des cocotiers - CV	Urbaine de fond	/	/	/	/	/	/
38.1	Avenue Victoire - QL	Trafic	3.4	3.2	1.0	52.4	17.6	39.4
38.2	Rue Benebig - VDC	Trafic	2.5	5.3	1.2	51.4	9.0	26.8
39.1	Ecole C. Koch - VDC	Urbaine de fond	<0.3	0.4	/	/	/	/
39.2	R. Verteuil - Haut VDC	Urbaine de fond	<0.3	1.6	/	/	/	/
40	Ecole M. Amiot - Magenta	Urbaine de fond	/	/	/	/	/	/
42	Av. Foch - Quartier Latin	Trafic	2.8	0.9	/	50.7	18.4	39.9
43	Station Faubourg Blanchot	Urbaine de fond	0.6	0.8	1.0	17.5	3.3	13.4
48	Ecole Receiving	Urbaine de fond	<0.3	0.3	/	/	/	/
49	Motor Pool	Trafic	3.3	3.3	/	37.4	9.8	/
50	N'Géa	Urbaine de fond	/	/	/	/	/	/
51	Station Anse Vata	Urbaine de fond	1.9	0.4	0.8	14.4	2.5	12.1
52	Hippodrome	Industrielle	1.6	0.9	/	31.5	6.7	/
54	Ouen Toro	Urbaine de fond	/	/	/	/	/	/

4.4. REPRESENTATIONS CARTOGRAPHIQUES ET INTERPRETATIONS

Les représentations cartographiques ci-après ont été réalisées à partir des données brutes de concentrations. Au fur et à mesure des campagnes, l'expérience accumulée permettra d'affiner l'analyse de ces données, notamment par comparaison des campagnes et des conditions météorologiques.

4.4.1. Dioxyde de soufre (SO₂)

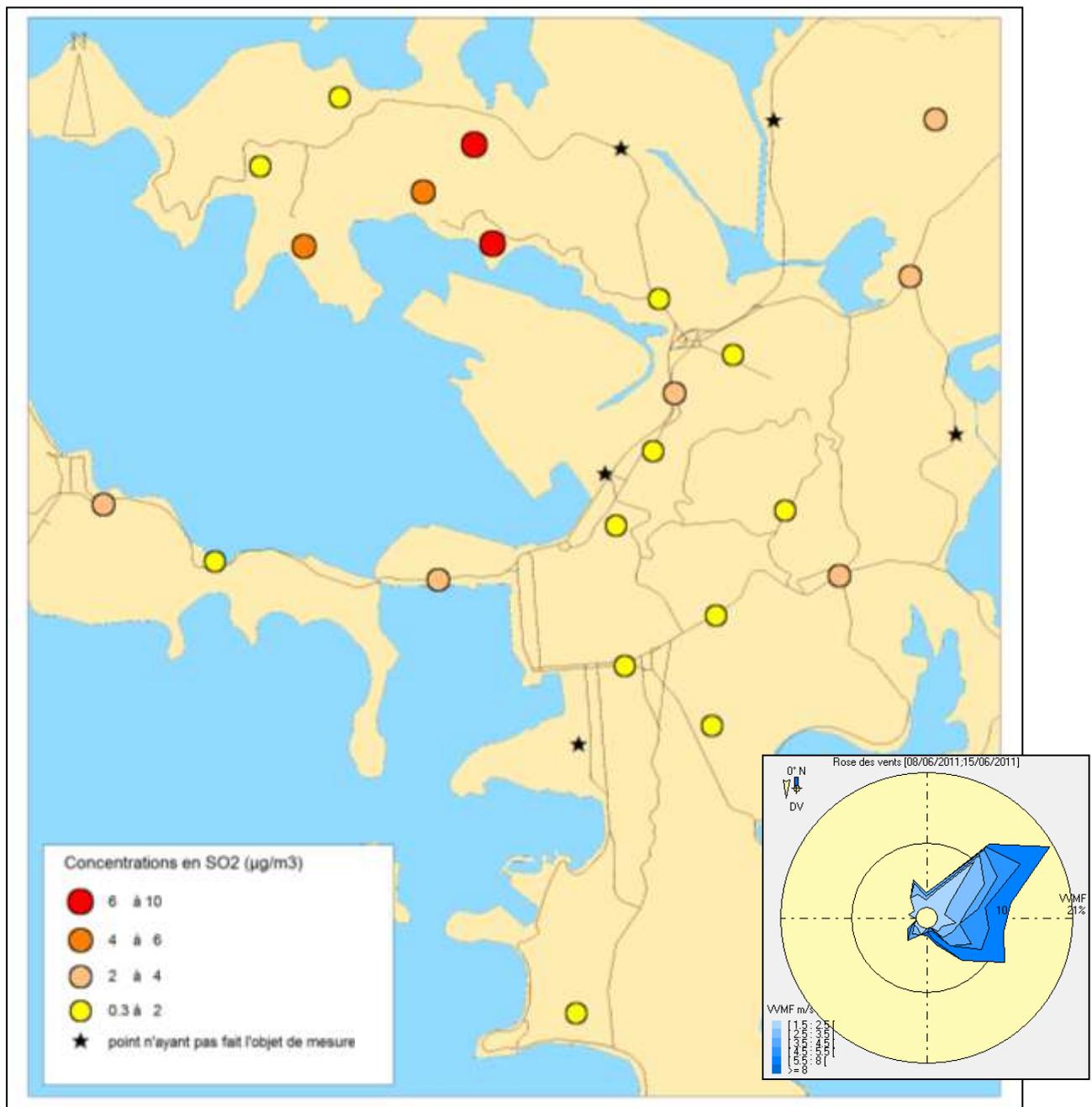


Figure 8 : concentrations moyennes en SO₂ (en µg/m³) - campagne de mesure par échantillonnage passif sur 22 sites - Nouméa - du 08 au 15 juin 2011

On observe que les points faisant l'objet des concentrations les plus élevées sont situés au nord-ouest de la ville : quartiers de Ducos et de Logicoop.

De manière assez homogène, les autres quartiers de la ville affichent les concentrations les plus faibles, avec des valeurs comprises entre 1 et 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le point le plus impacté sur la durée de la campagne est le *17_Rue Coudelou – Ducos* avec une concentration de 9.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, suivi du point *10.1_Station Logicoop*, avec une valeur de 6.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La moyenne sur Nouméa est de 2.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la semaine.

L'influence des conditions de vents

Ces résultats sont à mettre en lien avec les conditions de vents rencontrées durant la campagne de mesure : les points les plus impactés par la pollution au SO_2 se trouvent sous les vents de secteur Est-Sud/Est de la centrale thermique de Doniambo, source majoritaire d'émissions de SO_2 sur la ville.²

Malgré la présence majoritaire de vent de secteurs Nord-Est à Est, les points de mesure de la presqu'île de Nouville, théoriquement sous l'influence des émissions de Doniambo par ces conditions de vents, affichent des valeurs faibles.

Cette situation est difficilement interprétable. Nous pouvons néanmoins proposer des explications :

- les émissions d'origine industrielle peuvent potentiellement subir un effet de dissipation important au niveau de la grande rade, espace de mer séparant Doniambo et Nouville.
- une dispersion verticale des émissions qui peut être plus marquée par vent de secteur Est-Nord/Est, notamment dans des conditions de vent faible.

L'influence des émissions de polluant

A Nouméa, le complexe industriel de Doniambo est l'émetteur principal de SO_2 . Ainsi, la variabilité des émissions³ a une influence sur les concentrations mesurées.

En temps normal, la centrale thermique est alimentée en fioul HTS⁴ et l'utilisation de fioul BTS⁵ ou TBTS⁶ dans certaines conditions⁷ a pour effet de limiter les concentrations de SO_2 dans l'air ambiant.

Pendant la durée de la campagne, la centrale électrique du site a fonctionné partiellement avec du fioul à très basse teneur en soufre (TBTS), ce qui a pour effet de réduire les émissions de SO_2 .

D'après les données fournies par l'industriel, ce mode de fonctionnement concerne environ 24% de la durée de la campagne 2011 contre 11 % pour la campagne 2010 et 43% pour la campagne de juin 2009.

Ce facteur d'émission explique, en partie, les concentrations de SO_2 plus faibles que celles enregistrées au cours de la campagne 2010.

² Voir partie 4.1.1 directions et vitesse des vents dominants. p.19

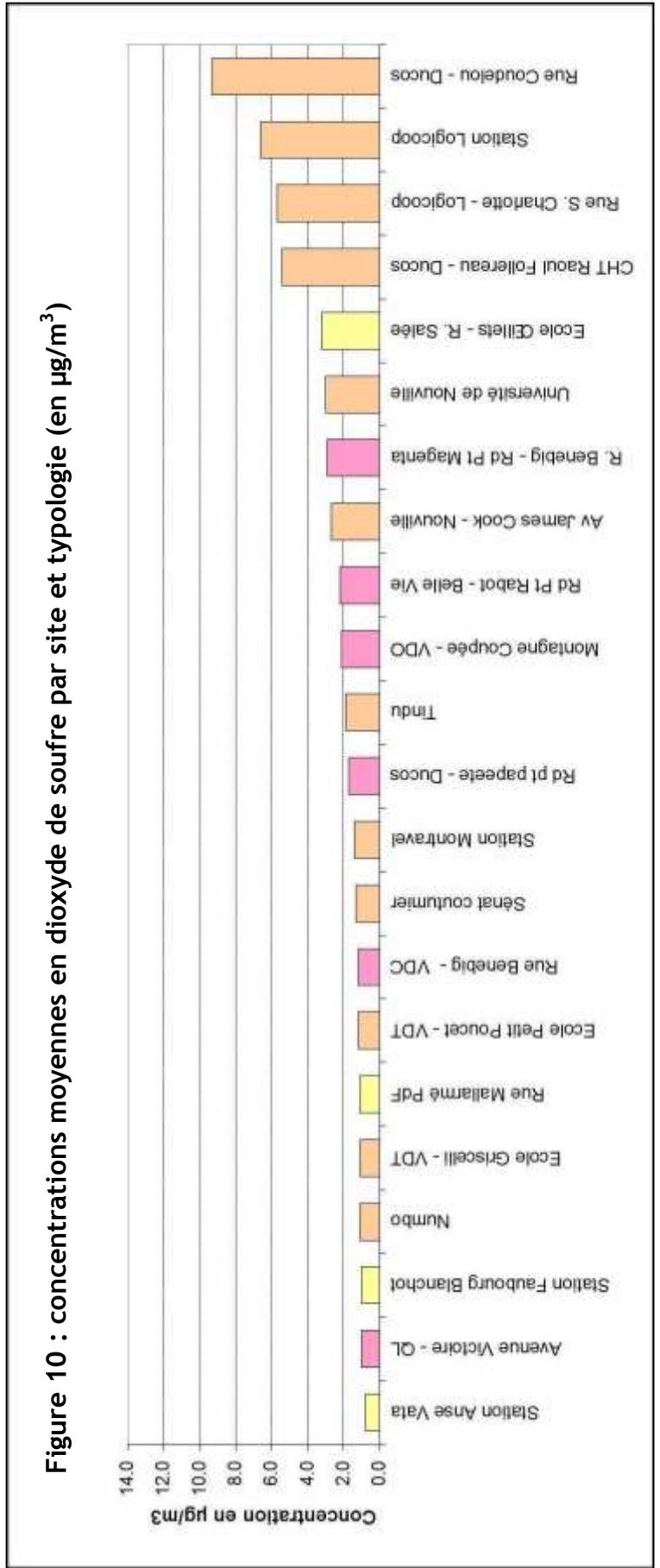
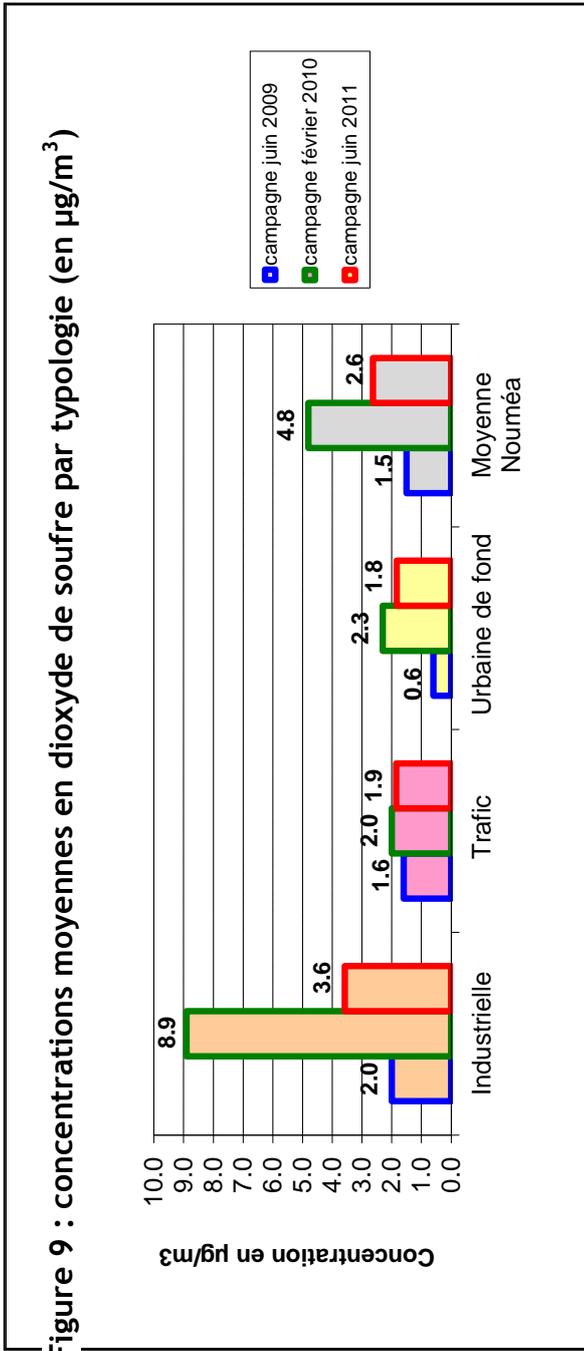
³ Ce qui est directement rejeté dans l'air

⁴ Haute Teneur en Soufre (< = 4%)

⁵ Basse Teneur en Soufre (< = 2%)

⁶ Très Basse Teneur en Soufre (< = 1%)

⁷ Conditions définies dans l'Arrêté 11387-2009 autorisant la Société Le Nickel -SLN SA à poursuivre l'exploitation de son usine de traitement de minerai de nickel de Doniambo, sur le territoire de Nouméa.



NB : afin de les rendre comparables aux données 2011, les concentrations moyennes en dioxyde de soufre 2009 et 2010 sont issues des données brutes non corrigées.

4.4.2. Dioxyde d'azote (NO₂)

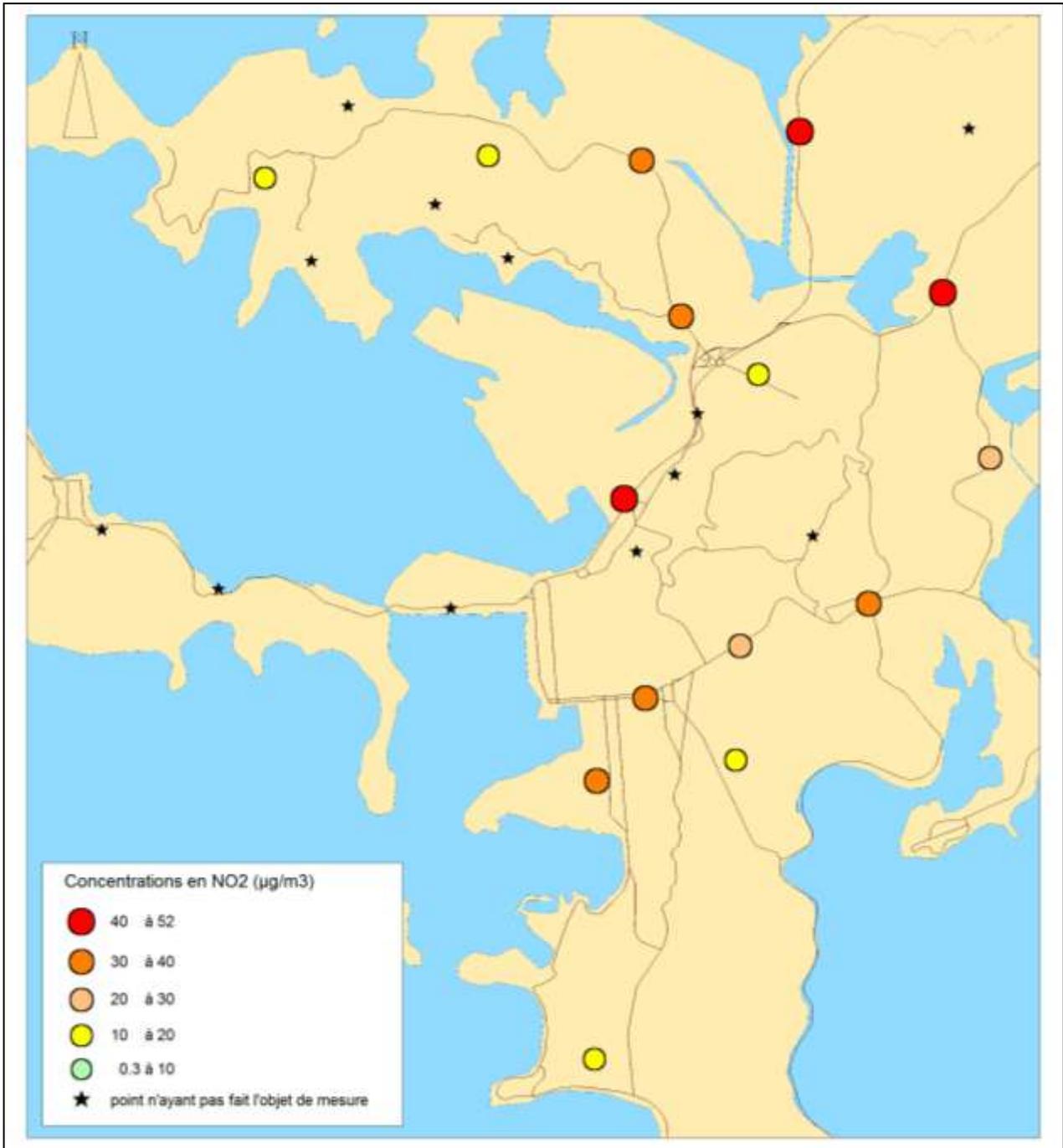


Figure 11 : concentrations moyennes en NO₂ (en µg/m³) - campagne de mesure par échantillonnage passif sur 15 sites - Nouméa - du 08 au 15 juin 2011

A l'image des résultats des campagnes de mesure précédentes, les points faisant l'objet des concentrations les plus élevées sont situés aux abords des ronds-points et axes de circulation les plus fréquentés de la ville : le long de la voie express (VDO), l'avenue de la Victoire, la rue Bénébig (VDC), la route de la Baie des dames (ZI Ducos), les ronds-points Berthelot et Belle Vie.

La concentration moyenne en dioxyde d'azote sur Nouméa est de $29.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

C'est le point n°5 (Entrée Ducos voie express) qui affiche la concentration la plus forte avec $50.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, suivi des points n°23 (rond-point Berthelot sur la VDO) avec $49.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et n°21 (rond-point Belle Vie) avec $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De manière générale, les points situés aux abords des axes routiers secondaires ou en zone urbaine affichent les concentrations les plus faibles. Dans le même sens, les niveaux mesurés sur les stations fixes du réseau de Scal-Air sont très faibles.

Par comparaison à la campagne 2009, réalisée à la même période de l'année (mois de juin), les concentrations mesurées en 2011 sont du même ordre de grandeur, avec tout de même des valeurs de pointes plus élevées en 2009, entre 60 et $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ce constat s'explique en grande partie par la présence de vents plus soutenus en 2011, favorables à la dispersion des polluants (NO_2) dès leurs émissions : 35.5 % de vents moyens à forts supérieurs à 4.5 m/s (9 kt) en 2011 contre 17.8 % en 2009.



Figure 12 : vue sur le trafic routier, avenue Carcopino - Nouméa

Figure 14 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote par typologie (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

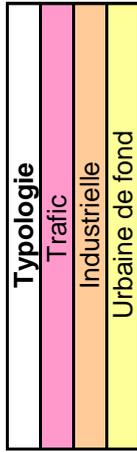
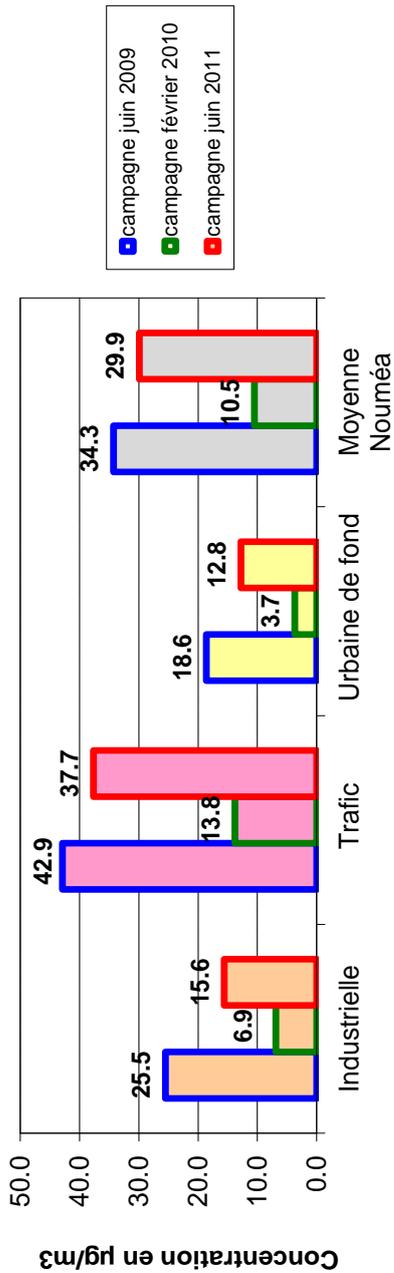
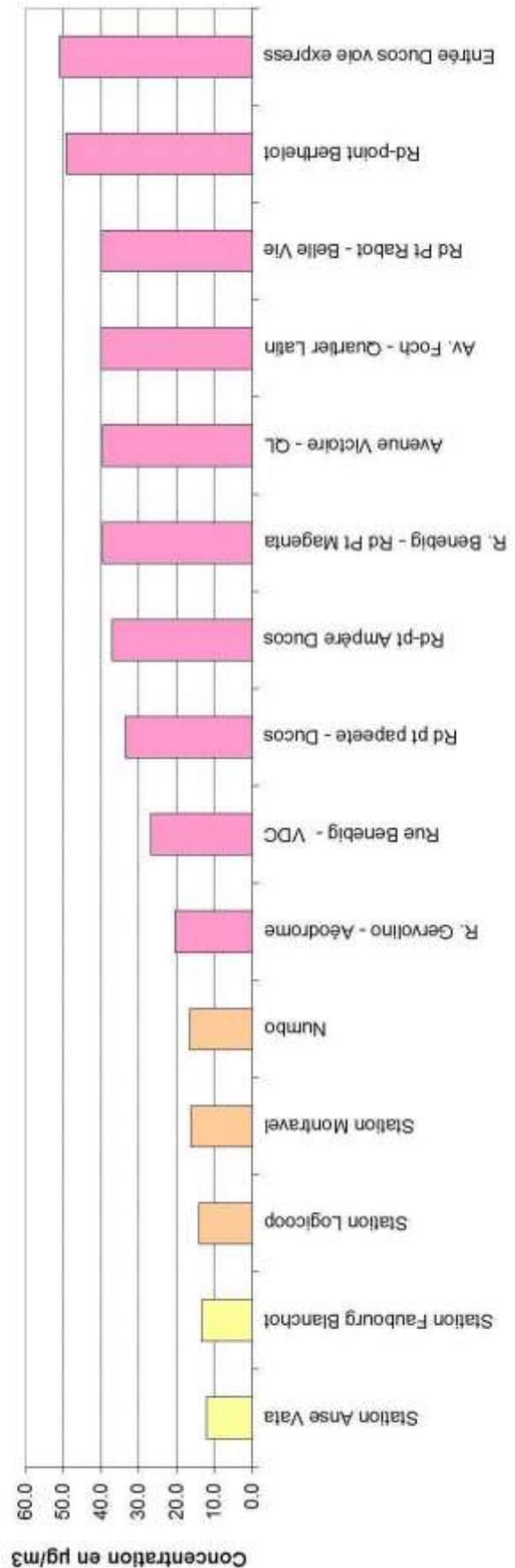


Figure 13 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote par site et typologie (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



NB : afin de les rendre comparables aux données 2011, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote 2009 et 2010 sont issues des données brutes non corrigées.

4.4.3. Situation par rapport aux normes et aux mesures permanentes

L'échantillonnage passif permet de comparer les niveaux mesurés aux valeurs de référence et seuils de type annuel dans certaines conditions définies par la réglementation européenne.

Dans notre cas, la période d'une semaine de campagne est relativement courte et ne permet pas de comparer les résultats aux valeurs de référence annuelles : les normes européennes¹⁰ considèrent qu'il est nécessaire de mettre en place une surveillance sur 14% de l'année (soit 8 semaines au moins) pour avoir des données représentatives.

Néanmoins, à titre indicatif, ces comparaisons ont été faites. Les points de mesure les plus impactés par la pollution, pouvant potentiellement faire l'objet de dépassements de valeurs limites de références, ont ainsi été identifiés.

Notons que les conditions de vents rencontrées correspondent à des conditions de type intersaison, de forces moyennes à faibles, toujours sous l'influence des Alizés de secteurs Est, avec la présence périodique de vents de secteurs Ouest.

Au final, ces conditions sont très similaires à celles rencontrées en moyenne sur l'année à Nouméa¹¹.

Ainsi, bien que la campagne 2011 n'ait duré qu'une semaine, on peut considérer qu'elle témoigne d'une bonne représentativité des conditions rencontrées annuellement à Nouméa.

4.4.4.1. Cas du dioxyde de soufre (SO₂)

L'objectif de qualité pour le SO₂ est fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle. La valeur critique pour la protection de la végétation, est fixée, en moyenne annuelle, à 20 µg/m³. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de ne pas dépasser 20 µg/m³ en moyenne sur 24h.

Pour cette campagne, les concentrations les plus élevées sont de l'ordre de 10 µg/m³. Les valeurs de références et de recommandation sont donc largement respectées sur la période de mesure.

On remarque une stabilité des sites ayant fait l'objet des concentrations les plus importantes en 2010. Ces sites se trouvent sur la presqu'île de Ducos, sous les vents de secteurs Est-Sud/Est à Sud Est très présents au cours des campagnes 2010 et 2011 :

10.1 - Station Logicoop : 9.3 µg/m³ en 2010 et 6.6 µg/m³ en 2011 ;

16 - CHT Raoul Follereau – Ducos : 26.6 µg/m³ en 2010 et 5.4 µg/m³ en 2011 ;

10.2 - Rue S. Charlotte – Logicoop : 27.7 µg/m³ en 2010 et 5.7 µg/m³ en 2011 ;

17 - Rue Coudelou – Ducos : 28.2 µg/m³ en 2010 et 9.3 µg/m³ en 2011.

Ces résultats confirment le constat établi au regard des études précédentes, relatif à l'impact majoritaire de la pollution d'origine industrielle sur l'extrémité de la presqu'île de Ducos (secteurs de Ducos / Logicoop / Numbo / Tindu).

Pour ce qui concerne les seuils de référence horaires, les mesures en continu sur le site de la station de Logicoop montrent une valeur de pointe à 260 µg/m³ mesurée le 14/06/2011 à 19h. Cette valeur est proche du seuil d'information horaire fixé à 300 µg/m³ en moyenne horaire. La moyenne journalière a été de 58 µg/m³ de dioxyde de soufre.

En regard des valeurs mesurées sur Logicoop, et de par la situation géographique des points les plus touchés par la pollution par le dioxyde de soufre, il est possible que des dépassements du seuil horaire aient eu lieu au niveau de l'extrémité de la presqu'île de Ducos.

¹⁰ Selon la Directive 2008/50/CE

¹¹ 4.1.1. Directions et vitesses des vents dominants .p.19 / l'Annexe 1 : rose des vents sur 30 ans. p 40.

Le tableau 7 présente les points de mesure affichant des concentrations supérieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur au moins l'une des 3 campagnes de mesure 2009, 2010 ou 2011. La valeur de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été sélectionnée de manière à identifier les points les plus impactés des séries étudiées : on estime que les points dont les concentrations par tube sont supérieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont susceptibles de connaître des dépassements de seuil de référence à l'échelle de l'année¹².

Tableau 7 : points de mesure affichant des concentrations supérieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur au moins l'une des 3 campagnes de mesure 2009, 2010 ou 2011

N° site	Site de mesure	Typologie	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Juin 2009	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Fev 2010	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Juin 2011
1	Tindu	Urbaine de fond	< 0.3	8.5	1.9
9.1	Numbo	Industrielle	3.2	14.1	1.1
9.2	Ndu - terrain cricket	Industrielle	1.8	31.2	/
10.1	Station Logicoop	Industrielle	3.6	9.3	6.6
10.2	Rue S. Charlotte - Logicoop	Industrielle	< 0.3	27.7	5.7
11	Rue Audrain - Ducos	Industrielle	1.8	6.7	/
16	CHT Raoul Follereau - Ducos	Industrielle	3.0	26.6	5.4
17	Rue Coudelou - Ducos	Industrielle	1.9	28.2	9.3
19	Rd pt papeete - Ducos	Trafic	1.8	6.6	1.7
38.2	Rue Benebig - VDC	Trafic	2.5	5.3	1.2

NB : concentrations issues des données brutes non corrigées¹³.

4.4.4.2. Cas du dioxyde d'azote (NO₂)

La valeur de l'objectif de qualité fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est atteinte ou dépassée sur 3 sites de mesure¹⁴ : 5 - *Entrée Ducos voie express* : $50.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 21 - *Rd Pt Rabot / Belle Vie* : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 23 - *Rd-point Berthelot* : $49.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Certains sites affichent des valeurs très proches de cet objectif, entre 35 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En juin 2009, 13 points de mesure avaient des valeurs supérieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces points avaient été classés comme potentiellement soumis à des concentrations supérieures à l'objectif de qualité annuel¹⁵. On observe une stabilité des points les plus impactés entre 2009 et 2011 : les points les plus impactés sont les mêmes d'une campagne à l'autre et correspondent aux axes et ronds-points principaux de la ville.

¹² SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif SO₂-NO₂ sur la ville de Nouméa – du 18 au 25 février 2010 .p. 41.

¹³ Voir partie 4.3.3 *Validation des données brutes* p.24.

¹⁴ En orange dans le tableau

¹⁵ SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif SO₂ - NO₂ - O₃ sur la ville de Nouméa – juin 2009. p.34

Tableau 8 : points de mesure affichant des concentrations supérieures à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur au moins l'une des 3 campagnes de mesure 2009, 2010 ou 2011

<i>N° site</i>	<i>Site de mesure</i>	<i>Typologie</i>	NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Juin 2009	NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Fev 2010	NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Juin 2011
5	Entrée Ducos voie express	Trafic	51.1	20.6	50.9
12	Rd-pt Ampère Ducos	Trafic	47.4	19.5	37.1
14	Rue Iekawe - 6e km	Trafic	41.2	13.0	/
19	Rd pt papeete - Ducos	Trafic	46.9	12.1	33.5
20.2	Echangeur Impérial - 4e km	Trafic	41.5	8.0	/
21	Rd Pt Rabot - Belle Vie	Trafic	42.4	15.5	40
23	Rd-point Berthelot	Trafic	64.2	25.5	49.1
24.1	Montagne Coupée - VDO	Trafic	32.4	12.3	/
32	Av James Cook - Nouville	Industrielle	37.2	9.8	/
33	Rd Pt Patch - Centre ville	Trafic	52.9	15.1	/
34.3	Rd-pt 2 Vallées - VDT	Trafic	37.7	11.1	/
35.1	R. Benebig - Rd Pt Magenta	Trafic	46.1	20.2	39.4
37.1	Hôtel de ville - CV	Trafic	47.3	23.0	/
38.1	Avenue Victoire - QL	Trafic	52.4	17.6	39.4
38.2	Rue Benebig - VDC	Trafic	51.4	9.0	26.8
42	Av. Foch - Quartier Latin	Trafic	50.7	18.4	39.9
49	Motor Pool	Trafic	34.4	9.2	/

NB : concentrations issues des données brutes non corrigées¹⁶.

Ces résultats confirment l'influence de la périodicité saisonnière des conditions de vents sur les concentrations de dioxyde d'azote mesurées :

- En saison chaude, les vents majoritairement forts favorisent la dispersion de la pollution issue du trafic routier dès son émission – conditions rencontrées lors de la campagne de février 2010,
- En saison fraîche, les vents majoritairement faibles favorisent l'accumulation de cette pollution à proximité des axes de circulation les plus importants – conditions rencontrées lors des campagnes de juin 2009 et juin 2011. En outre, notons que février est une période où le trafic connaît une diminution inhérente aux vacances scolaires.

Rq : la carte de l'Annexe 2 (p. 42) permet de visualiser les niveaux de SO₂ et de NO₂ par sites de mesure.

¹⁶ Voir partie 4.3.3 Validation des données brutes p.24.

4.4.4.3. Situation par rapport au réseau de mesures fixes

La campagne 2011 confirme les constats mis en évidence lors des précédentes campagnes :

De manière générale, pour le SO₂ et le NO₂, c'est la station de l'Anse Vata qui affiche systématiquement les concentrations les plus faibles, suivi de la station du Faubourg Blanchot.

Pour le SO₂, la station de Logicoop est le point de mesure fixe le plus impacté. Se situant en limite du cône de vent dominant, c'est la station fixe la plus soumise à la pollution d'origine industrielle.

Pour le NO₂, les écarts importants entre les mesures sur sites urbains de fond et sur sites trafics se confirment encore en 2011 : les sites « stations fixes » affichent des valeurs 4 à 5 fois inférieures aux sites de mesure trafic en moyenne sur les campagnes de mesure 2009 à 2011. C'est le site de la station urbaine et industrielle de Montravel (16.3 µg/m³), qui affiche les niveaux les plus forts, légèrement plus élevés que ceux mesurés au niveau des autres sites de Logicoop (14.1 µg/m³), du Faubourg Blanchot (13.4 µg/m³) et de l'Anse Vata (12.1 µg/m³).

4.4.4.4. Suivi des secteurs les plus pollués et perspectives d'évolution du réseau fixe

Au-delà des stations fixes du réseau de mesures, les campagnes de mesures par échantillonnage permettent d'identifier des zones potentiellement à surveiller de manière permanente ou qui devraient faire l'objet d'un suivi régulier.

En regard des résultats des campagnes de mesure 2009, 2010 et 2011, ces zones sont :

Pour le SO₂ : les quartiers de N'Du, Numbo, Tindu, Ducos (Ouest de la presqu'île / Rue Papeete) et Logicoop.

Dans une moindre mesure et dans les cas où le vent ne correspond pas au régime de vent majoritaire des Alizés, les quartiers situés à proximité immédiate de la zone industrielle de Doniambo : ZI Ducos, Montravel, Montagne Coupée, Vallée du Tir, Centre Ville.

En 2010, une campagne de mesure a été effectuée par le laboratoire mobile au niveau du terrain de cricket du quartier de N'Du. Avec une moyenne de 16 µg/m³ sur la période de mesure (de janvier à juin 2011), ce secteur souffre effectivement d'une pollution chronique par le dioxyde de soufre par vent d'Est-Sud/Est¹⁷. Aucun dépassement de seuil n'a cependant été enregistré sur la durée de la campagne bien que les valeurs horaires se soient approchées de la barre des 300 µg/m³. Durant cette campagne de mesure, selon les données fournies par l'industriel, la centrale thermique de Doniambo émettrice de dioxyde de soufre a fonctionné avec du fioul Très Basse Teneur en Soufre (TBTS) durant environ 20 % du temps, ce qui représente environ 22 000 m³ de fioul TBTS consommé.

De manière à mieux apprécier les niveaux de dioxyde de soufre sur la presqu'île de Ducos, le laboratoire mobile sera placé dans le secteur de Numbo et un analyseur sera positionné au niveau de la rue Papeete de Ducos au cours du premier semestre 2012.

Pour le NO₂ : le rond-point Doniambo de la rue Berthelot (23), le rond-point des rues Ampère et de la Baie-des-Dames à Ducos (12), le rond-point Rabot – Belle Vie (21), le rond-point de la rue Papeete à Ducos (19), l'Avenue Victoire au centre ville (38.1), l'avenue Foch au centre ville (42), la voie express à l'entrée de Ducos ZI (5), la rue Benebig reliant le centre ville et la Vallée des Colons (38.2).

¹⁷ SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air au niveau du secteur de N'Du - Nouméa - de février à juin 2011. (rapport disponible en février 2012)

Après deux premières campagnes de mesure trafic effectuées en 2010 rue Gallieni au centre-ville de Nouméa et 2011, et le long de la VDO à proximité du rond-point Berthelot, une troisième campagne trafic aura lieu en début d'année 2012 dans le secteur de Ducos, rue de la Baie des Dames.

Les mesures de la rue Gallieni¹⁸, réalisées en saison chaude en 2010, bien que n'ayant pas été effectuées sur la même période que la campagne tube 2010, ont montré des niveaux de pointe horaires de 30 à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et des niveaux moyens journaliers de l'ordre de 15 à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ce qui correspond vraisemblablement aux mesures effectuées lors de la campagne tube 2010. En effet, les niveaux moyens journaliers sont comparables aux niveaux hebdomadaires mesurés par échantillonnage passif.

Les mesures réalisées au niveau de la VDO à proximité du rond-point Berthelot d'août à décembre 2011 (saison fraîche) ont montré des niveaux de pointe horaires de l'ordre de 50 à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et des niveaux moyens journaliers situés entre 30 et 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Entre octobre et décembre 2011 (saison chaude), les niveaux mesurés sur le site de la VDO ont été de l'ordre de ceux mesurés rue Gallieni en 2010 sur la même période. Ces résultats confirment les valeurs mesurées par tube passif.



Figure 15 : échantillonneurs passifs installés au niveau du site de la station de l'Anse Vata

¹⁸ SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air au niveau de l'hôtel de Ville de Nouméa - Rue Gallieni Laboratoire mobile - de septembre à décembre 2010.

5. Conclusions et perspectives

Les résultats de cette campagne de juin 2011 viennent confirmer l'influence de la périodicité saisonnière des conditions météorologiques sur la répartition et les niveaux des polluants mesurés.

En saison fraîche, les vents majoritairement faibles favorisent l'accumulation des émissions routières (dioxyde d'azote) au niveau des axes de circulation importants, ce qui fut le cas pour les campagnes de juin 2009 et juin 2011.

Le dioxyde de soufre, polluant d'origine industrielle émis sur le secteur de Doniambo est dispersé selon la direction des vents dominants, de manière très directive en saison chaude, sous l'influence des Alizés moyens à forts, et de façon plus variable en saison fraîche, où les Alizés s'affaiblissent et laissent périodiquement place à des vents irréguliers, notamment d'Ouest.

Ainsi, les niveaux mesurés au cours de la campagne 2011 sont assez similaires à ceux de la campagne 2009, ayant été réalisée à la même période de l'année :

Pour le dioxyde d'azote, les niveaux atteignent ou dépassent la valeur de l'objectif de qualité annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 sites de mesure : à l'entrée de la ville le long de la VDO, au niveau de rond-point Berthelot, et au niveau de rond-point Belle Vie à Magenta. Par ailleurs, l'avenue de la Victoire et l'avenue Foch au centre-ville, la rue Bénébig Vallée des Colons et la ZI Ducos font également partie des sites les impactés par la pollution routière.

Pour le dioxyde de soufre, les concentrations respectent les valeurs de référence annuelles sur l'ensemble des points de mesure. Les sites ayant fait l'objet des niveaux les plus élevés ont été plus localisés qu'en 2009 du fait de la présence plus importante d'Alizés. Ces quartiers sont situés au niveau de la presqu'île de Ducos, à Logicoop, Ducos et Numbo. En regard des concentrations horaires affichées par la station de Logicoop durant la campagne et à l'année, on estime que ces points sont très susceptibles de connaître des épisodes de pollution avec dépassements de seuil par le dioxyde de soufre en période d'Alizé de secteur Est-Sud/Est.

La presqu'île de Nouville, se situant sous les vents de secteurs Nord-Est à Est par rapport à Doniambo, affiche des valeurs faibles, comparables à celles obtenues sur le reste de la ville hors Ducos. La situation particulière de Nouville, du fait de la présence de la grande rade, peut en partie expliquer ce constat, les émissions d'origine industrielle pouvant potentiellement subir un effet de dissipation important au niveau de cet espace dégagé.

Les mesures par échantillonnage passif ont d'ores-et-déjà été confirmées et complétées par les campagnes effectuées par le laboratoire mobile en 2010, sur le site de l'Université de Nouville, rue Galliéni au centre-ville, et en 2011, sur le secteur de Ducos - N'Du et le long de la VDO à proximité du rond-point Berthelot.

A terme, et si les résultats le justifient, une station fixe permettant d'assurer la surveillance et le suivi de manière permanente de la pollution issue du trafic routier pourrait être installée à Nouméa.

6. Références bibliographiques

ADEME, LCSQA, Fédération Atmo. Échantillonnage passifs pour le dioxyde d'azote. Guide rédigé par le groupe de travail des AASQA. Paris, 2002

ADEME. Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air. Juin 2002

ADEME. Règles et recommandations en matière de : validation de données, critères d'agrégation et paramètres statistiques. 2003

ARRETE n° 11387-2009/ARR/DIMEN du 12 novembre 2009, « autorisant la Société Le Nickel -SLN SA à poursuivre l'exploitation de son usine de traitement de minerai de nickel de Doniambo, sur le territoire de Nouméa ».

NORME ISO 13752:1998 Qualité de l'air -- Évaluation de l'incertitude d'une méthode de mesurage sur site en utilisant une seconde méthode comme référence.

SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif SO₂ - NO₂ - O₃ sur la ville de Nouméa – juin 2009

SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif SO₂-NO₂ sur la ville de Nouméa – du 18 au 25 février 2010

SCAL-AIR. Mesure de la qualité de l'air au niveau de l'hôtel de Ville de Nouméa - Rue Gallieni Laboratoire mobile - de septembre à décembre 2010.

ANNEXE 1 : données météorologiques complémentaires

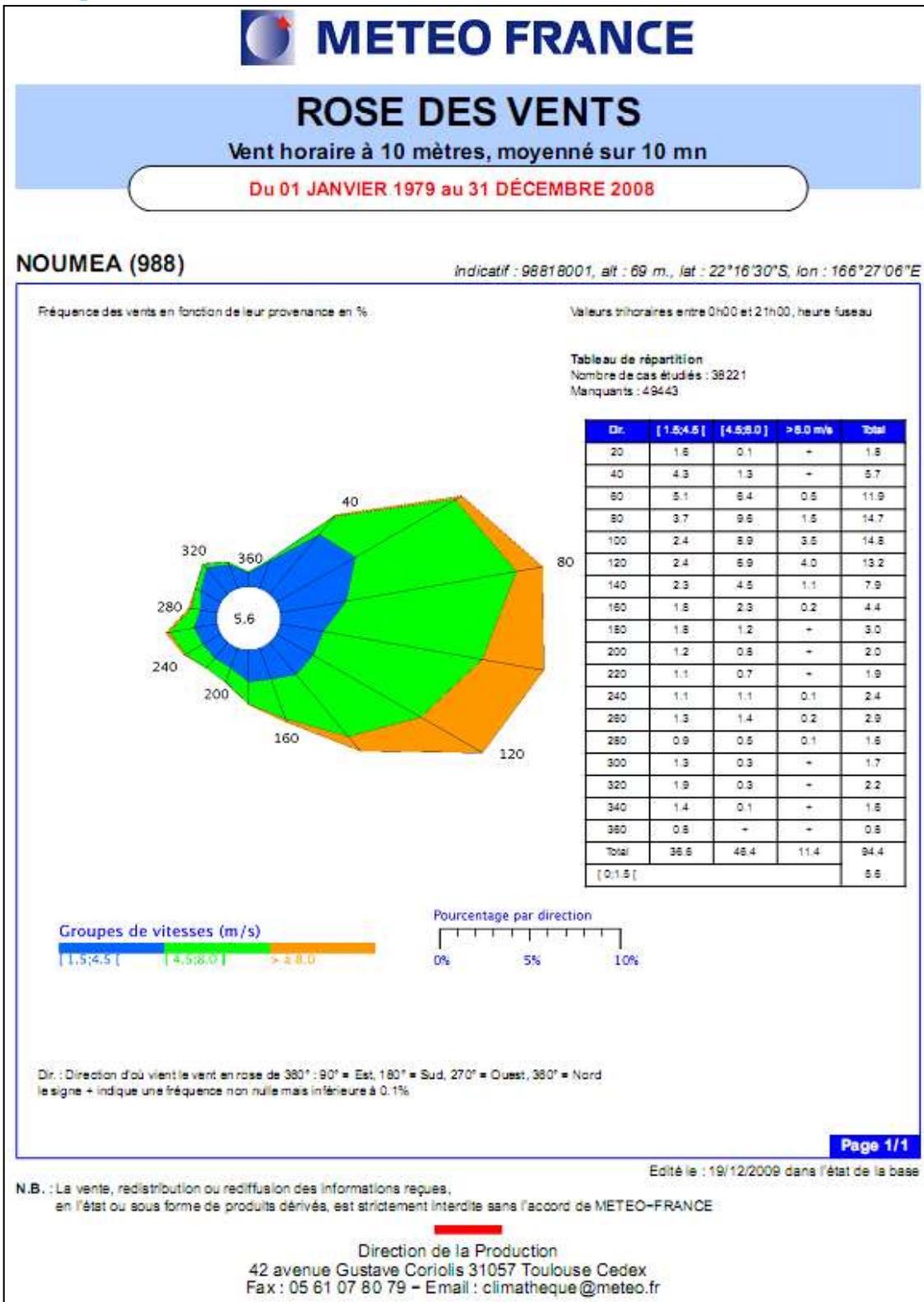


Figure 16 : rose des vents du 01 janvier 1979 au 31 décembre 2008, données fournies par Météo France

ANNEXE 2 : cartes complémentaires



Figure 17 : points de mesure par typologie - campagne de mesure par échantillonnage passif sur 27 sites - Nouméa - du 08 au 15 juin 2011

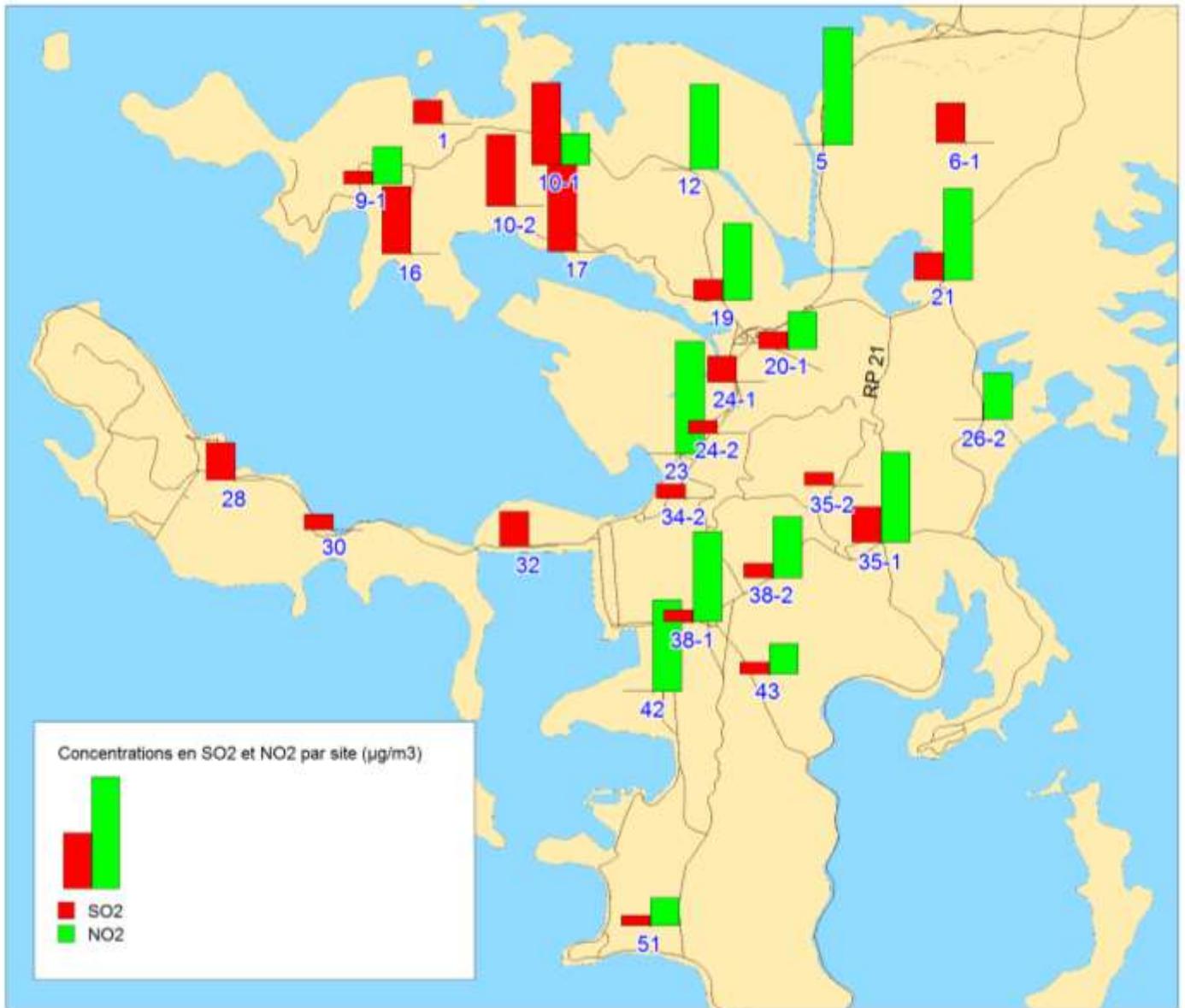


Figure 18 : représentation des concentrations moyennes en SO₂ et NO₂ par site de mesure - campagne de mesure par échantillonnage passif sur 27 sites - Nouméa - du 08 au 15 juin 2011

Cette carte permet de visualiser les points de mesure faisant l'objet des concentrations les plus élevées, pour le SO₂ (traceur de la pollution d'origine industrielle) et pour le NO₂ (traceur de la pollution liée au trafic routier).

La pollution d'origine industrielle touche essentiellement les secteurs sous le vent par rapport au secteur de Doniambo. La pollution routière touche essentiellement les grands axes routiers du centre et des entrées de la ville.

