



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

**Mesure de la qualité de l'air à proximité de
deux grands axes routiers – VDO et Route de la
Baie des Dames – Nouméa**

Laboratoire mobile

Bilan 2010-2012



Rapport d'étude - décembre 2012

Conditions de diffusion

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

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

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

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

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

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

Intervenants

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

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

Remerciements

Scal-Air remercie tout particulièrement les services de la Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Terrestres du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (DITTT), la Direction du Patrimoine et des Moyens et la Direction de l'Équipement de la Province Sud, ainsi que la Division Voirie de la Mairie de Noumea, qui ont permis la réalisation de ces campagnes de mesure de la qualité de l'air dans les meilleures conditions.

SOMMAIRE

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES	4
LISTE DES FIGURES.....	4
LISTE DES TABLEAUX	5
1. INTRODUCTION.....	7
2. PRESENTATION DE L'ETUDE	8
2.1. LES DIFFERENTS POLLUANTS SURVEILLES	8
2.2. LES NORMES DE QUALITE DE L'AIR	9
2.3. PRESENTATION DU MOYEN MOBILE	11
2.4. LES EMPLACEMENTS ET LEURS CARACTERISTIQUES	12
2.5. PARAMETRES METEOROLOGIQUES	13
3. RESULTATS ET COMMENTAIRES.....	14
3.1. SIMULATION STATISTIQUE DES INDICES DURANT LES CAMPAGNES DE MESURE	15
3.2. LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	16
3.3. LE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	19
3.4. LES PARTICULES FINES PM10 ET PM2.5	25
3.5. INFLUENCES DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX.....	28
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37

Liste des sigles et acronymes utilisés

- NO₂ : dioxyde d'azote,
- O₃ : ozone,
- PM10 : particules fines en suspension dont le diamètre est inférieur à 10 µm,
- PM2.5 : particules fines en suspension dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm,
- SO₂ : dioxyde de soufre,
- µg/m³ : microgramme par mètre cube.

Liste des figures

Figure 1 : laboratoire mobile sur le site de la VDO (sept.2011).....	11
Figure 2 : baie de mesure contenant les analyseurs	11
Figure 3 : plan de situation - points de mesure laboratoire mobile	12
Figure 4 : laboratoire mobile sur le site de la Baie des Dames (parking DPM Province Sud)	12
Figure 5 : laboratoire mobile sur le site de la VDO (parking Ateliers de la DITTT)	12
Figure 6 : rose des vents sur la période d'étude - site de Ducos - du 27/01/2012 au 11/03/2012 d'après les données fournies par Météo France.....	13
Figure 7 : rose des vents sur la période d'étude - site de la VDO - du 20/08/2011 au 20/01/2012 d'après les données fournies par Météo France.....	13
Figure 8 : les indices calculés à partir des données issues du laboratoire mobile - Route de la Baie des Dames (Ducos) - du 27/01/2012 au 11/03/2012	15
Figure 9 : les indices calculés à partir des données issues du laboratoire mobile - Voie de Dégagement Ouest - 20/08/2011 au 20/01/2012	15
Figure 10 : concentrations maximales horaires par jour - SO ₂ (µg/m ³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)	16
Figure 11 : concentrations maximales horaires par jour - SO ₂ (µg/m ³) - Voie de Dégagement Ouest	16
Figure 12 : concentrations journalières - SO ₂ (µg/m ³) - Route de la Baie des Dames (Ducos).....	16
Figure 13 : concentrations journalières - SO ₂ (µg/m ³) - Voie de Dégagement Ouest.....	16
Figure 14 : rose de pollution (SO ₂) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de la VDO.....	17
Figure 15 : rose de pollution (SO ₂) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de Ducos.	17
Figure 16 : concentrations journalières - NO ₂ (µg/m ³) - Voie de Dégagement Ouest	19
Figure 17 : concentrations maximales horaires par jour - NO ₂ (µg/m ³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)	19

Figure 18 : concentrations maximales horaires par jour - NO ₂ (µg/m ³) - Voie de Dégagement Ouest	19
Figure 19 : concentrations journalières - NO ₂ (µg/m ³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)	19
Figure 20 : rose de pollution (NO ₂) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de la VDO.....	20
Figure 21 : Plan de situation - laboratoire mobile sur le site de la Baie des Dames (parking DPM Province Sud). <i>La route de la Baie des Dames, orientée Nord-Sud sur le plan passe à l'Ouest du site de mesure.</i> ..	21
Figure 22 : rose de pollution (NO ₂) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de Ducos.	21
Figure 23 : Profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote par site de mesure.....	23
Figure 24 : Profils hebdomadaires des concentrations en dioxyde d'azote par site de mesure.....	24
Figure 25 : concentrations moyennes sur la durée de la campagne - PM10 et PM2.5 (µg/m ³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)	25
Figure 26 : concentrations moyennes sur la durée de la campagne - PM10 et PM2.5 (µg/m ³)- Voie de Dégagement Ouest	25
Figure 27 : sites de comptage routier. Source : DEPS.....	28
Figure 28 : profils journaliers du nombre de véhicules moyen par heure de la journée. <i>Sources : Direction de l'Équipement de la Province Sud, Division Voirie de la Mairie de Nouméa.</i>	30
Figure 29 : Droites de régression linéaire - [NO ₂]=f(NBR VEHICULE) - Rue Gallieni.....	31
Figure 30 : Droites de régression linéaire - [NO ₂]=f(NBR VEHICULE) - Voie de Dégagement Ouest	31
Figure 31 : Droites de régression linéaire - [NO ₂]=f(NBR VEHICULE) - Route de la Baie des Dames - Ducos	31
Figure 32 : Droites de régression linéaire - [NO ₂]=f(NBR VEHICULE) - Rue Gallieni - sans les valeurs à 8h et 17h.....	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : les polluants surveillés et leurs origines.....	8
Tableau 2 : statistiques par campagne de mesure et par polluants.....	14
Tableau 3 : Rappel des statistiques par campagne et par polluant.....	22
Tableau 4 : données de comptages routiers. <i>Sources : Direction de l'Équipement de la Province Sud, Division Voirie de la Mairie de Nouméa.</i>	29

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.

Le réseau est composé de quatre stations fixes qui 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). A cela s'ajoutent des points de mesure complémentaires pour le dioxyde de soufre, situés au niveau de plusieurs écoles, ainsi que la mise en œuvre de campagnes de mesures ponctuelles.

Depuis 2009, le dispositif est complété par une station dite « mobile » qui a pour but d'être positionnée dans des zones ne faisant pas l'objet d'une surveillance en continu. Ce laboratoire mobile se présente sous la forme d'une remorque de taille comparable à celle d'une station fixe de mesure.

Les appareils équipant le laboratoire mobile mesurent les mêmes polluants que ceux surveillés sur les stations fixes. L'appareil de mesure de poussières permet de mesurer, en sus des particules PM10, les particules très fines de type « PM2.5 », dont le diamètre est inférieur à 2.5 micromètres, polluant actuellement non surveillé sur les stations fixes.

Une première campagne en site « trafic routier » a été réalisée en 2010 rue Gallieni, au centre-ville de Nouméa, au niveau de l'enceinte de l'Hôtel de Ville¹.

Deux autres sites « trafic routier » ont été sélectionnés pour accueillir le laboratoire mobile en 2011 et 2012 : la Voie de Dégagement Ouest (à proximité du Rond-Point Berthelot) et la Route de la Baie des Dames (à Ducos).

L'objectif a été de mesurer la qualité de l'air au niveau de ces axes de circulations qui sont parmi les plus fréquentés de la ville, et situés à proximité de la zone industrielle de Doniambo (Usine de Nickel et Centrale thermique).

¹ 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*. Juin 2011.

2. Présentation de l'étude

2.1. Les différents polluants surveillés

Les polluants mesurés par le laboratoire mobile sont les mêmes que ceux mesurés sur le réseau fixe de surveillance. Les PM2.5, particules très fines dont le diamètre est inférieur à 2.5 micromètres, sont également surveillées :

Tableau 1 : les polluants surveillés et leurs origines

<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 Véhicules diesels 	<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)
Particules en suspension de taille < 10 µm (PM10) et < 2.5 µm (PM2.5)	<ul style="list-style-type: none"> Activités industrielles Trafic routier, maritime, aérien Poussières naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> Altération de la fonction respiratoire Propriété mutagènes et cancérigènes 	<ul style="list-style-type: none"> Salissures des bâtiments Retombées sur les cultures

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.

Le dioxyde d'azote (NO₂) appartient au groupe des oxydes d'azote NO_x, dont fait également partie le monoxyde d'azote (NO). 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...).

Particules en suspension PM10 et PM2.5 mesurées sont d'un diamètre respectivement inférieur à 10 et 2.5 micromètres. Leur nature est très hétérogène, selon les sources d'émission (naturelles ou humaines).

On y retrouve principalement des éléments minéraux liés à l'érosion de matériaux (sols, bâtiments), des particules liées à la combustion des matières fossiles, au transport automobile (gaz d'échappement, usure, frottements...) et aux activités industrielles diverses (sidérurgie, incinération...). Sur l'ensemble des PM10, les PM2.5 sont les particules les plus dangereuses pour la santé, car du fait de leur diamètre très petit, elles pénètrent plus profondément l'appareil respiratoire. A Nouméa, les valeurs maximales horaires et journalières sont généralement liées à des conditions de vents favorisant l'accumulation ou la dispersion des émissions industrielles vers les points de mesure.

2.2. Les normes de qualité de l'air

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.

Ainsi, l'arrêté 11387-2009/ARR/DIMENC du 12/11/2009 concernant particulièrement le site industriel de Doniambo, fixe certaines valeurs limites d'émissions ainsi que certaines valeurs limites de référence concernant les polluants dans l'air ambiant.

Ces dernières s'inspirent des valeurs limites de référence fixées par la réglementation européenne et sont uniquement applicables aux stations industrielles de Montravel (22°15'4,3 Sud - 166°27'16,2 Est) et de Logicoop (22°14'7,6 Sud - 166°26'1,9 Est).

Pour le SO₂ :

- Objectifs de qualité : 50 µg/m³ en moyenne annuelle.
- Seuil de recommandation et d'information : 300 µg/m³ en moyenne horaire.
- Seuil d'alerte : 500 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant trois heures consécutives.
- Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :
 - centile 99,7 (soit 24 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) des concentrations horaires : 350 µg/m³.
 - centile 99,2 (soit 3 jours de dépassement autorisés par année civile de 365 jours) des concentrations moyennes journalières : 125 µg/m³.

Pour le NO₂ :

- Objectif de qualité : 40 µg/m³ en moyenne annuelle.
- Seuil de recommandation et d'information : 200 µg/m³ en moyenne horaire.
- Seuils d'alerte : 400 µg/m³ en moyenne horaire. 200 µg/m³ en moyenne horaire si la procédure d'information et de recommandation pour le dioxyde d'azote a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.
- Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :
 - le centile 99,8 (soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours), calculé à partir des valeurs moyennes par heure ou par périodes inférieures à l'heure, prises sur toute l'année, égal à 200 µg/m³. Cette valeur limite est applicable à compter du 1^{er} janvier 2010.
 - 40 µg/m³ en moyenne annuelle. Cette valeur est applicable à compter du 1^{er} janvier 2010.

Pour les PM10 :

- 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.

De manière générale depuis 2007, et pour les stations de surveillance urbaine et périurbaine, le dispositif de surveillance de Scal-Air se base sur les réglementations européenne et métropolitaine, bien qu'elles ne soient pas directement applicables en Nouvelle-Calédonie.

En Europe, c'est la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe qui constitue le socle réglementaire. Les polluants concernés par cette directive sont l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote, les oxydes d'azote, les PM10 et les PM2.5, le plomb, le benzène, le monoxyde de carbone et l'ozone.

En métropole, 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.

La transposition de la directive 2008/50/CE en droit français est formalisée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air et l'arrêté du 21/10/10 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public.

Pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et les PM10, les valeurs limites prescrites dans l'arrêté 11387-2009/ARR/DIMENC sont identiques à celles définies par les réglementations européenne et métropolitaine.

Pour les PM2.5, le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 définit les valeurs suivantes :

- Objectif de qualité : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle civile,
- Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle civile en 2010.

L'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) recommande également une valeur-guide sur 24h, de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3. Présentation du moyen mobile

Le laboratoire mobile se présente sous la forme d'une remorque d'une taille comparable à celle d'une station fixe de mesure de la qualité de l'air (2m x 2m x 2m).

Il permet la mesure des polluants habituellement surveillés dans le cadre du suivi de la qualité de l'air, à savoir, les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules en suspension PM10 et l'ozone. Une tête de prélèvement spécifique permet également la mesure des particules PM2.5.

Le déplacement de la remorque est effectué après l'arrêt et le rangement des appareils de

mesure du fait de leur fragilité, ainsi que le repli des éléments extérieurs (têtes de prélèvement et sondes), ce qui nécessite une journée d'intervention.



Figure 1 : laboratoire mobile sur le site de la VDO (sept.2011)



Station d'acquisition des données

Analyseur de NOx

Analyseur/préleveur de particules PM10 et PM2.5

Analyseur de SO₂

Diluteur de gaz étalon



Figure 2 : baie de mesure contenant les analyseurs

2.4. Les emplacements et leurs caractéristiques

Les sites de mesure sont :

- 1) **la Voie de Dégagement Ouest (VDO, à proximité du Rond-Point Berthelot, sur la zone des ateliers de la DITTT) – du 20/08/2011 au 20/01/2012,**
- 2) **la Route de la Baie des Dames (Ducos, Parking de la DPM-PS) - du 27/01/2012 au 11/03/2012.**

Ces emplacements avaient été identifiés comme parmi les plus impactés par la pollution liée à la circulation routière² à Nouméa.



Figure 3 : plan de situation - points de mesure laboratoire mobile



Figure 4 : laboratoire mobile sur le site de la Baie des Dames (parking DPM Province Sud)



Figure 5 : laboratoire mobile sur le site de la VDO (parking Ateliers de la DITTT)

² SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif $SO_2 - NO_2 - O_3$ sur la ville de Nouméa du 18 au 25 février 2010. Juillet 2010
 SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif $SO_2 - NO_2 - O_3$ sur la ville de Nouméa – juin 2009.
 SCAL-AIR. Campagne de mesure par échantillonnage passif $SO_2 - NO_2$ sur la ville de Nouméa – du 18 au 25 février 2011.

2.5. Paramètres météorologiques

Les paramètres météorologiques susceptibles d'avoir une influence sur la concentration des polluants en un site donné sont majoritairement la vitesse et la direction du vent, les précipitations éventuelles, la température de l'air et l'hygrométrie.

Directions et vitesses des vents dominants

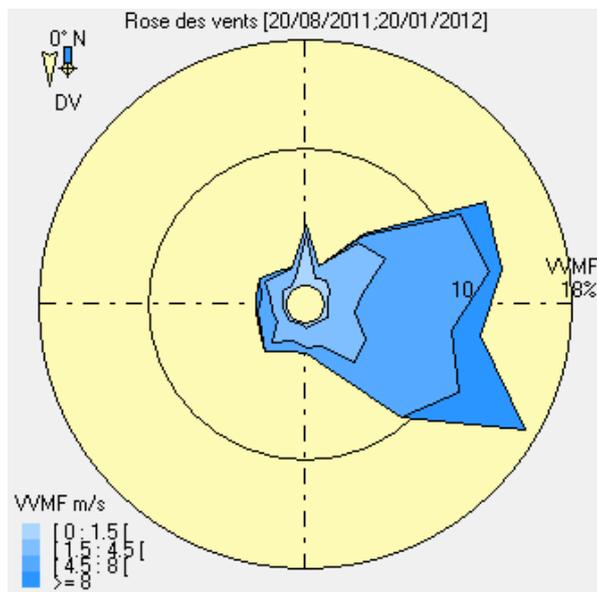


Figure 7 : rose des vents sur la période d'étude - site de la VDO - du 20/08/2011 au 20/01/2012 d'après les données fournies par Météo France

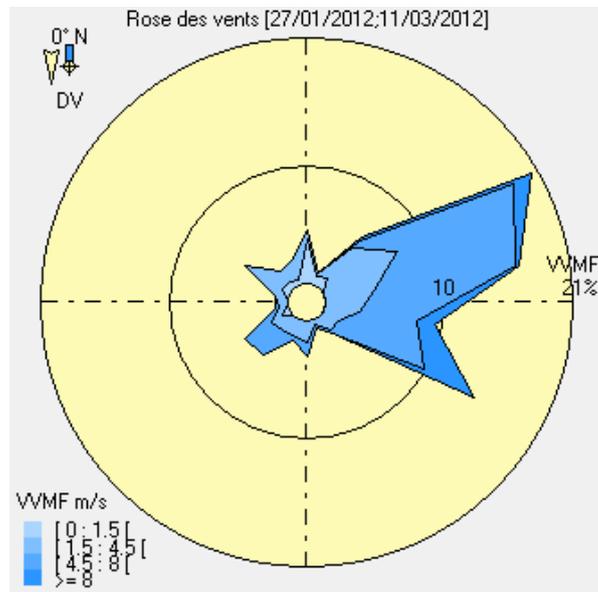


Figure 6 : rose des vents sur la période d'étude - site de Ducos - du 27/01/2012 au 11/03/2012 d'après les données fournies par Météo France

> Voie de Dégagement Ouest (VDO)

Les vents ont été majoritairement de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est (50 à 150°).

Ces vents représentent 64.8 % des vents totaux.

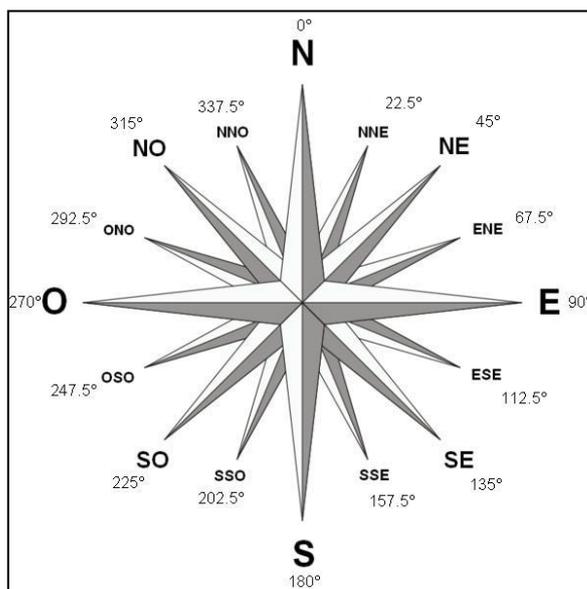
Les vents ont été moyens à forts, avec 34.2 % des vitesses comprises entre 1.5 et 4.5 m/s et 44.1 % entre 4.5 et 8 m/s.

> Route de la Baie des Dames (Ducos)

Les vents ont été majoritairement de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est (50 à 130°).

Ces vents représentent 61.5 % des vents totaux.

Les vents ont été moyens à forts, avec 37.1 % des vitesses comprises entre 1.5 et 4.5 m/s et 45.5 % entre 4.5 et 8 m/s.



3. Résultats et commentaires

Tableau 2 : statistiques par campagne de mesure et par polluants

Voie de Dégagement Ouest (entrée de ville) 20/08/2011 au 20/01/2012	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5
Taux représentativités (%)	94.4	97.6	53.5	53.5
Moyennes sur la campagne (du 20/08/2011 au 20/01/2012) - (µg/m ³)	6.6	22.5	18.2	6.7
Percentiles 98 des moyennes journalières	28.0	43.0	27.0	11.0
Moyennes journalières maximales - (µg/m ³)	46.0	46.0	30.0	12.0
Moyennes horaires maximales (SO ₂ , NO ₂ , O ₃) - (µg/m ³)	181.0	86.0	-	-
Route de la Baie de Dame (Ducos) 27/01/2012 au 11/03/2012	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5
Taux représentativités (%)	97.6	78.7	71.8	71.7
Moyennes sur la campagne (du 27/01/2012 au 11/03/2012)- (µg/m ³)	3.8	7.2	11.1	3.3
Percentiles 98 des moyennes journalières	13.0	16.0	14.0	5.0
Moyennes journalières maximales - (µg/m ³)	14.0	17.0	14.0	6.0
Moyennes horaires maximales (SO ₂ , NO ₂ , O ₃) - (µg/m ³)	82.0	54.0	-	-

Les sections qui suivent présentent l'exploitation statistique des données par polluant.

A ce titre, une comparaison aux différentes valeurs de références horaires, journalières et annuelles a été faite et des interprétations relatives aux niveaux de fond et aux niveaux de pointe y ont été développées.

En ce qui concerne les objectifs de qualité annuels, pour le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les particules PM10 et PM2.5, la directive 2008/50/CE impose une période de mesure minimum de 14 % de l'année pour rendre possible la comparaison avec les valeurs moyennes sur la durée de la campagne. Les conditions nécessaires pour effectuer la comparaison sont une mesure aléatoire par semaine, répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines réparties uniformément sur l'année.

Dans le cas des présentes campagnes, le critère des 14 % de représentativité annuelle est rempli pour la campagne de la VDO mais, du fait notamment d'un retard d'autorisation administrative, ce n'est pas le cas pour la campagne de Ducos.

En outre, la condition de répartition des mesures sur l'année au sens de la directive 2008/50/CE ne concerne aucune des deux campagnes.

Bien que ces conditions ne soient pas satisfaites, la comparaison aux objectifs de qualité et valeurs de référence annuels a tout de même été faite à titre indicatif.

3.1. Simulation statistique des indices durant les campagnes de mesure

Les indices de qualité de l'air par station (IQA) sont calculés sur chaque site fixe de mesure disposant d'au moins 3 paramètres surveillés en continu (SO₂, NO₂, PM10). Ces indices sont calculés et diffusés quotidiennement pour chaque station fixe du réseau de Nouméa. Les indices vont de 1, ce qui est très bon, à 10, ce qui est très mauvais.

Ces indices sont représentatifs de la pollution maximale de la journée dans la zone surveillée.

Le calcul des indices a été effectué à partir des données issues du laboratoire mobile.

Les diagrammes suivants (Figures 8 et 9) présentent les proportions d'indices calculés sur les deux zones d'étude durant les périodes de mesure correspondantes.

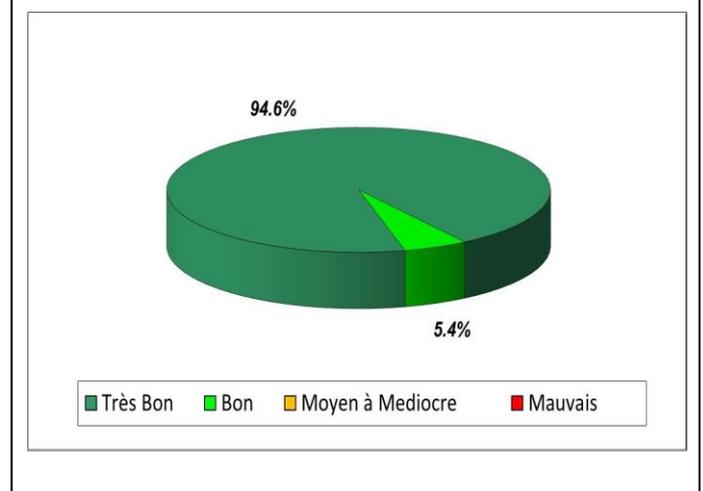
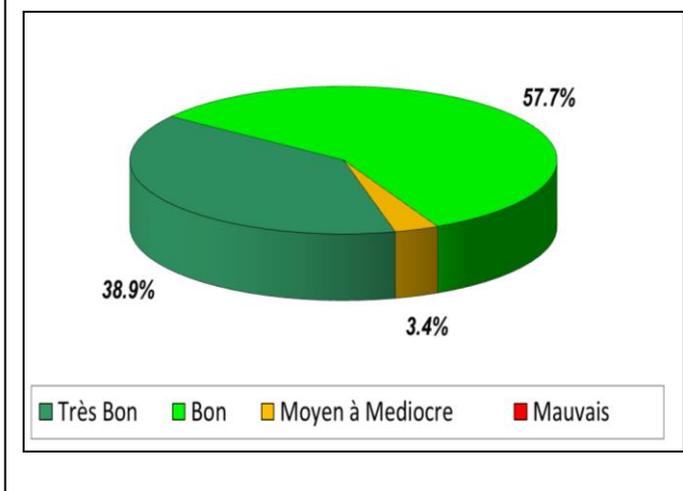
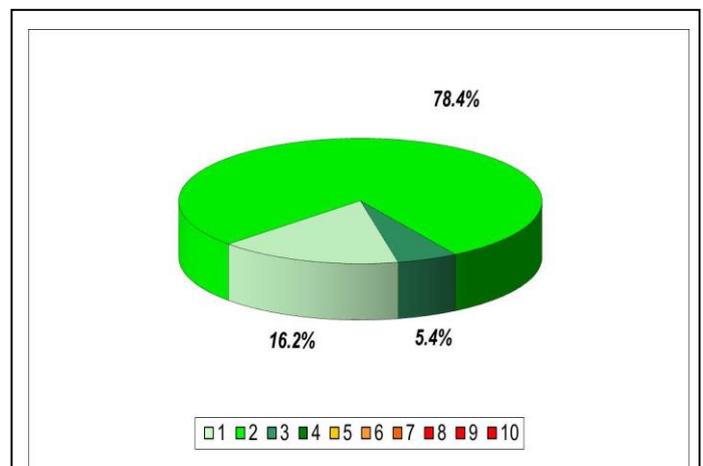
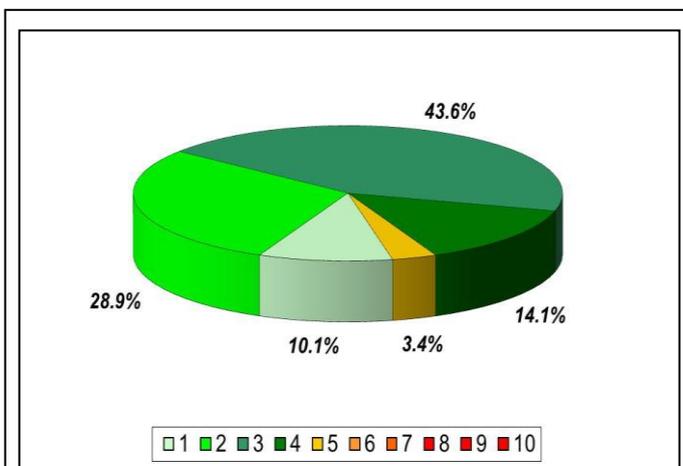


Figure 9 : les indices calculés à partir des données issues du laboratoire mobile - Voie de Dégagement Ouest - 20/08/2011 au 20/01/2012

Figure 8 : les indices calculés à partir des données issues du laboratoire mobile - Route de la Baie des Dames (Ducos) - du 27/01/2012 au 11/03/2012

Les indices très bons couvrent près de 95 % du temps de la campagne de la route de la Baie des Dames (Ducos) contre environ 40 % de celle de la VDO. La campagne VDO affiche en outre 3.4 % d'indice moyen à médiocre.

3.2. Le dioxyde de soufre (SO₂)



Ce polluant est caractéristique des émissions d'origine industrielle (Doniambo). On estime que la part d'émission liée au trafic routier est très faible, voire négligeable depuis la diminution des quantités de soufre dans les carburants en 2007.

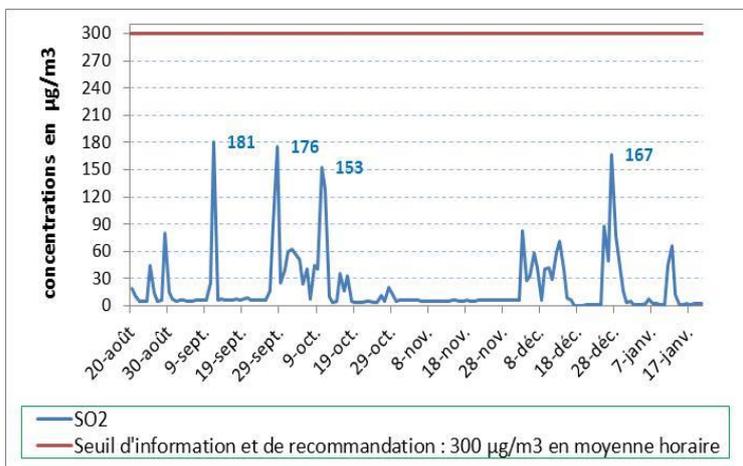


Figure 11 : concentrations maximales horaires par jour - SO₂ (µg/m³) - Voie de Dégagement Ouest

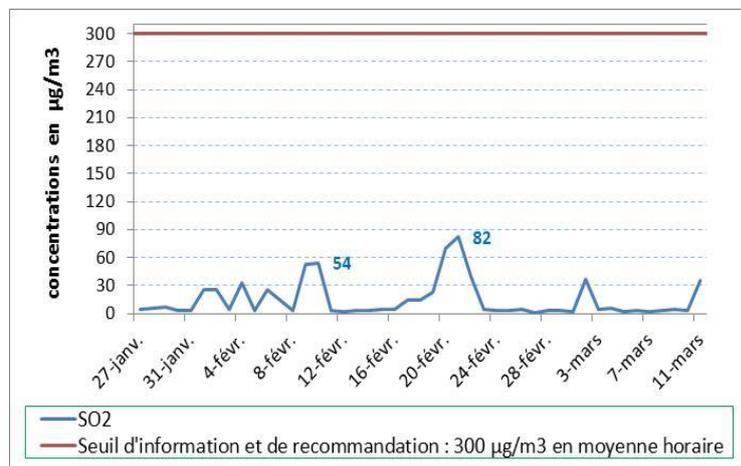


Figure 10 : concentrations maximales horaires par jour - SO₂ (µg/m³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)

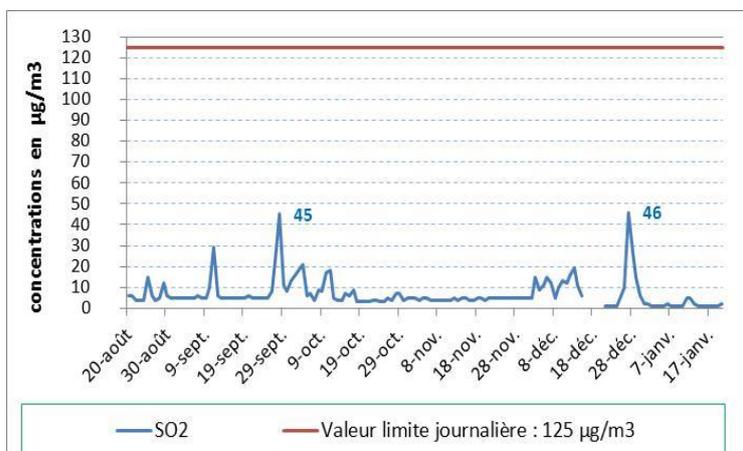


Figure 13 : concentrations journalières - SO₂ (µg/m³) - Voie de Dégagement Ouest

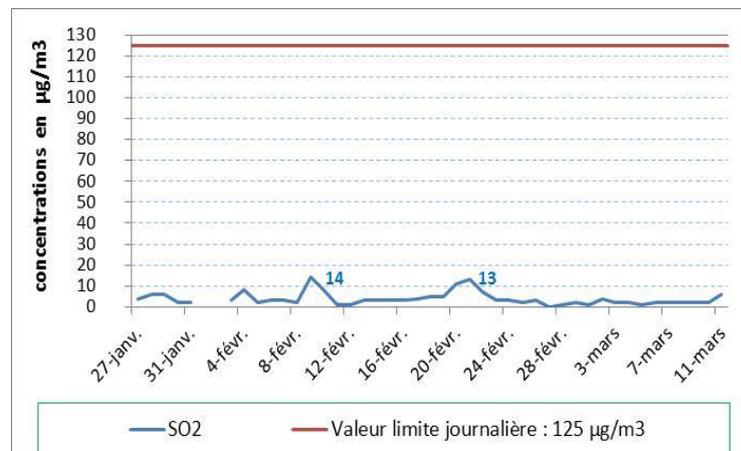


Figure 12 : concentrations journalières - SO₂ (µg/m³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)

Rq : les valeurs journalières manquantes sont dues à des invalidations de données (problèmes techniques rencontrés sur l'appareil et coupures de courant électrique).

Voie de Dégagement Ouest (VDO)

La valeur maximale horaire de $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 11 septembre 2011.

La valeur journalière maximale de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 27 décembre 2011.

La moyenne globale de dioxyde de soufre sur la durée de la campagne est de $6.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité annuel, fixé à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est donc largement respecté. Avec 10 valeurs horaires situées entre 100 et $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la pollution de pointe par le dioxyde de soufre peut être qualifiée de faible et occasionnelle.

On observe des valeurs faibles, de l'ordre 40 à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire, de manière plus fréquente : 35 valeurs sur la durée de la campagne, signe d'une pollution chronique de faible intensité par le dioxyde de soufre.

Les concentrations horaires de dioxyde de soufre supérieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été observées dans des

conditions de vents de secteurs Nord-Ouest à Sud-Ouest, ce qui s'explique par la proximité du site industrielle de Doniambo et de la centrale thermique, principale émettrice de dioxyde de soufre sur la ville. (Figure 14)

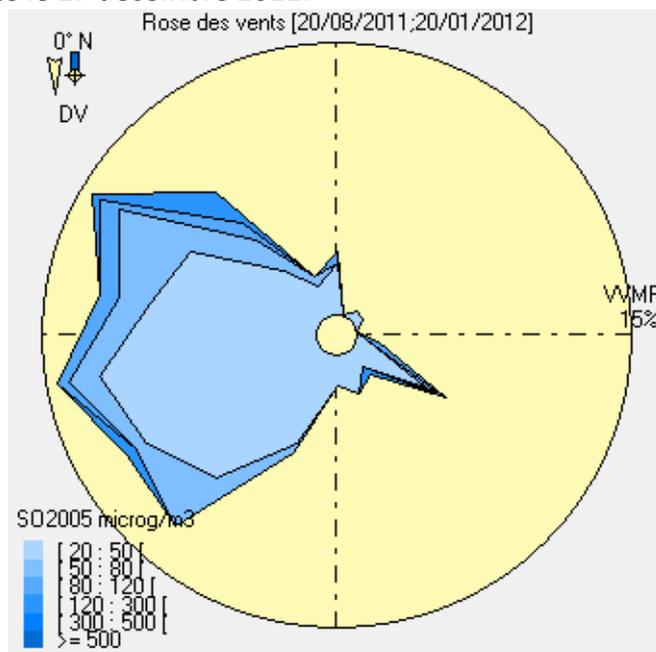


Figure 14 : rose de pollution (SO₂) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de la VDO.

Route de la Baie des Dames (Ducos)

La valeur maximale horaire de $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 21 février 2012.

La valeur journalière maximale de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 09 février 2012.

La moyenne globale de dioxyde de soufre sur la durée de la campagne est de $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité annuel, fixé à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est donc largement respecté.

Les valeurs mesurées sur le site de la Baie des Dame de Ducos, tant pour concentrations de pointe que pour les niveaux de fond, restent très faibles et témoignent d'une influence faible des émissions de Doniambo sur la période de mesure du fait de la faible part des vents de secteur Sud (Figure 15).

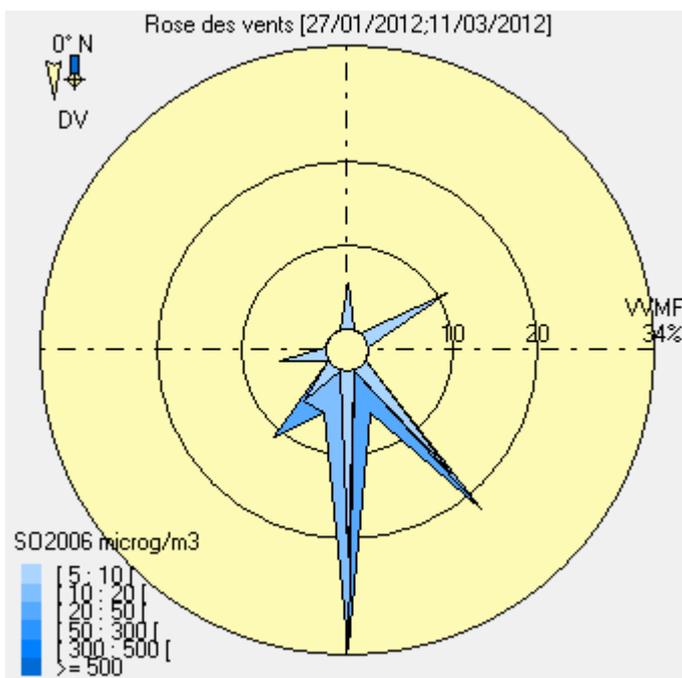


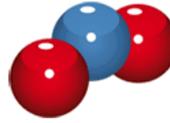
Figure 15 : rose de pollution (SO₂) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de Ducos.

Comparaison des deux sites de mesure:

Les concentrations de dioxyde de soufre qui ont été mesurées sur le site de la Baie des Dames de Ducos sont inférieures à celles observées sur le site de la Voie de Dégagement Ouest.

Ce constat peut s'expliquer par :

- une plus grande proximité du site de la VDO au site industriel émetteur de dioxyde de soufre.
- Des conditions de vents plus favorables à la dispersion des émissions polluantes vers le site de la VDO sur les périodes de mesure.
- Des conditions de vent qui de manière générale, sont peu favorables à la dispersion des émissions polluantes vers le Nord de la ville (ZI Ducos) à l'échelle de l'année.



3.3. Le dioxyde d'azote (NO₂)

Ce polluant est caractéristique des émissions d'origines routières (véhicules automobiles, poids lourds ou deux roues). Le dioxyde d'azote est également lié à l'activité industrielle, notamment aux émissions de la centrale thermique de Doniambo.

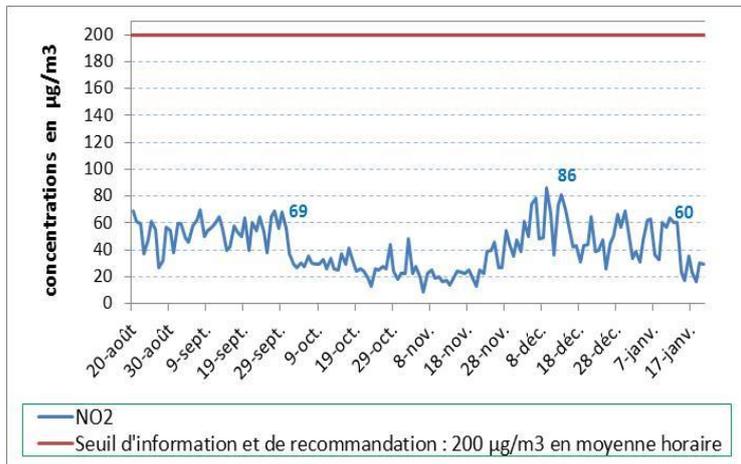


Figure 18 : concentrations maximales horaires par jour - NO₂ (µg/m³) - Voie de Dégagement Ouest

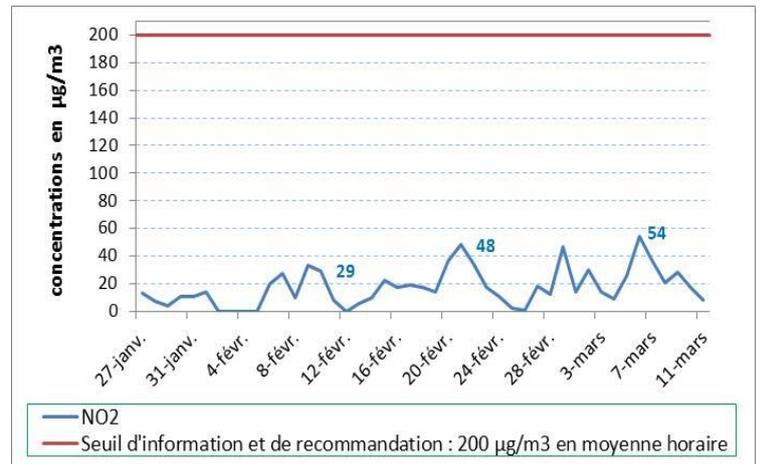


Figure 17 : concentrations maximales horaires par jour - NO₂ (µg/m³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)

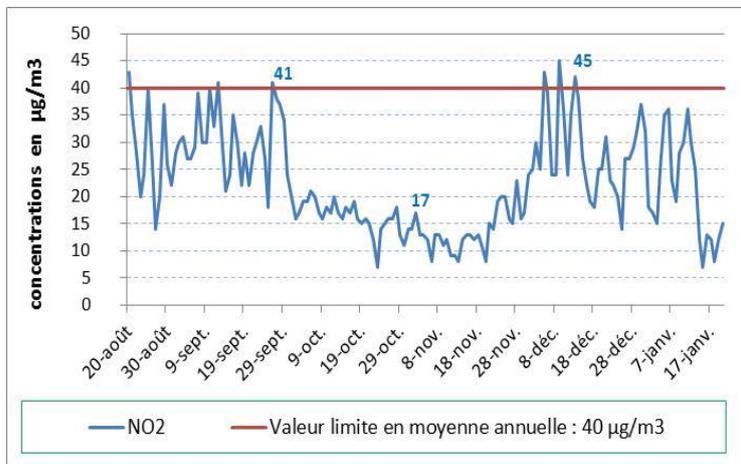


Figure 16 : concentrations journalières - NO₂ (µg/m³) - Voie de Dégagement Ouest

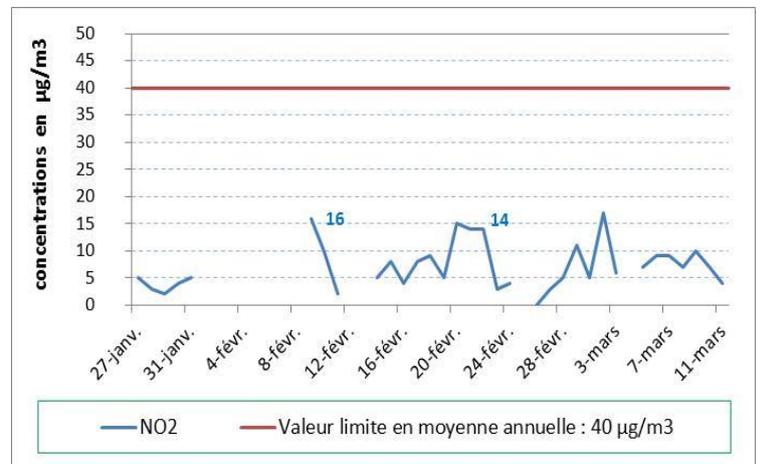


Figure 19 : concentrations journalières - NO₂ (µg/m³) - Route de la Baie des Dames (Ducos)

Rq : les valeurs journalières manquantes sont dues à des invalidations de données (problèmes techniques rencontrés sur l'appareil et coupures de courant électrique).

Voie de Dégagement Ouest (VDO)

La valeur maximale horaire de $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 09 décembre 2011.

Le seuil d'information pour le NO_2 , fixé à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire n'a donc pas fait l'objet de dépassement.

La valeur journalière maximale de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 19 août 2011.

La moyenne globale de dioxyde d'azote sur la durée de la campagne est de $22.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité annuel, fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est donc largement respecté.

Les valeurs de pointes horaires situées entre 30 et $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ concernent $27,5 \%$ du temps de mesure. Ces valeurs ont été mesurées dans 106 jours sur 154, ce qui signifie que 69% des jours de la campagne contiennent au moins une valeur horaire comprise entre 30 et $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les valeurs les plus élevées, situées entre 60 et $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ concernent 2.1% du temps de mesure.

En regard de la valeur de référence horaire du seuil d'information ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et de ces résultats, la pollution de pointe par le dioxyde d'azote sur le site de la VDO peut être qualifiée de faible en intensité et chronique sur la journée.

On observe que 79.5% des valeurs de NO_2 ont été mesurées dans des conditions de vents d'Est contre 20.5% d'Ouest. La présence de concentrations faibles à fortes par vents d'Ouest indique, du fait de la configuration géographique du site de mesure, l'origine industrielle (centrale thermique de Doniambo) préférentielle durant ces 20.5% du temps.

Notons que les valeurs de pointes horaires situées entre 60 et $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été mesurées à la fois dans des conditions de vent d'Est et d'Ouest, signe d'une origine à la fois industrielle et routière de la pollution de pointe au dioxyde d'azote (Figure 20).

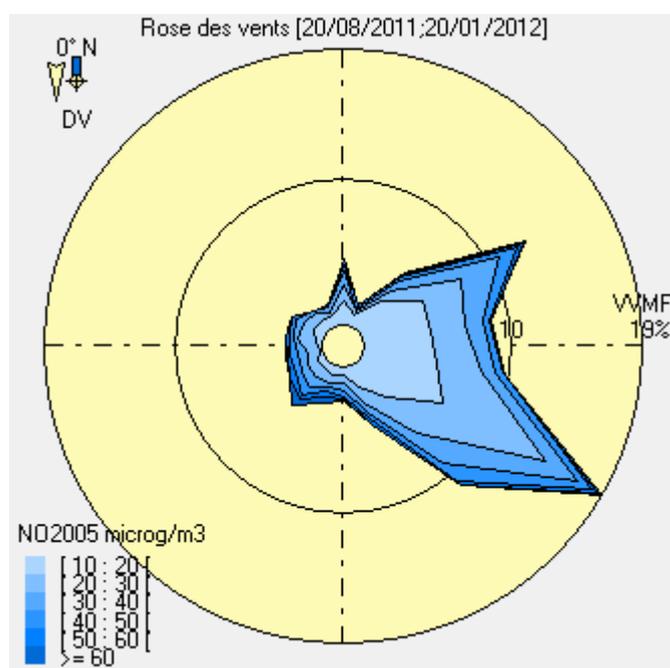


Figure 20 : rose de pollution (NO_2) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de la VDO.

Route de la Baie des Dames (Ducos)

La valeur maximale horaire de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 06 mars 2012.

Le seuil d'information pour le NO_2 , fixé à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire n'a donc pas fait l'objet de dépassement.

La valeur journalière maximale de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 02 mars 2012.

La moyenne globale de dioxyde d'azote sur la durée de la campagne est de $7.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité annuel, fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est donc largement respecté.

Les valeurs de pointes horaires les plus élevées, se situent entre 30 et 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et concernent 1.6 % du temps de mesure.

Ces valeurs ont été mesurées dans 7 jours sur 34, ce qui signifie que 20.6 % des jours de la campagne contiennent au moins une valeur horaire comprise entre 30 et 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Aucune valeur journalière supérieure à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur de l'objectif de qualité annuel) n'a été mesurée.

En conséquence, la pollution par le dioxyde d'azote, tant pour les valeurs de pointe que pour les moyennes de fond, peut être qualifiée de très faible et épisodique sur cette campagne de mesure.

On observe que 83 % des valeurs de NO_2 ont été mesurées dans des conditions de vent d'Est contre 17 % d'Ouest. La présence de concentrations faibles à fortes par vents d'Ouest indique, du fait de la configuration géographique du site de mesure, l'origine routière préférentielle durant seulement 20 % du temps (Figure 22).

Le NO_2 mesuré par vent de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est ne semble pas provenir d'une source routière (Figures 21 et 22). En effet, aucun axe de circulation majoritaire ne se trouve à proximité immédiate à l'Est du site de mesure (Figure 21).

L'hypothèse de l'influence d'une ou plusieurs petites industries environnantes situées à l'Est du laboratoire mobile durant la campagne de mesure paraît plausible.



Figure 21 : Plan de situation - laboratoire mobile sur le site de la Baie des Dames (parking DPM Province Sud). La route de la Baie des Dames, orientée Nord-Sud sur le plan passe à l'Ouest du site de mesure.

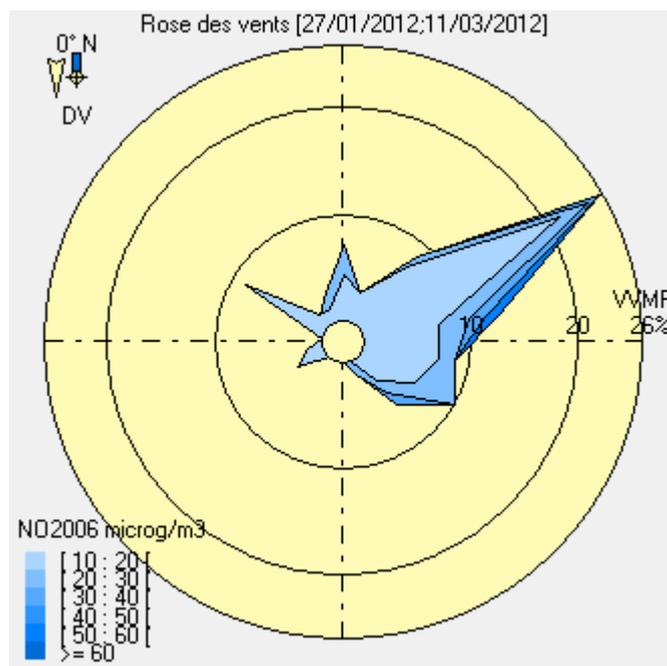


Figure 22 : rose de pollution (NO_2) permettant d'identifier les secteurs de vents correspondant aux différentes gammes de concentrations mesurées de dioxyde de soufre - site de Ducos.

Comparaison des deux sites de mesure:

Les concentrations de dioxyde d'azote qui ont été mesurées sur le site de la Baie des Dames sont inférieures à celles observées sur le site de la Voie de Dégagement Ouest, tant pour les niveaux de pointe horaires, que pour les moyennes journalières.

Ce constat peut s'expliquer par :

- Des émissions d'origine routière plus importantes aux niveaux de la VDO (plus de véhicules par jour).
- Des conditions de vent rencontrées plus favorable à la dispersion des émissions routières vers le laboratoire mobile sur le site de la VDO.
- L'influence probable et significative des émissions du site industriel de Doniambo (centrale thermique) sur le site de la VDO, notamment par vent d'Ouest.

Comparativement à la campagne de mesure 'trafic' réalisée au centre-ville de Nouméa (Rue Gallieni) en 2010, les niveaux de dioxyde d'azote mesurés sont davantage comparables à ceux observés au niveau de la VDO (voir également la partie *Profils journaliers et hebdomadaires* p.25 et 26).

Pour rappel :

Tableau 3 : Rappel des statistiques par campagne et par polluant

NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Rue Gallieni (09-12_2010)	Voie de Dégagement Ouest - entrée de ville (08_2011 - 01_2012)	Route de la Baie de Dame – Ducos (01- 02_2012)
Moyennes sur la campagne (du 20/08/2011 au 20/01/2012) - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16.0	22.5	7.2
Moyennes journalières maximales - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32.0	46.0	17.0
Moyennes horaires maximales (SO ₂ , NO ₂ , O ₃) - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	73.0	86.0	54.0

Profils journaliers et hebdomadaires

Les profils journaliers représentent les valeurs moyennes horaires sur l'année, pour chaque heure de la journée. L'étude des profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote permet de mettre en évidence les périodicités d'évènements de pollution sur la journée.

La Figure 23 représente les profils journaliers des 3 campagnes de mesure 'trafic routier' réalisées par moyen mobile entre 2010 et 2012, ainsi que les profils journaliers des 4 stations fixes du réseau de Nouméa (année 2012).

On peut ainsi observer que les variations moyennes des concentrations de NO₂ sur la journée sont corrélées aux heures de forte circulation automobile, c'est-à-dire entre 7h00 et 19h00 (Figure 23).

C'est le site de la VDO qui affiche les concentrations les plus élevées, suivi de la Rue Gallieni, de Ducos (Route de la Baie des Dames) puis Montravel, Logicoop, le Faubourg Blanchot et l'Anse Vata.

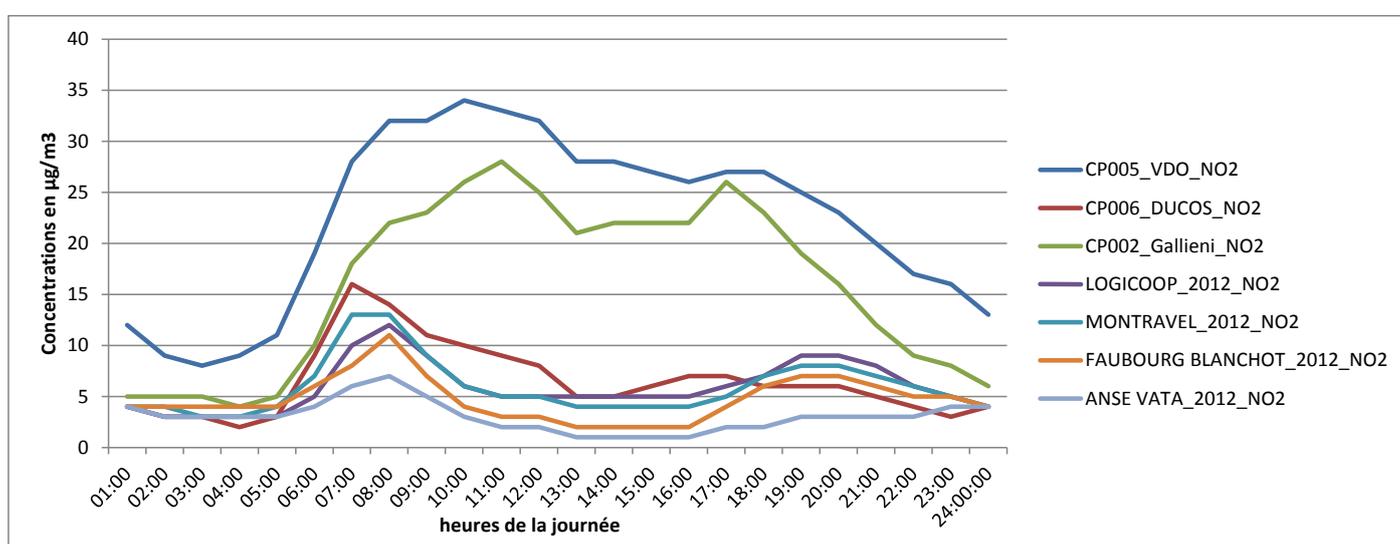


Figure 23 : Profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote par site de mesure

Les profils hebdomadaires représentent les valeurs moyennes journalières sur l'année, pour chaque jour de la semaine. L'étude des profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote permet de mettre en évidence les périodicités d'évènements de pollution sur la semaine.

La Figure 24 représente les profils hebdomadaires des 3 campagnes de mesure 'trafic routier' réalisées par moyen mobile entre 2010 et 2012, ainsi que les profils des 4 stations fixes du réseau de Nouméa (année 2012).

On peut ainsi observer que les concentrations moyennes journalières de NO₂ sont plus faibles le week-end, notamment le dimanche où la circulation routière est la plus faible de la semaine.

Du lundi au vendredi, les concentrations par site de mesure sont relativement stables.

Sur le site de la VDO, l'écart des concentrations semaine / week-end est relativement faible comparativement aux autres sites de mesure, ce qui peut s'expliquer par une fréquentation importante de l'entrée de la ville même le week-end mais aussi par la contribution des émissions d'origine industrielle sur ce site du fait de sa proximité à Doniambo (Figure 24).

C'est le site de la VDO qui affiche les concentrations les plus élevées, suivi de la Rue Gallieni, de Ducos (Route de la Baie des Dames) puis Montravel, Logicoop, le Faubourg Blanchot et l'Anse Vata.

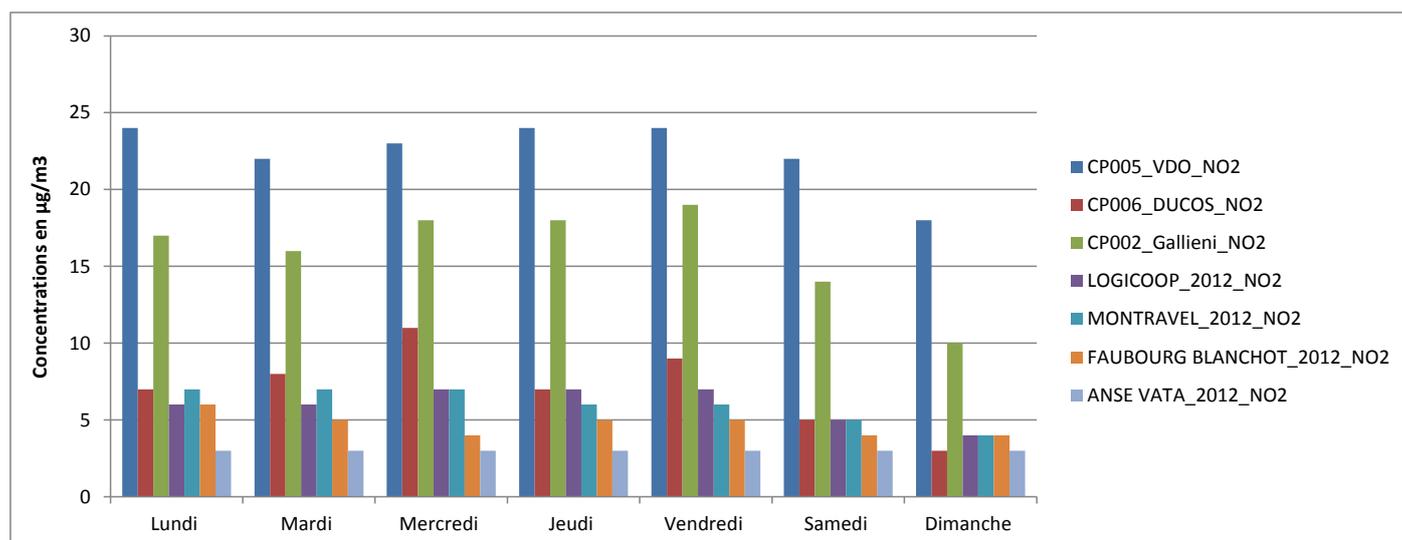


Figure 24 : Profils hebdomadaires des concentrations en dioxyde d'azote par site de mesure

3.4. Les particules fines PM10 et PM2.5



L'appareil de mesure des particules PM10 et PM2.5 équipant le laboratoire mobile est un SWAM de marque FAI.

La technique de mesure est basée sur le principe de la jauge Béta : les particules contenues dans l'air ambiant prélevé en continu se déposent sur un filtre en fibre de quartz situé entre la source radioactive bêta et un compteur Geiger. Les rayons de faible énergie sont absorbés par la matière par collision et l'absorption est proportionnelle à la masse de matière rencontrée, indépendamment de la nature physico-chimique des particules. Cela permet de connaître la masse des particules et donc leur concentration dans l'air.

Durant la campagne de mesure, l'analyseur SWAM a été réglé de manière à pouvoir obtenir des moyennes journalière ou hebdomadaire (Figures 25 et 26).

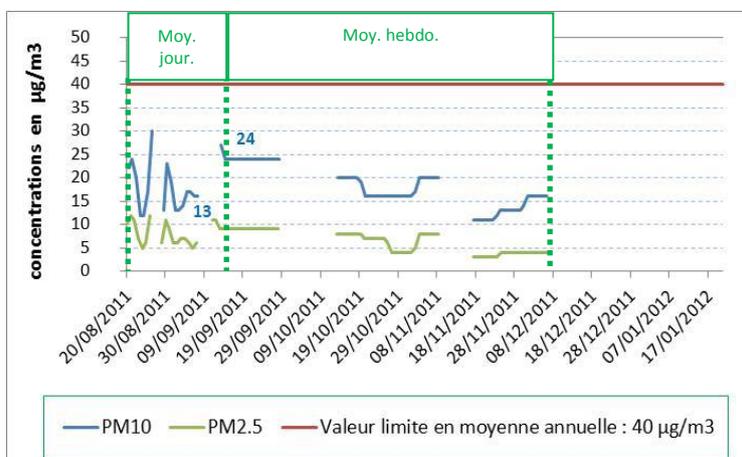


Figure 26 : concentrations moyennes sur la durée de la campagne - PM10 et PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Voie de Dégagement Ouest

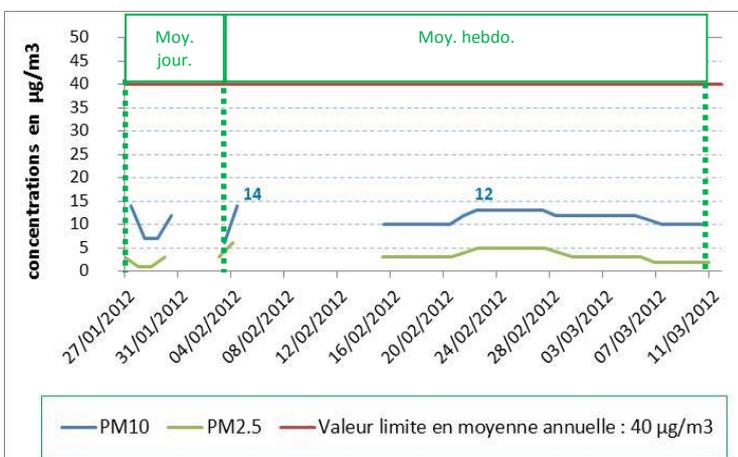


Figure 25 : concentrations moyennes sur la durée de la campagne - PM10 et PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Route de la Baie des Dames (Ducos)

Rq : les valeurs manquantes sont dues à des invalidations de données (problèmes techniques rencontrés sur l'appareil et coupures de courant électrique). Le nombre de valeurs obtenues n'est pas suffisant pour valider la mesure des particules PM sur la durée des campagnes de mesure.

Bien que les taux de représentativité inférieurs à 75 % ne permettent pas de comparer les niveaux de particules PM aux valeurs limites et objectifs de qualité, l'analyse des données disponibles a tout de même été réalisée à titre indicatif.

Pour mieux comprendre les mesures de poussières PM

L'appareil SWAM a été configuré en fonctionnement hebdomadaire de manière à obtenir des séries de prélèvements sur 7 jours, dans le but d'analyser les métaux PM (As, Cd, Ni, Pb), ces analyses se faisant habituellement sur des séries hebdomadaires et non journalières.

Cet appareil ne peut pas mesurer de valeurs PM10 journalières dans le cas d'un fonctionnement hebdomadaire. En fait, le préleveur est couplé à la fonction de mesure des poussières PM et les mesures journalières ne sont possibles que si le prélèvement se fait de façon journalière, auquel cas, ces prélèvements sur 24h ne peuvent pas faire l'objet d'analyse de métaux.

Au cours de la campagne, nous avons majoritairement couplé les prélèvements du SWAM à ceux effectués sur les stations fixes, de manière à pouvoir faire analyser les métaux sur les mêmes périodes d'exposition. Cela explique le faible nombre de valeurs journalières sur la période de mesure.

Voie de Dégagement Ouest

La moyenne globale de PM10 est de $18.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Celle des PM2.5 est de $6.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sur la période de mesure, les valeurs journalières maximales de PM10 et PM2.5, respectivement de 30 et $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été atteintes le 26 août 2011.

La valeur limite journalière pour les PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ainsi que la valeur-guide de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24h recommandée par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) pour les PM2.5 n'ont donc pas fait l'objet de dépassements.

De manière générale, les niveaux de PM10 mesurés durant la campagne sont conséquents en comparaison aux valeurs habituellement mesurées sur le réseau de station fixe à l'échelle de l'année.

Du fait de la situation géographique du site de mesure, les particules PM observées peuvent à la fois provenir du trafic routier de la Voie de Dégagement Ouest et de l'activité industrielle de Doniambo.

Notons que l'absence de mesure horaire ne permet pas de corréliser les données PM aux données météorologiques de vent. Il est par conséquent difficile d'estimer la part de particules provenant du trafic routier et celle issue de l'activité industrielle.

Route de la Baie des Dames (Ducos)

La moyenne globale de PM10 est de 11.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Celle des PM2.5 est de 3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sur la période de mesure, les valeurs journalières maximales de PM10 et PM2.5, respectivement de 14 et 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été atteintes le 04 février 2012.

La valeur limite journalière pour les PM10 de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ainsi que la valeur-guide de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24h recommandée par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) pour les PM2.5 ont été largement respectées sur la période de mesure.

Les niveaux de PM10 mesurés durant la campagne de Ducos sont plutôt faibles comparativement aux valeurs mesurées sur le réseau de station fixe à l'échelle de l'année.

Ce constat est à mettre en lien avec les niveaux également faibles de dioxyde d'azote et de dioxyde de soufre, signe de l'impact limité des pollutions issues du trafic routier et de l'activité industrielle sur ce site de mesure durant la période d'étude.

3.5. Influences des paramètres environnementaux

L'étude statistique des concentrations en dioxyde d'azote donne un aperçu de l'impact du trafic routier sur les sites de mesure.

Néanmoins, la comparaison des différents sites doit tenir compte des paramètres environnementaux ou contextuels. Sur chacun des sites de mesure, ces paramètres ont pu avoir un effet favorable ou défavorable à l'accumulation des polluants routiers.

Parmi ces paramètres, outre ceux déjà étudiés dans les analyses précédentes (situation géographique, limite technique pour la mesure des PM, proximité industrielle ...), nous pouvons citer :

Les conditions de vents

Sur l'ensemble des campagnes de type 'trafic routier' réalisées entre 2010 et 2012, les conditions de vents majoritairement moyens à fort ont été favorables à la dispersion des polluants, limitant ainsi l'accumulation de la pollution routière autour des axes de circulation.

Seul le début de la campagne de la VDO a connu des conditions de vents faibles, périodiquement d'Ouest (entre aout et septembre 2012).

Ce facteur 'vitesse de vent' peut en partie expliquer les niveaux plus élevés d'oxyde d'azote et de particules fines PM10 sur le site de la VDO comparativement aux autres sites de la rue Gallieni et de la route de la Baie des Dames.

Les données de comptage de véhicules

Il est intéressant de pouvoir comparer les données de concentrations en polluants aux nombres de véhicules circulant sur la voirie.

Des comptages routiers sont opérés par la Direction de l'Équipement de la Province Sud (DEPS) ainsi que par la Division Voierie de la Mairie de Nouméa (Figure 27).

Ces données de comptage permettent d'obtenir des profils journaliers du nombre de véhicules roulant par heure de la journée (Figure 27).

Ces profils peuvent être ainsi comparés aux profils journaliers de concentrations en dioxyde d'azote issus des campagnes de mesure de la qualité de l'air (Figure 23 p.24).

Le point de comptage routier correspondent assez précisément aux points de mesure par laboratoire mobile : la rue Gallieni, la Voie de Dégagement Ouest – proximité rondpoint Berthelot et la route de la Baie des Dames – proximité DPM.

Les dates et durées de comptage sont en revanche différentes. Ces comptages ont néanmoins été réalisés au cours des mêmes années (2010 à 2012 selon les comptages) que les périodes de mesure de la qualité de l'air.

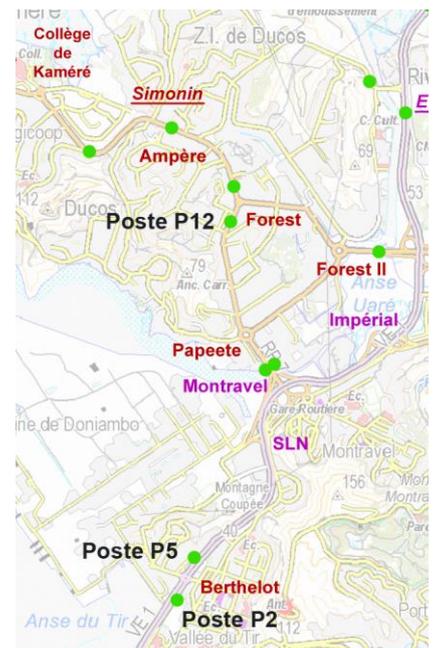


Figure 27 : sites de comptage routier. Source : DEPS

Tableau 4 : données de comptages routiers. Sources : Direction de l'Équipement de la Province Sud, Division Voirie de la Mairie de Nouméa

	RUE DU GENERAL GALLIENI – comptage du 16/11 au 24/11/2010	VDO – proximité du rond-point Berthelot – comptage du 19/01 au 21/04/2011 – sens entrée Nouméa	VDO – proximité du rond-point Berthelot – comptage du 19/01 au 21/04/2011 – sens sortie de Nouméa	ROUTE DE LA BAIE DES DAMES - proximité DPM – comptage du 21/11 au 06/12/2012 – sens vers Tindu	ROUTE DE LA BAIE DES DAMES - proximité DPM – comptage du 21/11 au 06/12/2012 – sens vers Nouméa Centre
Moyenne journalière du Nbr de véhicules par jour	17 284	28 329	25 075	3 470	14 816
Heure en moyenne la plus chargée	7h-8h avec 1610 véhicules soit 9.3 % de la moyenne journalière	10h – 11h avec 2165 véhicule soit 7.6 % de la moyenne journalière	16h-17h avec 2306 véhicule soit 9.2 % de la moyenne journalière	8h – 9h avec 349 véhicules soit 10.1% de la moyenne journalière	9h – 10h avec 1142 véhicule soit 7.7 % de la moyenne journalière

Sur chaque voirie et en tenant compte de l'ensemble des sens de circulation (Tableau 4), les nombres moyens de véhicules par jour sur les périodes données sont :

- Rue Gallieni : 17 284
- VDO – Berthelot : 53 404
- Route de la Baie des Dames : 18 286

Le nombre de véhicule circulant sur la rue Gallieni et sur la route de la Baie des Dames est assez similaire.

En comparaison avec le site de la VDO-Berthelot, le nombre de véhicules circulant sur la VDO est près de 3 fois supérieures.

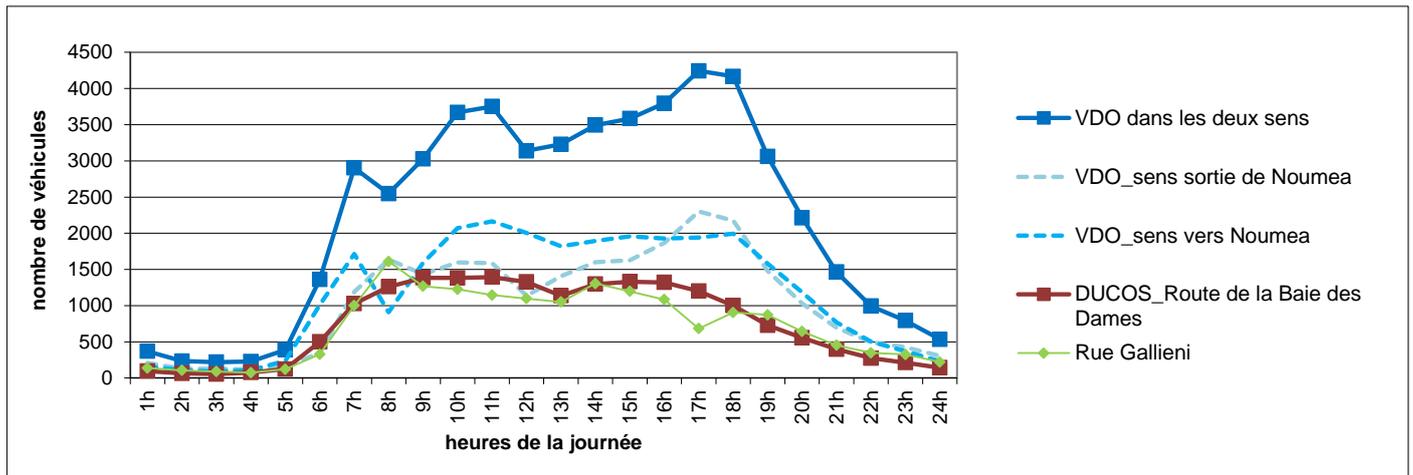


Figure 28 : profils journaliers du nombre de véhicules moyen par heure de la journée. Sources : Direction de l'Équipement de la Province Sud, Division Voirie de la Mairie de Nouméa.

Pour chacun des sites, on observe que les profils journaliers de comptages routiers (Figure 28) ont une allure assez similaire aux profils journaliers de concentrations en dioxyde d'azote (figure 23 p.24) :

- Brusque augmentation du nombre de véhicules et des concentrations en NO₂ entre 5 et 7h sur l'ensemble des sites,
- Réduction progressive du nombre et véhicules entre 18h et minuit en lien avec la diminution des concentrations en NO₂ sur la même période et sur l'ensemble des sites,
- Des maxima de quantité de véhicules légèrement décalés par rapport aux maxima de concentrations pour un site donné.

On constate également que:

- le profil journalier de NO₂ de la VDO se rapproche davantage du profil de la courbe de comptage de la « VDO-sens vers Nouméa » et non de celui de la courbe « VDO dans les deux sens ». Ceci témoigne vraisemblablement de l'influence majoritaire des émissions des véhicules de la double voie entrant vers Noumea par rapport à la double voie de sortie de la ville. En d'autres termes, le laboratoire mobile a vraisemblablement été davantage influencé par les émissions issues de la double voie du côté où il se trouve.
- Malgré des profils journaliers de comptage de véhicules très similaires pour la rue Gallieni et la route de la Baie des Dames, les concentrations observées ont été bien plus importantes sur la rue Gallieni. Ce constat peut-être corrélé aux configurations de chacun de ces axes routiers : d'une part, la rue Gallieni dispose d'une configuration de type « canyon » en raison des bâtiments qui la bordent, avec comme conséquence probable la stagnation de la masse d'air dans la rue, par opposition à la configuration plus ouverte pour la route de la Baie des Dames ; d'autre part, la rue Gallieni est orientée Nord/Sud, faisant ainsi « barrage » aux vents dominant de secteurs Est, tandis que la route de la Baie des Dames est orientée Nord-Ouest / Sud-Est, se trouvant ainsi davantage « axée » dans le sens des vents.

Ces constats peuvent être confortés par l'étude des relations linéaires entre les profils journaliers de concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) et les profils journaliers de comptages routiers sur chacun des sites de mesure (Figures 29 à 31). Bien que les périodes de mesure des comptages routiers et celles des mesures de concentrations en NO₂ soient différentes, il faut noter que les données de profils utilisés (de comptage et de concentration) sont issues de valeurs moyennes (par exemple, 800 véhicules circulant en moyenne entre 9h et 10h, avec des concentrations moyennes de 15 µg/m³ en moyenne aux mêmes horaires). Le travail sur ces valeurs moyennes limite le biais lié à la non synchronisation des périodes de mesure et justifie l'étude des relations linéaires.

L'étude du coefficient de corrélation linéaire (R²) permet de visualiser la corrélation existant entre les variables « Concentrations en NO₂ » et « Nombre de véhicule ».

Plus ce coefficient est proche de 1, plus la corrélation entre ces variables est forte. Plus ce coefficient est proche de 0 et moins les variables sont corrélées.

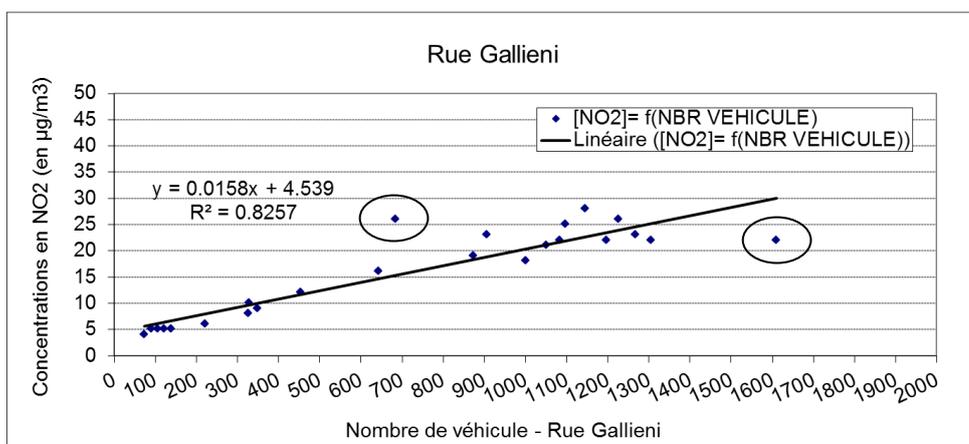


Figure 29 : Droites de régression linéaire - [NO₂]=f(NBR VEHICULE) - Rue Gallieni

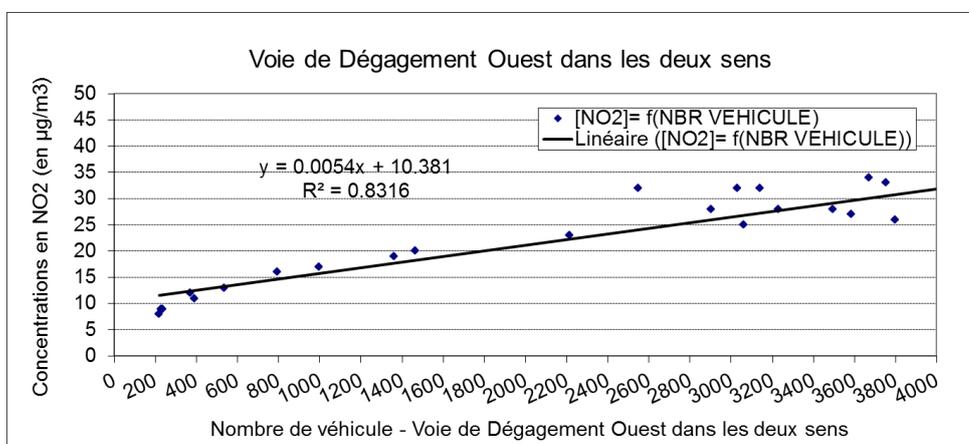


Figure 30 : Droites de régression linéaire - [NO₂]=f(NBR VEHICULE) - Voie de Dégagement Ouest

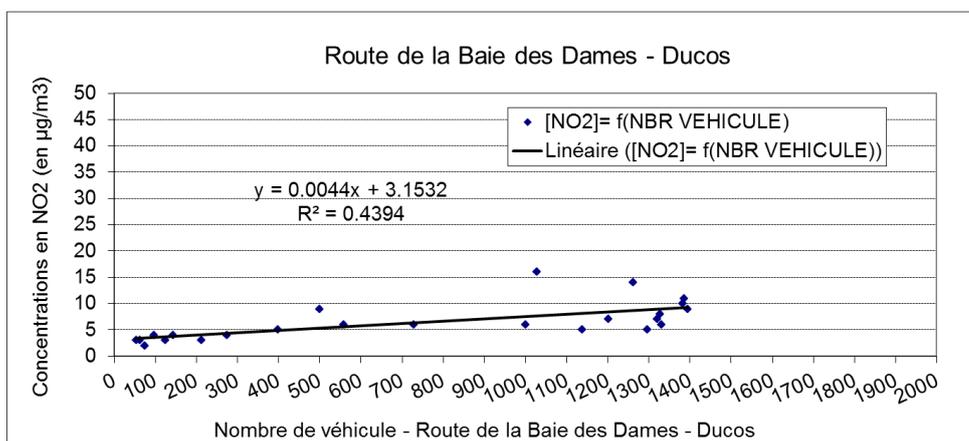


Figure 31 : Droites de régression linéaire - [NO₂]=f(NBR VEHICULE) - Route de la Baie des Dames - Ducos

On observe que :

- Le coefficient de corrélation R^2 de l'ordre de 0.83 pour les sites de la rue Gallieni et de la VDO et il n'est que de 0.4 pour le site de la route de la Baie des Dames (Ducos).

Cela confirme l'influence directe du nombre de véhicule sur les concentrations en dioxyde d'azote sur les deux premiers sites de mesure.

Afin de mieux caractériser le profil $[\text{NO}_2]/\text{Nbr}$ de véhicule, on peut se permettre d'exclure les valeurs particulières de la série Gallieni (les deux points entourés sur la Figure 29) :

- $x=683 / y=26$, correspondant à une concentration relativement élevée de NO_2 pour un nombre de passage de véhicule faible (17h), ce qui est vraisemblablement dû à l'accumulation de NO_2 la journée,
- $x=1610 / y=22$, correspondant à une concentration relativement faible de NO_2 pour un nombre de passage de véhicule maximal (8h), vraisemblablement dû à l'absence d'accumulation de NO_2 dans l'air durant les heures précédentes.

On obtient ainsi un coefficient R^2 de l'ordre de 0.94 (Figure 32), ce qui indique une relation encore plus directe entre les passages de véhicule et concentrations en dioxyde d'azote durant la journée.

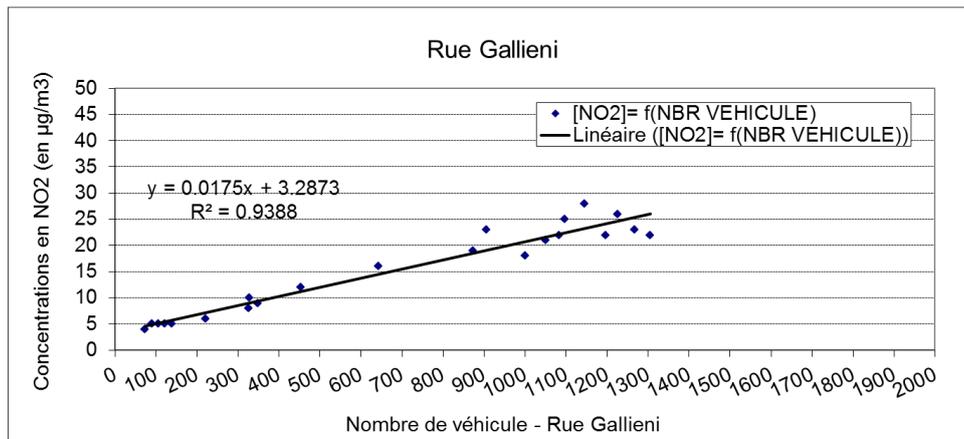


Figure 32 : Droites de régression linéaire - $[\text{NO}_2]=f(\text{NBR VEHICULE})$ - Rue Gallieni - sans les valeurs à 8h et 17h.

- La pente de la droite de régression de la rue Gallieni est la plus élevée (Figure 29), suivi de celle de la VDO (Figure 30), puis de la route de la Baie des Dames (Figure 31). Cette pente donne une information sur la « vitesse d'accumulation » du dioxyde d'azote. En conséquence, on observe qu'à partir de 600 véhicules par heure, à nombre de passages de véhicules égal, les concentrations en dioxyde d'azote sont les plus élevées sur le site de la rue Gallieni.

Sur les Figures 29 à 31, on peut observer par exemple que pour 1000 véhicules passant sur 1 heure, la concentration en NO_2 atteinte en moyenne rue Gallieni est de l'ordre de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tandis qu'elle est de l'ordre de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la VDO et $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site de la route de la Baie des Dames.

Ceci conforte l'hypothèse de l'influence de l'effet « canyon » et de l'orientation Nord/Sud de la rue Gallieni sur l'accumulation de la pollution trafic³ par rapport aux autres sites, moins « confinés ».

- Le nombre minimum de véhicule par heure sur une journée est de l'ordre de 200 véhicules pour le site de la VDO, de 70 pour la rue Gallieni et 50 pour la route de la Baie des Dames, pour des concentrations associées en NO₂ respectivement de 10, 5 et 2 µg/m³. Ce constat donne à la pollution trafic un caractère permanent pour le site de la VDO, tandis que cette pollution tant vers zéros pour les sites de Gallieni et de Ducos en période de très faible fréquentation.

L'étude des données de comptage routier permet ainsi de mieux évaluer l'influence du nombre de véhicules circulant, mais aussi des autres paramètres environnementaux comme la configuration des axes (orientation, dégagement alentour) et des conditions de vents sur les niveaux de polluants routiers et leurs accumulations.

L'incidence des vacances scolaires sur la densité du trafic routier

Durant la période des grandes vacances scolaires (du 20 décembre au 15 février), on observe généralement une baisse de la fréquentation des axes routiers.

Sur les 3 campagnes de mesure trafic, toutes ont une partie commune avec la période des grandes vacances :

- Décembre 2010 pour la rue Gallieni,
- Décembre et janvier pour la Voie de Dégagement Ouest,
- Janvier / février pour la route de la Baie des Dames.

On observe que les niveaux de dioxyde d'azote mesurés sur chaque site au moment des grandes vacances scolaires sont :

- Pour la rue Gallieni : parmi les plus faibles observés durant l'ensemble de la campagne⁴,
- Pour la Voie de Dégagement Ouest : similaires à ceux observés en période de « non vacance », voire légèrement plus élevés⁵,
- Pour la route de la Baie des Dames : parmi les plus faibles observés durant l'ensemble de la campagne⁶.
-

³ Voir partie 3.5. *Influences des paramètres environnementaux* p.32

⁴ 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 Cf : 3.3. Le dioxyde d'azote (NO₂). p.20

⁶ Cf : 3.3. Le dioxyde d'azote (NO₂). p.20

Ainsi, la densité du trafic routier durant la période des grandes vacances scolaires semble avoir une influence significative au centre-ville de Nouméa et sur Ducos, mais pas à l'entrée de la ville (VDO).

Temps de présence d'embouteillage de la voirie et longueur de file

Le régime des moteurs de véhicule est la plupart du temps plus polluant à l'arrêt ou en mode accélération que durant les phases de vitesse continue. Ainsi, les véhicules vont émettre davantage de polluants sur une voirie embouteillée que sur une voirie où le trafic, bien que dense reste fluide.

En outre, il y a d'autant plus d'émission qu'il y a de véhicule sur la voirie, et donc d'autant plus que la file embouteillée est grande.

Le temps d'embouteillage des voiries varie d'un point de mesure à l'autre. En l'absence de mesure de ce temps, cette donnée ne peut être qu'estimée.

Il semble que la VDO soit embouteillée quotidiennement durant les premières heures de la journée à proximité du rond-point Berthelot.

La rue Gallieni et la route de la Baie des Dames disposent d'un trafic dense, mais fluide la plupart du temps, avec des bouchons moins fréquents et durant moins longtemps qu'au niveau de la VDO.

Ces observations peuvent expliquer en partie les niveaux plus élevés de polluants routiers sur le site de la VDO.

Distance du point de mesure à l'axe routier

Les concentrations en polluants sont d'autant plus faibles que l'on s'éloigne de l'axe routier.

D'après les critères d'implantations de l'ADEME⁷, une station trafic, et donc le point de prélèvement d'air, doit se trouver au maximum à 5 mètres de la voirie. Ce critère n'a pas pu être respecté durant les campagnes de la rue Gallieni, de la VDO et de Ducos, en raison de l'espace minimal existant entre les voiries et les places identifiées pour le laboratoire mobile. Dans tous les cas, le laboratoire a été positionné au plus près.

En outre, selon les contraintes de chaque site de mesure, le laboratoire mobile ne se situe pas exactement à la même distance de la voirie.

Sur chaque campagne, nous avons mesuré cette distance :

- Rue Gallieni : 7 m
- Voie de Dégagement Ouest : 6 m
- Route de la Baie des Dames : 9 m

On observe que la distance est d'autant plus grande que les concentrations en NO₂ mesurés sont faibles.

Outre le nombre de véhicule passant sur l'axe routier, ce paramètre de distance a probablement une influence non négligeable sur les concentrations mesurées.

⁷ Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie

4. Conclusions et perspectives

Ces deux campagnes de mesure de type « trafic routier », Voie de Dégagement Ouest (VDO) et Route de la Baie des Dames, viennent compléter la campagne effectuée au centre-ville de Noumea rue Gallieni en 2010.

Les résultats de ces campagnes permettent d'estimer la qualité de l'air aux abords d'axes de circulation parmi les plus importants de la ville en termes de trafic automobile. On peut ainsi émettre les constats suivants :

> Des sites inégalement exposés et respectant les valeurs de référence à ne pas dépasser.

Sur l'ensemble des sites, durant les différentes périodes d'étude, les valeurs limites et objectifs de qualité ont été largement respectés, pour les polluants SO₂ et NO₂. Pour les particules PM10 et PM2.5, le taux de représentativité insuffisant des mesures ne permet pas de comparer de façon fiable les mesures aux valeurs de référence.

C'est le site de la Voie de Dégagement Ouest qui affiche les concentrations en dioxyde d'azote et en particule fines PM les plus importantes, suivi par le site de la Rue Gallieni puis celui de Ducos (route de la Baie des Dames).

Pour le dioxyde d'azote, polluant traceur du trafic routier, des niveaux de pointe horaires trois à sept fois plus élevés que ceux mesurés au niveau des stations urbaines de Nouméa aux mêmes heures ont pu être mesurés sur le site de la VDO. Sur la journée, les niveaux de dioxyde d'azote sont 3 à 5 fois plus élevés.

Notons que les valeurs atteintes sur le site de la VDO n'ont pour autant pas fait l'objet de dépassement de seuils et sont bien inférieures aux valeurs de référence à ne pas dépasser issues des réglementations européenne et métropolitaine, tant pour le dioxyde d'azote que pour les particules fines PM.

> L'influence de l'activité industrielle sur la VDO et sur le site de Ducos

Le dioxyde de soufre ainsi que le dioxyde d'azote mesurés durant la campagne de la VDO par vent d'Ouest indique l'origine industrielle de Doniambo.

Sur le site de Ducos, les traces de dioxyde d'azote par vent d'Est permettent d'émettre l'hypothèse de l'influence d'une ou plusieurs petites industries environnantes.

Ces observations témoignent du caractère multi-source de la pollution atmosphérique sur certains sites. Pour cette raison, il est difficile d'évaluer l'influence stricte du trafic routier sur la qualité de l'air des sites de mesure.

> Un facteur vent limitant les risques d'accumulation de la pollution liée au trafic automobile

La présence majoritaire d'Alizés durant une grande partie de l'année, caractérisés par des vents moyens à forts de secteurs Est-Nord/Est à Est-Sud/Est, est favorable à la dispersion des polluants routiers dès leur émission.

Une conséquence l'effet d'accumulation des polluants autour des sites d'émissions (axes routiers) se trouve limité, ce qui explique vraisemblablement l'absence de valeurs de concentrations très élevées, même sur le site de la VDO.

> Les concentrations en polluants, en dioxyde d'azote notamment, ne sont pas directement proportionnelles à la quantité de véhicule circulant. Elles dépendent de l'interaction de plusieurs paramètres, notamment contextuels et environnementaux.

En effet, à nombre de passage de véhicules égal, la rue Gallieni favorise plus l'accumulation des polluants routiers que la route de la Baie des Dames, probablement du fait de sa configuration de type « canyon », et de son orientation Nord/Sud, toutes deux favorables à l'accumulation de la pollution.

A ce titre, les concentrations mesurées sur la VDO sont de l'ordre de 2 à 3 fois supérieures selon les horaires à celles observées Route de la Baie des Dames, mais de l'ordre de 15 à 20 % supérieures seulement à celles mesurées rue Gallieni.

Ce constat témoigne de l'influence conjointe du nombre de véhicules circulant, de la configuration des axes (orientation, dégagement alentour) et des conditions de vents sur les niveaux de polluants routiers et leurs accumulations.

> Des données poussières fines PM10 et PM2.5 difficilement exploitables

Du fait du mode de fonctionnement du SWAM en mesure journalière et hebdomadaire pour les besoins des diverses campagnes (Taux de poussières PM et prélèvement pour analyse des métaux), et en raison des nombreux problèmes techniques inhérent au fonctionnement du SWAM notamment en mode préleveur hebdomadaire, les données de poussières ne couvrent pas toutes les périodes de mesures, ce qui limite leur pertinence et l'intérêt de leur exploitation statistique.

A partir de 2013, l'acquisition d'un nouveau préleveur de particules PM10 de type Partisol positionné au niveau du laboratoire mobile permettra de « libérer » le SWAM de sa fonction préleveur, et d'obtenir ainsi une mesure quotidienne et continue des concentrations en poussières PM10 et PM2.5 (sans intervalle de prélèvement hebdomadaire).

> Vers le suivi périodique de la pollution routière

Du fait des perspectives d'augmentation continue du trafic routier sur la ville, il paraît pertinent de suivre l'évolution des niveaux de pollution au voisinage des grands axes routiers, parallèlement aux travaux de comptage routier qui ont lieu chaque année.

Si les risques de dépassement de valeurs de référence semblent limités à l'échelle de l'année pour le dioxyde d'azote, une évaluation complémentaire dans des conditions de vents faibles, favorables à l'accumulation des polluants serait souhaitable, notamment aux entrées de la ville de Nouméa.

Les mois de l'année les plus favorables à ces conditions de vents faibles sont juin, juillet et août.

En outre, le manque de données satisfaisantes en termes de particules fines PM10 et PM2.5 pour les raisons mentionnées précédemment, invite à poursuivre la mesure par moyen mobile dans des conditions techniques plus fiables.

Dans ce contexte, d'autres campagnes de type 'trafic routier' sur des sites préalablement identifiés pourront faire l'objet de mesure, notamment dans des cas de vents de forces faibles durant la saison fraîche.

6. Références bibliographiques

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. Campagne de mesure par échantillonnage passif SO₂-NO₂ sur la ville de Nouméa – du 18 au 25 février 2011.

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.