

Association Calédonienne de Surveillance de la Qualité de l'Air

Mesure de la qualité de l'air à proximité d'un
axe routier - rue Jacques Iékawé - Nouméa
Laboratoire Mobile - Avril à Juillet 2013



Conditions de diffusion

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

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

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

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

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

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

Intervenants

- *Intervenants techniques :*

- Supervision technique : Alexandre TCHIN
- Assistance technique : Dominique BLANC, Jacques SANON

- *Intervenants études :*

- Rédaction rapport / coordination : Raphaëlle HUTH
- Tiers examens du rapport : Sylvain GLEYE
- 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 (DEPS), ainsi que la Division Voirie de la Mairie de Nouméa, qui ont permis la réalisation de ces campagnes de mesures de la qualité de l'air dans les meilleures conditions. Scal-Air remercie également l'Office des Postes et Télécommunications de la Nouvelle Calédonie (OPT) pour la mise à disposition de la zone d'accueil du laboratoire à proximité de la rue Jacques Iékawé à Nouméa. Ces entités ont toutes concouru à la bonne réalisation de cette étude.

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SOMMAIRE | 4 |
| DEFINITIONS | 6 |
| LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES | 6 |
| 1. INTRODUCTION | 8 |
| 2. PRESENTATION DE L'ETUDE | 9 |
| 2.1. LES DIFFERENTS POLLUANTS SURVEILLES..... | 9 |
| 2.2. LES NORMES DE QUALITE DE L'AIR..... | 10 |
| 2.3. L'EMPLACEMENT DU MOYEN MOBILE ET SES CARACTERISTIQUES | 12 |
| 2.4. PARAMETRES METEOROLOGIQUES | 13 |
| 2.4.1. Directions et vitesses des vents dominants | 13 |
| 2.4.2. Températures et Pluviométrie | 14 |
| 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES | 15 |
| 3.1. SIMULATION STATISTIQUE DE L'INDICE DE LA QUALITE DE L'AIR DURANT LA CAMPAGNE DE MESURE..... | 16 |
| 3.2. LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)..... | 17 |
| 3.2.1. Les niveaux mesurés par le laboratoire mobile | 17 |
| 3.2.2. Comparaison des niveaux mesurés par le laboratoire mobile avec le réseau de Nouméa..... | 18 |
| 3.2.3. Influence de la direction des vents | 21 |
| 3.2.4. Influence des émissions de polluant..... | 21 |
| 3.2.5. Zoom sur les épisodes de pollution marquants | 22 |
| 3.3. LE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂) | 24 |
| 3.3.1. Les niveaux mesurés par le laboratoire mobile | 24 |
| 3.3.2. Influence de la direction des vents | 26 |
| 3.3.3. Comparaison des niveaux mesurés par le laboratoire mobile avec le réseau de Nouméa..... | 27 |
| 3.3.4. Les profils journaliers et hebdomadaires de concentration en NO ₂ | 28 |
| 3.4. LES PARTICULES FINES PM10 ET PM2.5 | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.1. Les niveaux mesurés par le laboratoire mobile | 29 |
| 3.4.2. Comparaison des niveaux mesurés par le laboratoire mobile avec le réseau de Nouméa..... | 31 |
| 3.5. LES METAUX LOURDS CONTENUS DANS LES PARTICULES FINES PM10..... | 33 |
| 3.6. INFLUENCES DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX..... | 34 |
| 3.6.1. Les conditions de vents..... | 35 |
| 3.6.2. Les données de comptage de véhicules..... | 35 |
| 3.6.3 Comparaison avec les trois campagnes trafics précédentes | 40 |
| 4. CONCLUSIONS..... | 45 |
| 5. PERSPECTIVES..... | 47 |
| 6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 50 |
| ANNEXES | I |
| ANNEXE 1 : LISTE DES FIGURES | II |
| ANNEXE 2 : LISTE DES TABLEAUX..... | IV |
| ANNEXE 3 PRESENTATION DU MOYEN DE MESURE MOBILE ET DES ANALYSEURS..... | V |
| ANNEXE 4 : MATRICE DE VALEURS – CAMPAGNE TRAFIC 8/04/2013 AU 9/07/2013..... | VII |

Définitions

Anthropique : sont qualifiés d'anthropiques tous les phénomènes qui peuvent être conséquents de la présence ou de l'action de l'être humain.

Centile 99,7 et centile 99,2: valeurs auxquelles sont inférieures ou égales respectivement 99,7 % et 92.2 % des données de la série statistique considérée.

Objectif de qualité : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Percentile 98 : Le percentile 98 correspond à la valeur dépassée par 2 % des données mesurées de la série statistique considérée.

Percentile : Un percentile est calculé à partir de valeurs effectivement mesurées et non des valeurs interpolées ou extrapolées. Toutes les valeurs mesurées sont portées dans une liste établie par ordre croissant appelée une série statistique.

PM10 : de l'anglais *Particulate Matter*. Matière Particulaire en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 10 µm.

PM2.5 : de l'anglais *Particulate Matter*. Matière Particulaire en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 2.5 µm.

Taux de représentativité (T_r) statistique : il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesure, sur une période statistiquement définie (l'année civile, l'été, etc.)

T_r : (nombre de données valides horaires glissante sur 15 minutes sur la période statistique de la campagne de mesures) / (nombre théorique d'éléments de la même période) x 100.

Valeur cible : concentration dans l'air ambiant fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé des personnes et l'environnement dans son ensemble qu'il convient d'atteindre, si possible, dans un délai donné.

Liste des sigles et acronymes utilisés

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie,

AV : Station fixe de mesure de l'Anse Vata,

DEPS : Direction de l'Équipement de la Province Sud,

DIMENC : Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie,

DITTT : Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Terrestres du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie,

DV : Direction de vent,

FB : Station fixe de mesure du Faubourg Blanchot,

LGC : Station fixe de mesure de Logicoop,

m : mètre,

m/s : mètre par seconde,

MF : Météo France,

MTR : Station fixe de mesure de Montravel,

NO₂ : dioxyde d'azote,

NO_x : oxydes d'azote,

O₃ : ozone,

OPT : Office des Postes et Télécommunications de la Nouvelle Calédonie,

ORAMIP : Observatoire Régional de l'Air en Midi-Pyrénées,

PM₁₀ : particules fines en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm,

PM_{2.5} : particules fines en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2.5 µm,

SO₂ : dioxyde de soufre,

VV : Vitesse du vent,

µg/m³ : microgramme par mètre cube ($1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{g}$).

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 en se basant, en l'absence de réglementation locale, sur la réglementation européenne en matière de qualité de l'air.

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

Les campagnes de type « trafic routier » ont pour objectif d'évaluer la qualité de l'air à proximité de principaux axes de circulations, parmi les plus fréquentés de la ville de Nouméa. L'impact des émissions des principaux polluants atmosphériques, issus du trafic routier peut ainsi être appréhendé et quantifié sur un site d'étude sélectionné.

Les enjeux régionaux et locaux de la qualité de l'air sont centrés sur l'impact des activités routière et industrielle, et concernent principalement l'agglomération de Nouméa au cœur de laquelle se situent une usine de valorisation de nickel et une centrale thermique (zone industrielle de Doniambo).

La première campagne en site « trafic routier » a été réalisée par Scal-Air 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 par la suite été sélectionnés pour accueillir le laboratoire mobile en 2011 et 2012 : la Voie de Dégagement Ouest (VDO à proximité du Rond-Point Berthelot) et la Route de la Baie des Dames (à Ducos)².

Le présent rapport d'études se propose d'exploiter les données de la **quatrième campagne** de mesure du laboratoire mobile en **site « trafic routier »**, menée par Scal-Air entre le 8 Avril et le 9 Juillet 2013. Le laboratoire a été positionné durant cette période d'étude, sur le site du CPMC de l'OPT situé au 5^{ème} kilomètre (PK5) à proximité de l'axe routier : **Rue Jacques Iékawé** (à 300m au nord du rond-point Belle-Vie).

La rue J. Iékawé est un des axes principaux de l'agglomération de Nouméa en reliant le centre-ville aux agglomérations du Grand Nouméa (Dumbéa, Païta, Mont Dore), et pour laquelle des comptages routiers ont été recueillis. Ces comptages routiers, concomitants à la campagne du laboratoire mobile sont effectués par la Direction de l'Équipement de la Province Sud (DEPS).

Du fait des perspectives d'augmentation continue du trafic routier sur la ville de Nouméa, il est pertinent de suivre l'évolution des niveaux de pollution au voisinage des grands axes routiers et de confirmer les résultats établis précédemment concernant la pollution atmosphérique d'origine routière.

Enfin le site d'intérêt sélectionné, la rue J. Iékawé au niveau du quartier PK5, est potentiellement soumis à une pollution d'origine industrielle car il est situé sous les vents de secteur Ouest-Sud/Ouest à Sud-Ouest vis-à-vis de la zone industrielle de Doniambo.

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 SCAL-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*. Décembre 2012.

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.

Tableau I : Les polluants surveillés et leurs origines

| POLLUANTS | PRINCIPALES SOURCES | EFFETS SUR LA SANTE | CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT |
|--|--|--|---|
| 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 de l'ozone troposphérique Atteinte de la couche d'ozone stratosphérique (participation au phénomène d'effet de serre) |
| 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, le charbon et le gaz. 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 trafic automobile constitue une part négligeable des émissions totales, notamment en raison du volume moindre brûlé de gazole par rapport au volume de charbon. De plus les teneurs en soufre dans le gazole ont été abaissées, sur décision du Gouvernement depuis le 1^{er} janvier 2007³ à 50 ppm (parties par million).

➤ **Le dioxyde d'azote (NO₂)** : Les sources principales de NO₂ sont les moteurs de véhicules et les installations de combustion à haute température de plus grande ampleur (centrales énergétiques, centrales thermiques, chauffages...). Le 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. La centrale thermique de Nouméa est également un émetteur important d'oxyde d'azote.

³ Arrêté n° 2007-337/GNC du 18 janvier 2007 relatif aux caractéristiques du gazole importé pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie.

Les oxydes d'azote se rencontrent aussi dans des espaces de vie, issus alors principalement des appareils de combustion à combustibles gazeux (gazinière, chauffe-eau...). Ils sont également l'un des nombreux composés de la fumée de tabac.

➤ **Les particules en suspension PM10 et PM2.5** mesurées sont d'un diamètre respectivement inférieur à 10 micromètres et 2.5 micromètres. Leur nature est très hétérogène, selon les sources d'émission qu'elles soient d'origine naturelle (érosion des sols, pollens, etc.) ou anthropiques (liées à l'activité humaine).

Les particules sont issues majoritairement de la combustion incomplète des combustibles fossiles (sidérurgie, cimenteries, incinération de déchets, centrale thermique, etc.), à l'érosion de minerais et matériaux (sols, bâtiments), à la circulation automobile (gaz d'échappement, dispositifs de freinage, abrasion des pneus, etc.).

Les plus grosses particules (PM10) sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines (PM2.5) pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire où elles peuvent provoquer une inflammation et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Ces particules « ultrafines » sont suspectées de provoquer des effets cardio-vasculaires. Elles peuvent également avoir des propriétés mutagènes et cancérogènes : c'est notamment le cas de certaines particules émises par les moteurs diesel qui véhiculent certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

A Nouméa, les valeurs maximales horaires et journalières observées de poussières fines sont généralement liées à des conditions de vents favorisant l'accumulation ou la dispersion des émissions industrielles vers les points de mesure. Ces particules fines font également parties des polluants émis par le trafic routier notamment des véhicules diesel au niveau des échappements.

2.2. Les normes de qualité de l'air

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 (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les PM10 et les PM2.5, le plomb, le benzène, le monoxyde de carbone et l'ozone.

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.

Du fait du statut juridique particulier de la Nouvelle-Calédonie, les réglementations citées ci-dessus ne sont pas applicables sur le territoire calédonien. 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) fixent des prescriptions applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels.

De manière générale depuis 2007, et pour les stations du réseau de surveillance de Nouméa, le dispositif de surveillance de Scal-Air se base sur les réglementations européennes et métropolitaines.

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.

Les ICPE s'inspirent de valeurs limites de référence fixées par la réglementation européenne et sont 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). Depuis le mois de novembre 2013, l'arrêté 2366-2013/ARR/DIMENC a permis d'étendre ces prescriptions aux sites de mesures du Faubourg Blanchot (22°16'45.92 Sud - 166°26'58.05 Est) et de la Vallée du Tir (Ecole Griscelli, 22°15'39.38 Sud - 166°26'54.34 Est).

Pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et les PM10, les valeurs de référence décrites dans l'arrêté 11387-2009/ARR/DIMENC sont identiques à celles définies par les réglementations européennes et métropolitaines.

Tableau II : Les normes de la qualité de l'air pour chaque polluants : SO₂, NO₂, PM10 et PM2.5

| | Objectifs de qualité de l'air | Niveau de recommandation et d'information | Niveau d'alerte | Valeurs limites pour la santé humaine | | Valeurs limites pour la protection des écosystèmes |
|-----------------------|-------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|--|
| SO₂ | 50 µg/m ³ | 300 µg/m ³ | 500 µg/m ³ | 125 µg/m ³ | 350 µg/m ³ | 20 µg/m ³ |
| | Moyenne annuelle | Moyenne horaire | Moyenne horaire sur 3h consécutives | Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an | Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an | Moyenne annuelle et du 1er octobre au 31 mars |
| NO₂ | 40 µg/m ³ | 200 µg/m ³ | 400 µg/m ³ | 200 µg/m ³ | 40 µg/m ³ | 30 µg/m ³ |
| | Moyenne annuelle | Moyenne horaire | Moyenne horaire | Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an | Moyenne annuelle | Moyenne annuelle |
| PM 10 | 30 µg/m ³ | 50 µg/m ³ | 80 µg/m ³ | 50 µg/m ³ | 40 µg/m ³ | - |
| | Moyenne annuelle | Moyenne journalière | Moyenne journalière | Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an | Moyenne annuelle | - |
| PM 2,5 | 10 µg/m ³ | - | - | 26 µg/m ³ | - | - |
| | Moyenne annuelle | - | - | Moyenne annuelle (passage à 25 en 2015) | - | - |

2.3. L'emplacement du moyen mobile et ses caractéristiques

Le site de mesure se trouve dans le quartier du 5^{ème} kilomètre (PK5), sur l'emplacement du CPMC de l'OPT à proximité de l'axe routier, rue Jacques Iékawé (à 300m au nord du rond-point Belle-Vie). La rue J. Iékawé, est un axe routier fréquenté et a été identifié comme impacté par la pollution liée à la circulation routière à Nouméa en reliant le centre-ville aux agglomérations Nord du Grand Nouméa (Mont Dore, Dumbéa, Païta par la RT1 notamment).

l'ADEME fournit un référentiel permettant une classification des stations de surveillance de la qualité de l'air, déclinées suivant leur lieu d'implantation et suivant les objectifs de la mesure.

Selon cette typologie, un site « trafic » se caractérise essentiellement par sa proximité (< à 5m) à un axe routier majoritaire (débit journalier > 10 000 véhicules).

Il est, de fait directement influencés par les émissions issues du trafic routier. En raison des contraintes inhérentes au site d'accueil, le laboratoire a été placé à une distance de 9 m de la voirie.

Une station de type trafic a pour objectif de fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives des niveaux les plus élevés auxquels la population située en proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée.

Le site de mesure dans la rue J. Iékawé a été établi en respectant cette typologie. Il est donc potentiellement impacté par une pollution d'origine routière (le débit journalier est de 23 000 véhicules environ⁴) mais aussi industrielle en provenance de la Centrale thermique de



Figure 2 : Laboratoire mobile sur le site de l'OPT, à proximité la rue J. Iékawé.

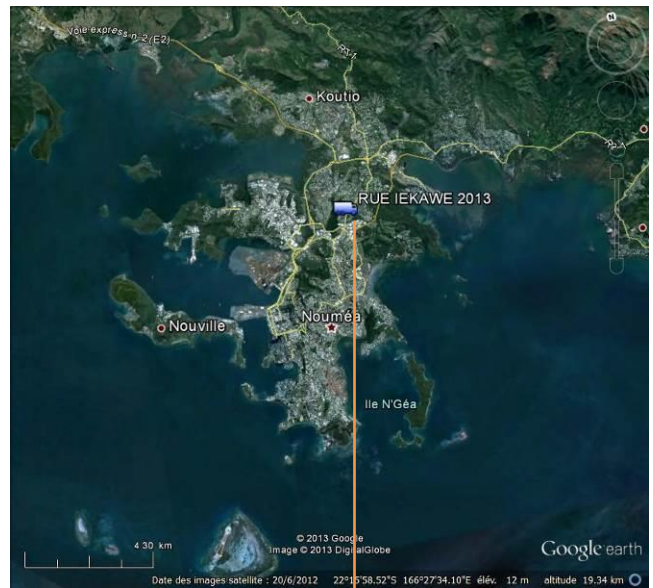


Figure 1 : Localisation géographique du site de mesure

Doniambo sous un régime de vent d'Ouest/Sud-Ouest.

Le tronçon étudié de la rue J. Iékawé est situé dans une zone d'activités artisanales et de commerces. A la frontière entre les quartiers du 4^{ème}, du 6^{ème} kilomètre et du quartier de l'aérodrome on peut estimer que le nombre d'habitant dans la zone s'élève à près de 2 600 habitants⁵.

Des informations supplémentaires de présentation du moyen mobile sont disponibles en Annexe 3.

⁴ Sources DEPS.

⁵ Situation démographique en 2010, Institut de la statistique et des études économiques (ISEE NC).



Figure 3 : Localisation géographique du site de mesure rue J. Iékawé.

2.4. 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, le volume des précipitations éventuelles, la température de l'air et l'hygrométrie.

2.4.1. Directions et vitesses des vents dominants

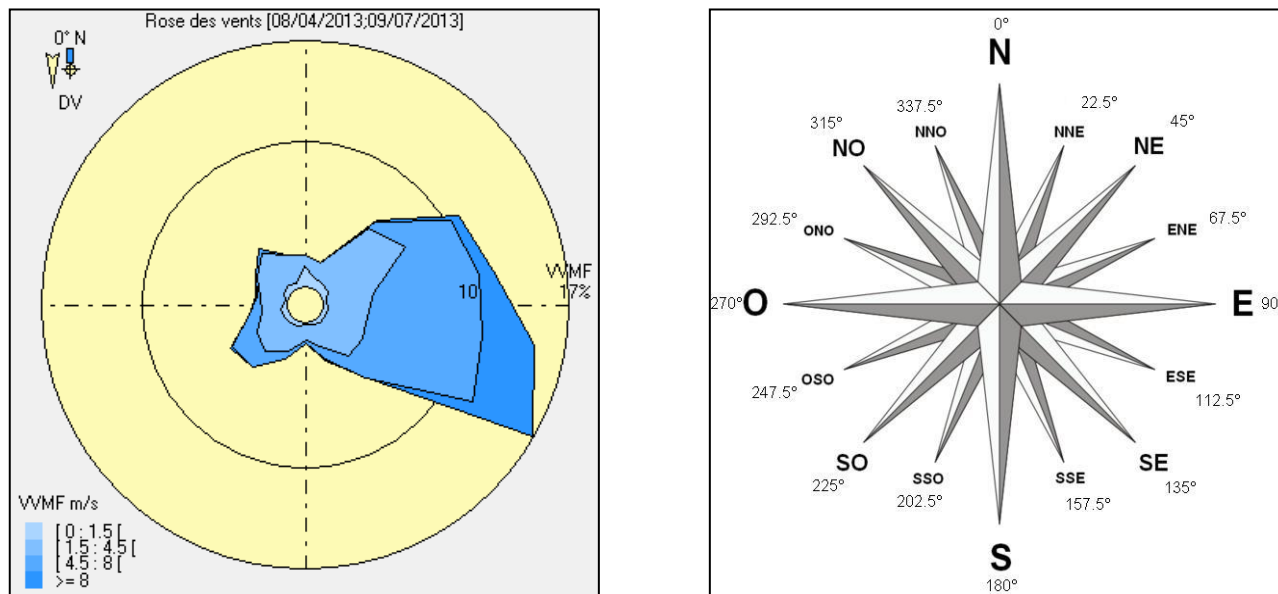


Figure 4 : Rose des vents sur la période d'étude (8 avril au 9 juillet 2013), d'après les données fournies par Météo France

Tableau III : Répartition des vents par secteur géographique et par secteur de vitesse, sur la période d'étude (8 avril au 9 juillet 2013), d'après les données fournies par Météo France

| | Vitesse du vent en mètre/seconde | | | | Cumul |
|---------------|----------------------------------|---------------|-------------|-----------|-------------|
| | [0 : 1.5 [| [1.5 : 4.5 [| [4.5 : 8 [| >= 8 | |
| [350 : 10 [| 1.4 | 0.7 | | | 2.1 |
| [10 : 30 [| 0.7 | 1.1 | | | 1.8 |
| [30 : 50 [| 0.5 | 5 | 0.7 | 0.1 | 6.3 |
| [50 : 70 [| 0.5 | 6.2 | 3.6 | 0.7 | 11.1 |
| [70 : 90 [| 0.2 | 3.4 | 7.5 | 1 | 12.1 |
| [90 : 110 [| 0.3 | 2.8 | 8 | 3.7 | 14.8 |
| [110 : 130 [| 0.3 | 3 | 8.8 | 4.8 | 16.9 |
| [130 : 150 [| 0.3 | 3 | 2 | 0.1 | 5.5 |
| [150 : 170 [| 0.2 | 1.5 | 0.9 | 0.1 | 2.8 |
| [170 : 190 [| 0.1 | 1 | 0.3 | | 1.4 |
| [190 : 210 [| 0.3 | 1.9 | 0.5 | | 2.7 |
| [210 : 230 [| 0.3 | 2.7 | 1.4 | 0 | 4.5 |
| [230 : 250 [| 0.4 | 2.2 | 2 | 0.2 | 4.8 |
| [250 : 270 [| 0.4 | 1.4 | 0.9 | | 2.6 |
| [270 : 290 [| 0.1 | 1.7 | 0.2 | 0 | 2.1 |
| [290 : 310 [| 0.4 | 2 | 0.1 | | 2.6 |
| [310 : 330 [| 0.5 | 2.5 | 0.4 | | 3.4 |
| [330 : 350 [| 0.3 | 2.1 | | | 2.4 |
| Cumul | 7.2 | 44.5 | 37.3 | 11 | 100% |

Les vents dominants pour la période de mesure considérée sont orientés Est à Sud-Est (90° à 135°). Lors de la campagne de mesure, on observe sur la figure 4, qu'il existe une part non négligeable de vents soufflants de secteurs Nord-Est à Est (50° à 90°).

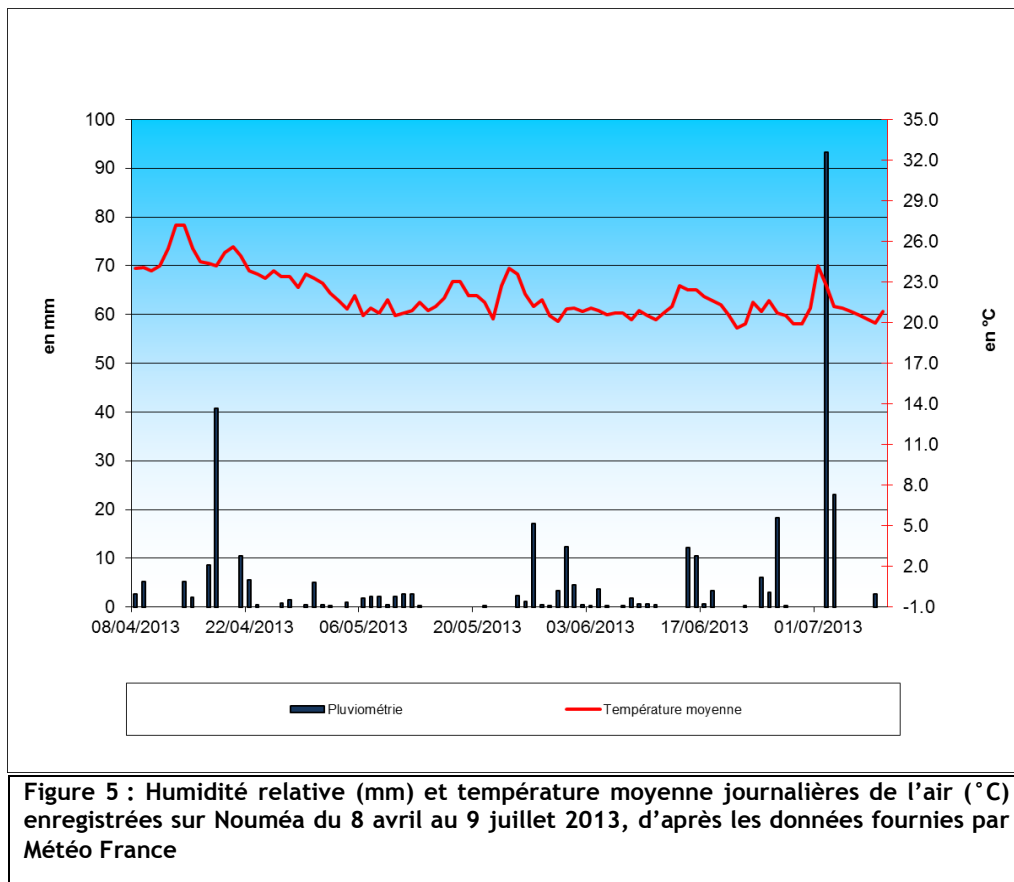
Globalement les vents orientés de 50° à 130° représentent 54.9 % des vents totaux.

Les vents orientés Ouest/Sud-Ouest (230° à 250°), qui dispersent le panache d'origine industriel vers le site de mesure, soufflent environ 4.8 % du temps.

Au cours de la période d'étude, on observe majoritairement des vents d'intensité moyenne, de 1.5 à 4.5 m/s. Ces vents représentent 44.5 % des vents totaux sur la période étudiée.

Les vents de forte intensité, de 4.5 à 8 m/s, représentent 37.3 % des vents totaux. Nous remarquons une proportion non négligeable de vents très forts, supérieurs à 8 m/s, qui représentent 11 % des vents totaux.

2.4.2. Températures et Pluviométrie



Sur la figure 5 on distingue des conditions météorologiques distinctes :

- Les mois d'avril et mai concerne une période de transition (la pluviosité diminue et la température de l'air décroît sensiblement) faisant suite à la saison chaude.
- Les mois de juin et juillet avec lesquels débute la saison fraîche.

Jusqu'à début juin les températures moyennes journalières observées restent élevés ; elles oscillent entre 20°C et 27°C environ (figure 5). Les températures de l'eau de mer sont encore chaude à cette période de l'année ce qui pourrait expliquer la formation d'épisodes pluvieux au cours du mois d'avril, allant jusqu'à 40mm de précipitation, et à la fin du mois du juin. Notons que ces valeurs restent en dessous de la pluviométrie moyenne à cette période qui s'élève à 80mm⁶.

A partir du mois de juin, début de la saison fraîche, les températures moyennes journalières oscillent autour de 21°C avec des minimums à 18°C à la fin de la période d'étude (figure 5). Au cours de cette saison où les précipitations sont rares en moyenne, on note un événement de fortes pluies le 2 juillet 2013, pluviométrie de 93 mm, au-dessus des moyennes de saisons (de 70mm).

Il est important de s'intéresser à la pluviométrie, car les précipitations par lessivage de l'atmosphère favorisent la retombée des particules en suspension sur le sol et donc la diminution des niveaux de pollutions dans l'air ambiant.

⁶ Source Météo France

3. Résultats et commentaires

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

La directive 2008/50/CE impose une période de mesure minimum de 14 % de l'année (soit huit semaines ou 56 jours) pour rendre possible la comparaison des résultats d'une campagne aux valeurs de références annuelles issues de la réglementation et ainsi considérer la mesure comme représentative.

Les conditions nécessaires pour effectuer cette comparaison sont une mesure aléatoire par semaine, répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines réparties uniformément sur l'année. La présente campagne étudiée dans ce rapport, s'étend sur 93 jours de mesures, soit 13 semaines. En revanche le critère de répartition sur l'année n'est pas rempli.

A ce titre, la comparaison aux objectifs de qualité, valeurs cibles ou valeurs limites annuelles n'est pas possible. Néanmoins, nous proposons de dresser, uniquement à titre indicatif, certaines analyses faisant appel à ces valeurs.

Tableau IV : Statistiques de la campagne de mesure par polluants

| | SO ₂ | NO ₂ | PM10 | PM2.5 |
|--|-----------------|-----------------|------|-------|
| Taux représentativité (%) | 94.2 | 96.6 | 91.8 | 91.8 |
| Moyennes sur la campagne (8/4/13 au 9/7/13) - (µg/m³) | 4.2 | 12.5 | 12.9 | 4.0 |
| Percentiles 98 des moyennes journalières | 16.0 | 32.0 | 48.0 | 22.0 |
| Moyennes journalières maximales - (µg/m³) | 46.0 | 24.0 | 35.0 | 12.0 |
| Moyennes horaires maximales (SO₂, NO₂) - (µg/m³) | 279.0 | 46.0 | / | / |

NB : Une définition détaillée des termes utilisés dans le tableau IV est présente dans la section Définitions p. 4.

Les taux de représentativité ou de fonctionnement présentés dans le tableau IV correspondent aux pourcentages de bon fonctionnement des appareils de mesures. Ils sont calculés en utilisant les valeurs horaires pour chaque polluant.

Les règles et recommandations relatives à la validation des données imposent un taux de fonctionnement au moins égal à 75 %. Pour les quatre polluants mesurés, ce critère de validation est largement rempli avec plus de 90 % de données valides et permet une exploitation statistique cohérente des données, malgré les différents problèmes techniques imprévisibles survenus (listés en Annexe 4).

Globalement les moyennes des concentrations en polluants sur l'ensemble de la campagne de 13 semaines est faible en regard des objectifs de qualité à respecter en moyenne annuelle (seuil fixé à 50 µg/m³ pour le SO₂, 40 µg/m³ pour le NO₂ et 30 µg/m³ pour les poussières fines, en moyenne annuelle, *tableau II p.11*).

De la même façon, si l'on excepte une valeur élevée proche du seuil d'information pour le SO₂, les moyennes journalières maximales calculées à partir des moyennes horaires pour le SO₂ et le NO₂, sont relativement faibles au cours de la période d'étude.

Le percentile 98, qui représente la valeur dépassée par 2 % des données en moyennes journalières calculé pour chaque polluants considérés au cours de la campagne reste faible également.

Les moyennes horaires maximales sont calculées, à partir des moyennes ¼ horaires, pour le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote. Le SWAM, appareil de mesure des concentrations en PM10 et PM2.5 dans

l'air ambiant, dispose d'une fréquence d'acquisition paramétrable sur un pas de temps de 8h, 24 h ou plus. Ceci explique l'absence de valeurs horaires en poussières fines dans le tableau IV.

3.1. Simulation statistique de l'indice de la qualité de l'air durant la campagne de mesure

Les indices de qualité de l'air par station (IQA) sont calculés sur chaque site fixe de mesure disposant d'au moins trois 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 la plus élevée de la journée, dans la zone surveillée, à laquelle la population est susceptible d'être directement ou indirectement exposée.

Au vu des données de concentrations récoltées au cours de la campagne de mesure, notons que c'est principalement le SO₂ qui entraîne une augmentation de l'indice de la qualité de l'air.

Le calcul des indices de la qualité de l'air a été effectué à partir des données issues du laboratoire mobile. Les diagrammes suivants (figure 6) présentent les proportions d'indices sur le site de mesure à proximité de la rue J. Iékaué durant la campagne d'étude.

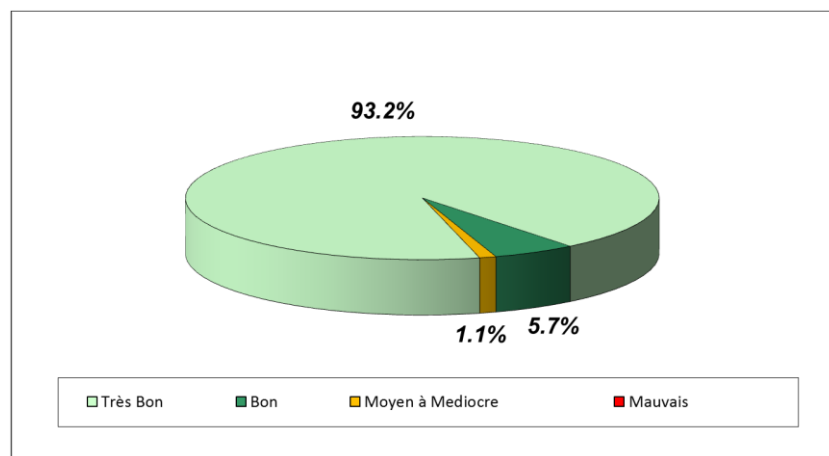
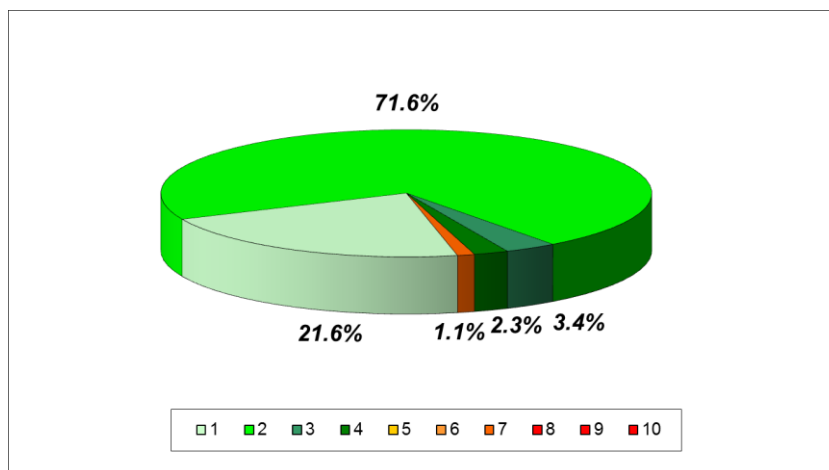
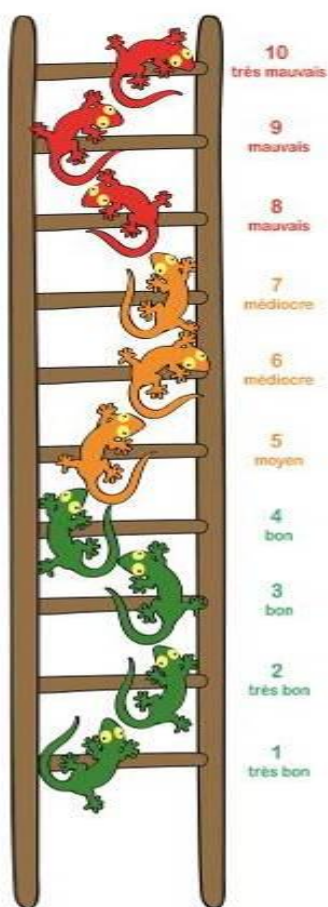


Figure 6 : Indices de la qualité de l'air calculés à partir des concentrations en polluants, issues du laboratoire mobile (rue J. Iékaué) du 8 avril au 9 juillet 2013 (93 jours)

D'après la figure 6, les indices de la qualité de l'air ont été majoritairement très bons, durant 93,2 % de la période d'étude. Les indices bons représentent 5,7 % du temps, et les indices moyens à médiocres concernent 1,1 % du temps.

Aucuns indices mauvais ne ressort de ce calcul sur la période de la campagne.



3.2. Le dioxyde de soufre (SO₂)

3.2.1. Les niveaux mesurés par le laboratoire mobile

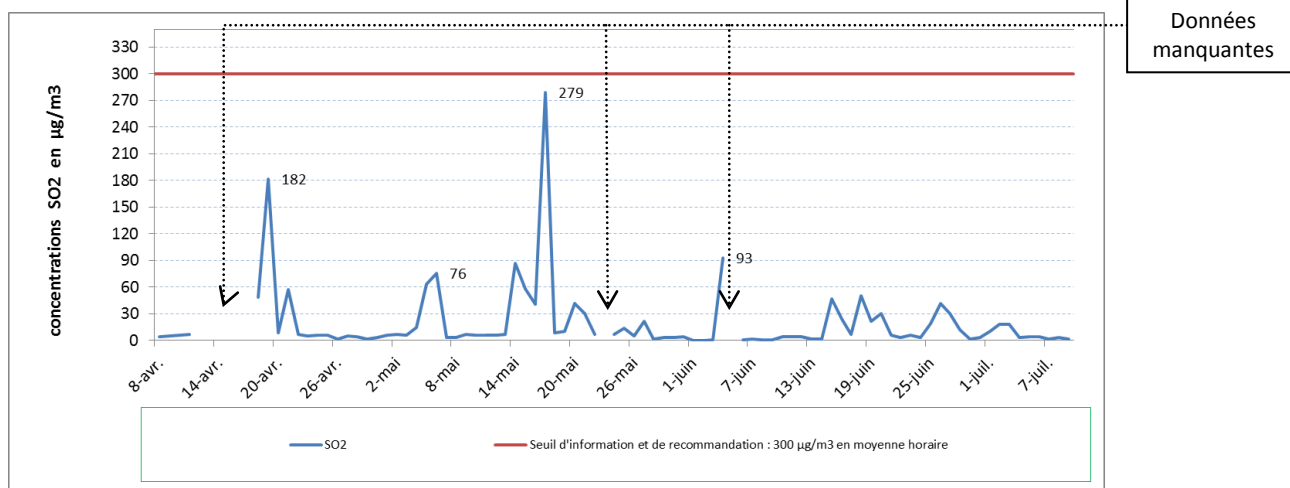


Figure 7 : Concentrations maximales horaires glissantes sur 15 minutes par jour - SO₂ (µg/m³)

NB : les données manquantes sont inhérentes à des problèmes techniques au sein de la station mobile, listés en Annexe 4.

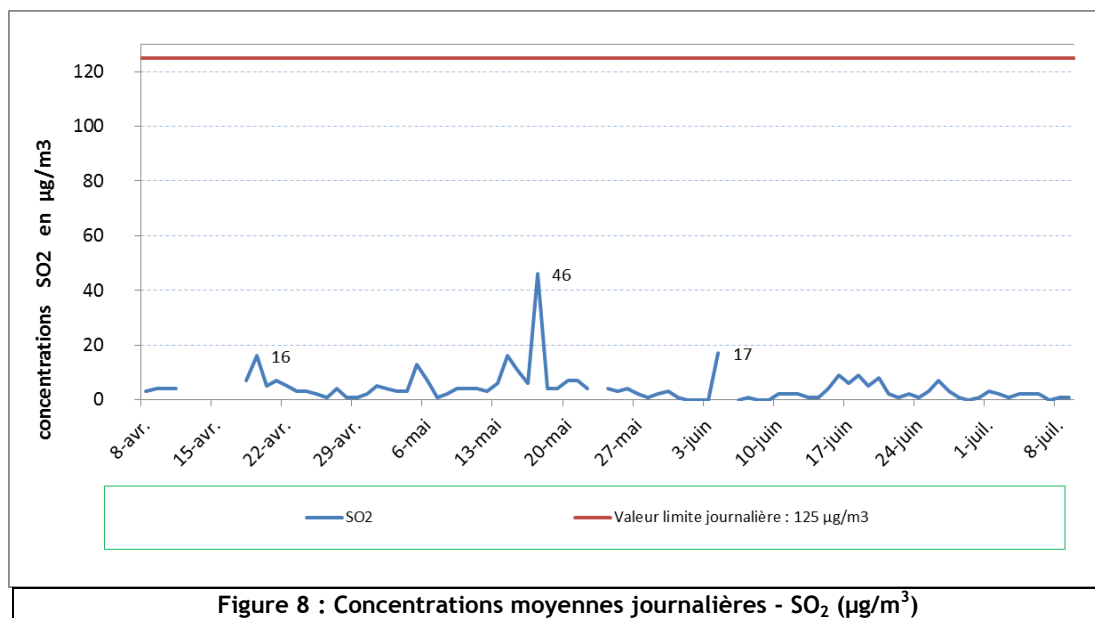


Figure 8 : Concentrations moyennes journalières - SO₂ (µg/m³)

La figure 7 nous indique que la valeur maximale horaire glissante sur 15 minutes de 279 µg/m³ a été atteinte le 17 mai 2013 à 14h00. Ces concentrations horaires élevées sont caractéristiques d'une pollution de pointe.

Le seuil d'information horaire, fixé à $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a pas été franchi durant la période d'étude, ainsi que la valeur limite horaire fixée à $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à ne pas dépasser plus de 24h/an).

La figure 8 nous indique qu'une valeur journalière maximale de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été atteinte le 17 mai 2013. La valeur limite journalière (à ne pas dépasser plus de 3 jour/an) fixée à $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, n'a donc pas été atteinte.

3.2.2. Comparaison des niveaux mesurés par le laboratoire mobile avec le réseau de Nouméa

➤ Les niveaux mesurés

La moyenne globale des concentrations en SO_2 , calculée sur la durée de la campagne, est de $4.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité annuel, fixé à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est respecté sur la période de mesure.

Cette moyenne est relativement plus proche des moyennes affichées par les stations fixes de Montravel et de Logicoop et supérieure aux stations du Faubourg Blanchot, de l'Anse Vata et de la Vallée du Tir, sur la même période (tableau V).

Tableau V : Concentrations moyennes en SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et percentiles 98 pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013, mesurées par le laboratoire mobile et le réseau de stations fixes de Nouméa.

| Station de mesure | Concentration moyenne en SO_2 sur la campagne (du 8 avril au 9 juillet 2013) | Percentiles 98 des moyennes journalières en SO_2 sur la campagne (du 8 avril au 9 juillet 2013) |
|-------------------------------|--|---|
| Logicoop | $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 |
| Montravel | $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 35 |
| Faubourg Blanchot | $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 21 |
| Anse Vata | $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 10 |
| Vallée du Tir | $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 26 |
| Laboratoire mobile Rue Iékawé | $4.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 16 |

Le tableau VI suivant résume le nombre de valeurs horaires respectivement supérieures à 50, 100, 150, 200 et $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et les pourcentages associés par rapport au nombre totale de valeurs enregistrées sur la période de mesure.

Tableau VI : Nombre de valeurs horaires de concentration en SO₂ supérieures à 50, 100, 150, 200 et 300 µg/m³ et les pourcentages associés sur la période d'étude

| | SO ₂ Montravel | SO ₂ Logicoop | SO ₂ Anse Vata | SO ₂ Faubourg Blanchot | SO ₂ Vallée Du Tir | SO ₂ rue Iékaué |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| nb de valeur [SO ₂] < 50 µg/m ³ | 2152 96.76% | 2168 97.75% | 2223 99.78% | 2208 98.97% | 2194 98.96% | 2085 99.14% |
| nb de valeur [SO ₂] > 50 µg/m ³ | 72 3.24% | 50 2.25% | 5 0.22% | 23 1.03% | 23 1.04% | 18 0.86% |
| nb de valeur [SO ₂] > 100 µg/m ³ | 33 1.48% | 14 0.63% | 2 0.90% | 7 0.31% | 9 0.41% | 6 0.29% |
| nb de valeur [SO ₂] > 150 µg/m ³ | 14 0.63% | 2 0.90% | 1 0.04% | 1 0.04% | 3 0.14% | 2 0.10% |
| nb de valeur [SO ₂] > 200 µg/m ³ | 4 0.18% | 1 0.05% | 0 0% | 1 0.04% | 3 0.14% | 2 0.10% |
| nb de valeur [SO ₂] > 300 µg/m ³ | 0 0% | 0 0% | 0 0% | 0 0% | 1 0.05% | 0 0% |
| nb total de valeur de [SO ₂] | 2224 | 2218 | 2228 | 2231 | 2217 | 2103 |

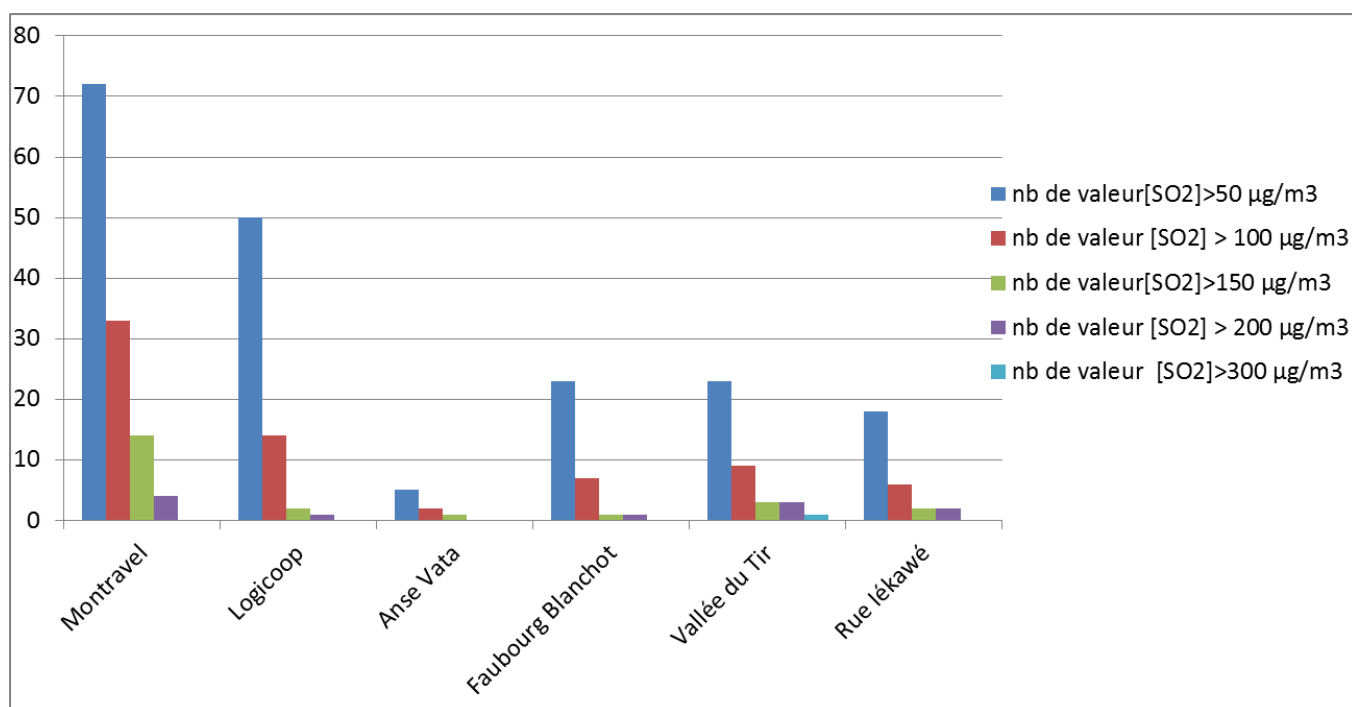


Figure 9 : Nombre de valeurs horaires supérieures à 50, 100, 150, 200 et 300 µg/m³ par station pour la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013.

Globalement la majorité des valeurs mesurées (entre 96.76 % à Montravel et 99.78 % à l'Anse Vata, tableau VI) sont en dessous du seuil des 50 µg/m³.

On observe entre 3 et 5 fois plus de valeurs supérieures à 50 µg/m³ sur Montravel et Logicoop que sur la rue J. Iékaué (figure 9).

Le nombre de valeurs supérieures à 50 µg/m³ est identique pour le Faubourg Blanchot et La Vallée du Tir et légèrement supérieur à la rue J. Iékaué. Globalement la station de l'Anse Vata relève très peu de valeurs au-dessus de 50 µg/m³, avec 99.78% de valeurs inférieures à 50 µg/m³ pour la période de mesure.

Au niveau des stations de Montravel et Logicoop, de type urbaine sous influence industrielle et industrielle respectivement, on observe une plus grande proportion de valeur de SO_2 supérieures à 50, 100, 150 et 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en raison notamment de leur proximité avec la zone industrielle de Doniambo (centrale thermique), principale émettrice de dioxyde de soufre sur la ville.

Le nombre de valeurs horaires supérieures à 50, 100, 150, 200 et 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesurées rue Iékawé est globalement faible au cours de la campagne et proche des stations fixes de la Vallée du Tir et du Faubourg Blanchot.

➤ **Analyse des conditions de vents**

Les vents orientés de Nord-Est à Sud-Est (50° à 135°) représentent les vents dominants pour la période considérée de la campagne du laboratoire mobile rue Iékawé.

La station Logicoop se trouve dans la zone des vents dominants de secteur Sud-Est (135°). La pollution industrielle est relativement bien suivie par cette station qui enregistre des niveaux de pollutions significatifs sur la ville.

La station de Montravel ne se situe pas sous les vents dominants du site mais il s'agit de la station de plus grande proximité industrielle. Les dépassements de seuils de pollution aux SO_2 sont constatés sur ce site de mesure principalement en présence des vents de secteur Ouest/Sud-Ouest (235° - 255°).

➤ **Observations**

Le percentile 98 des moyennes journalières pour la rue J. Iékawé est égal à 16. Cette valeur signifie que 2 % des valeurs journalière est supérieure à 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cela témoigne d'une exposition chronique relativement faible du site de la rue J. Iékawé par rapport aux sites de Logicoop et Montravel, et davantage comparable à celles des stations du Faubourg Blanchot, de la Vallée du Tir et de l'Anse Vata.

Pour les valeurs supérieures à 100, 150, 200 et 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la situation du laboratoire mobile est proche des stations du Faubourg Blanchot et de la Vallée du Tir pour la période de mesure.

➤ **Analyse**

En considérant les observations faites, on peut conclure, pour le polluant SO_2 que le site Iékawé se rapproche davantage du site du Faubourg Blanchot (de typologie urbaine) et de la Vallée du Tir (de urbaine sous influence industrielle), pour les **niveaux de pollution de fond**.

Le site de mesure rue J. Iékawé étant placé dans le même secteur de vent qui disperse le panache de Doniambo vers la station Montravel, il est intéressant d'évaluer comparativement les niveaux de polluants d'origine industrielle, tel que le SO_2 , entre la station de Montravel et le site de mesure rue J. Iékawé.

*La partie suivante a pour objectif d'étudier les conditions météorologiques pour lesquelles **les valeurs de pointe** en SO_2 ont été mesurées au cours de la campagne.*

3.2.3. Influence de la direction des vents

La rose de pollution permet de corréler graphiquement les paramètres de concentration en polluant et de direction / vitesse des vents.

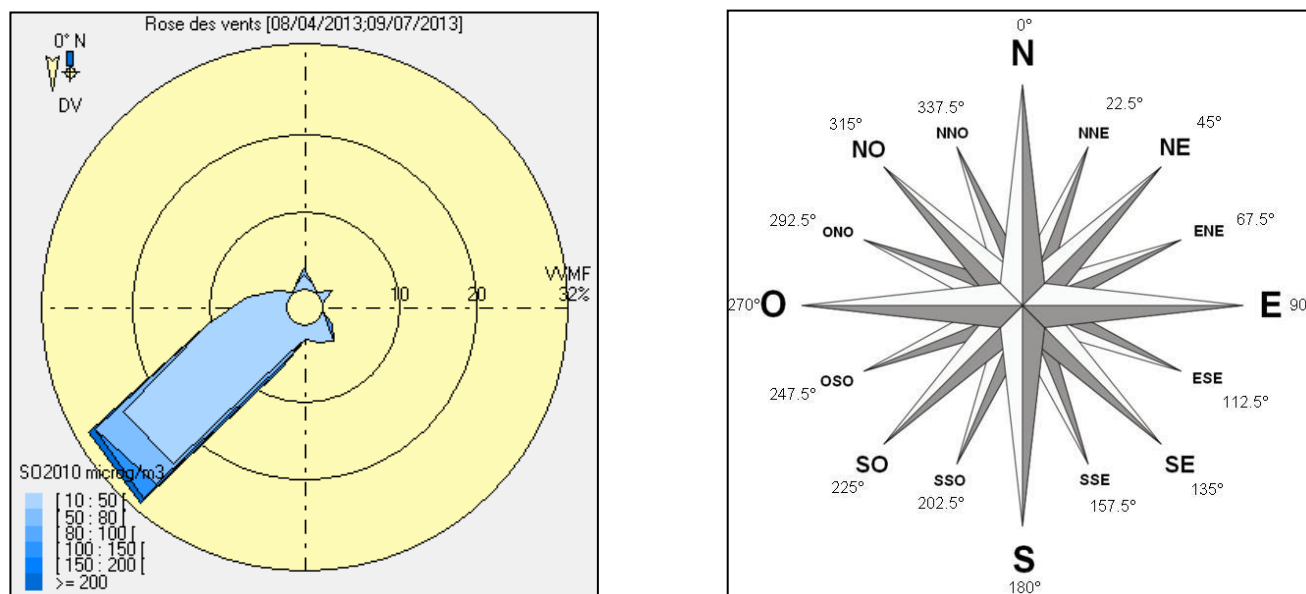


Figure 10 : Rose de pollution par le dioxyde de soufre sur la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013, d'après les données de vents fournies par Météo France - Site de la rue Iékawé

D'après la rose de pollution, les concentrations moyennes à fortes de dioxyde de soufre sont essentiellement corrélées à des vents de secteur Sud-Ouest de 240 à 220 degrés. Cela confirme l'origine industrielle du dioxyde de soufre, dispersé dans le sens du vent depuis le secteur de Doniambo.

3.2.4. Influence des émissions de polluant

A Nouméa, le complexe industriel de Doniambo est l'émetteur principal de dioxyde de soufre. Ainsi, la variabilité des émissions (ce qui est directement rejeté dans l'air par les cheminées) a une influence sur les concentrations mesurées.

Au cours de la campagne du laboratoire mobile, la centrale thermique est alimentée en fioul Haute Teneur en Soufre (HTS, $\leq 4\%$ de soufre) et l'utilisation de fioul Basse Teneur en Soufre (BTS, $\leq 2\%$ de soufre) ou Très Basse Teneur en Soufre (TBTS, $\leq 1\%$) dans certaines conditions⁷ a pour effet de limiter les concentrations de SO_2 dans l'air ambiant.

Au cours de la campagne d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013 (93 jours), d'après les données fournies par l'industriel, la centrale thermique du site industrielle a été alimentée avec du fioul TBTS pendant 725h, soit environ 32.5 % de la période de mesures.

L'utilisation de fioul TBTS a probablement permis de diminuer les niveaux de dioxyde de soufre mesurés dans l'air ambiant au site de la rue Iékawé, dans des proportions qu'il est néanmoins difficile d'évaluer.

⁷, ⁷ Arrêté DIMENC 2666-2013/ARR/DIMENC

C'est pourquoi nous proposons dans la section suivante d'analyser les épisodes de fortes concentrations en SO_2 mesurées au cours de la campagne ainsi que l'utilisation de fioul à différentes teneurs en soufre.

3.2.5. Zoom sur les épisodes de pollution marquants

➤ Influence des émissions industrielles (SO_2) aux sites de mesures de Montravel et de la rue J. Iékawé

L'analyse des données des concentrations maximales horaires de SO_2 de la station de Montravel et du laboratoire mobile, nous montre qu'il existe une correspondance entre les pics de pollution d'origine industrielle au SO_2 pour ces stations, comme l'illustre la figure 11, notamment aux dates suivantes : le 19 avril, le 6 mai, le 14 mai, le 17 mai et le 4 juin 2013 (le 4 juin 2013, un dépassement du seuil d'information a été enregistré sur la station fixe de Montravel, avec une concentration de $306 \mu g/m^3$).

Ces épisodes remarquables sont enregistrés lorsque les vents sont de secteurs Ouest/Sud-Ouest. Les niveaux de SO_2 mesurés sont près de 1.3 à 3.3 fois plus élevés à Montravel qu'au site de la rue J. Iékawé les mêmes jours.

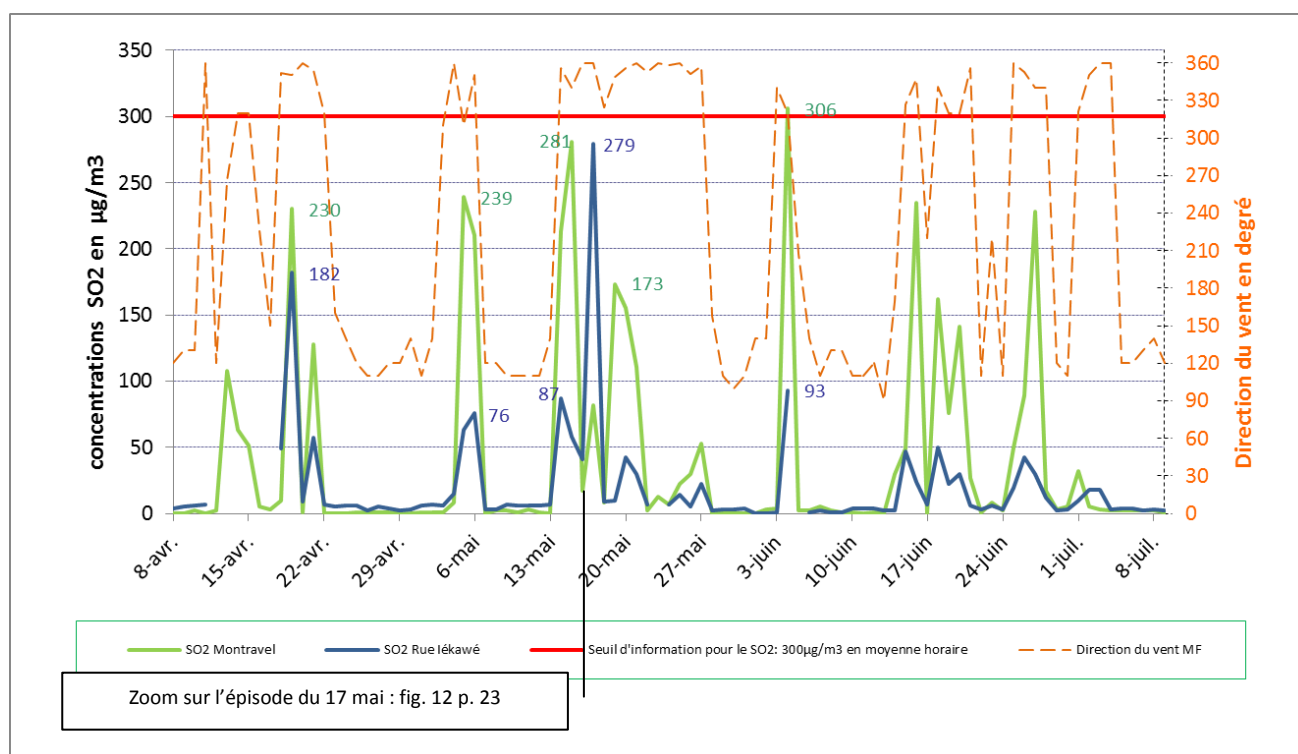


Figure 11 : Concentrations maximales horaires glissantes sur 15 minutes par jour en SO_2 ($\mu g/m^3$), au site de la Rue J. Iékawé (en bleu) et la station de Montravel (en vert) et direction des vents (en orange pointillés, données Météo France), pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013.

D'après les données fournies par l'industriel, nous pouvons dire que les jours où ces concentrations maximales ont été calculées correspondent à une utilisation de fioul à Très Basse Teneur en Soufre (TBTs, *i.e.* \leq à 1% de soufre) pendant des périodes plus ou moins longues (entre 3h50 d'utilisation le 19 mai et 60h d'utilisation pour l'épisode du 4 juin pour lequel un dépassement a été mesuré à Montravel).

L'utilisation de fioul TBTS à vraisemblablement permis de limiter les niveaux maximums de SO₂ mesurés par le laboratoire mobile en dessous du seuil d'information et de recommandation.

➤ **Zoom sur l'épisode de pollution du 17 mai 2013**

Cette partie présente le profil de concentrations horaires de l'épisode enregistré par le laboratoire mobile le 17 mai 2013.

Les données de vents fournies par Météo France, ainsi que les données de passage en fioul TBTS de la centrale thermique de Doniambo, sont visibles sur la figure 12.

Ces données graphiques illustrent le lien existant entre les épisodes de pollution, la direction des vents et l'utilisation de fioul TBTS.

Au cours de la journée du 17 mai 2013, selon les données fournies par l'industriel, le passage d'un fioul HTS en fioul TBTS a été effectué le 17 mai à 10h38, sur alarme météorologique relative à la station de Logicoop.

L'utilisation d'un fioul à plus haute teneur en soufre HTS (≤4%) a repris le 18 mai à 16h36, ce qui correspond à 30h08 d'utilisation continue en fioul TBTS par la centrale thermique de Doniambo.

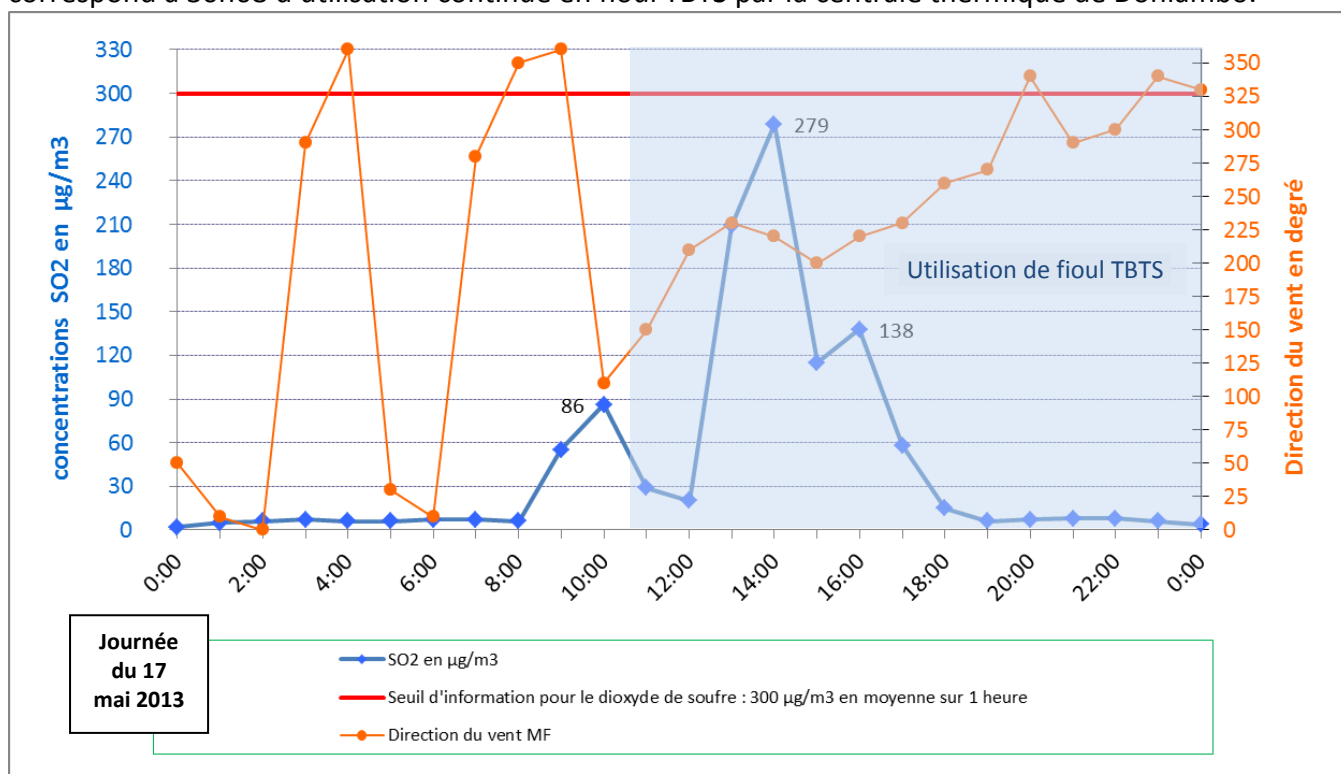


Figure 12 : Concentrations moyennes horaires glissantes sur 15 minutes en SO₂ (µg/m³) sur le site rue J. Iékawé : épisode du 17 mai 2013

NB : les périodes sur fond blanc dans le graphique correspondent à des périodes d'utilisation de fioul HTS.

➤ Analyse et interprétation selon les conditions de vents

On observe des concentrations en dioxyde de soufre très faibles jusqu'à 8h00 le matin du 17 mai 2013. A partir de 8h00, les concentrations mesurées par le laboratoire mobile augmentent, soutenues par des vents variables qui s'orientent rapidement secteur Sud-Ouest (225°).

Conjointement des vents mesurés de secteurs Sud-Ouest à Sud/Sud-Ouest (225°-240°), on observe une augmentation rapide et soutenue de la concentration en SO₂ dans l'air ambiant au site de la rue J. Iékawé, atteignant 279 µg/m³, le maximum mesuré sur la période de la campagne, à 14h00.

Avec l'utilisation d'un fioul TBTS a une teneur en soufre divisé par 4 suite à l'alarme météorologique de la station fixe de Logicoop, un dépassement du seuil d'information (fixé à 300 µg/m³ pour le SO₂) a vraisemblablement pu être évité.

A partir de 16h00 les vents s'orientent secteurs Ouest (270°) puis Nord (0 - 360°) et la concentration en SO₂ mesurée rue J. Iékawé revient à des valeurs faibles et se stabilise dès 18h00.

Les conditions de vents de Sud-Ouest engendrent une dispersion des émissions d'origine industrielle en direction du laboratoire mobile, quartier PK5. Ces observations sont confortées par une augmentation concomitante des concentrations en SO₂ également observé sur la station fixe de Montravel, impactée par les polluants issues du fonctionnement de l'industriel dans les mêmes conditions de vents.

Ces informations renseignent précisément sur la fenêtre de vent impactant la zone de la rue J. Iékawé en terme de pollution par le dioxyde de soufre en provenance de la centrale thermique de Doniambo et confirme l'origine industrielle des fortes valeurs rencontrées cette journée du 17 mai 2013.

3.3. Le dioxyde d'azote (NO₂)



3.3.1. Les niveaux mesurés par le laboratoire mobile

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un polluant caractéristique des émissions d'origines routières (véhicules automobiles, poids lourds ou deux roues). Le NO₂ est également lié à l'activité industrielle, notamment aux émissions de la centrale thermique de Doniambo.

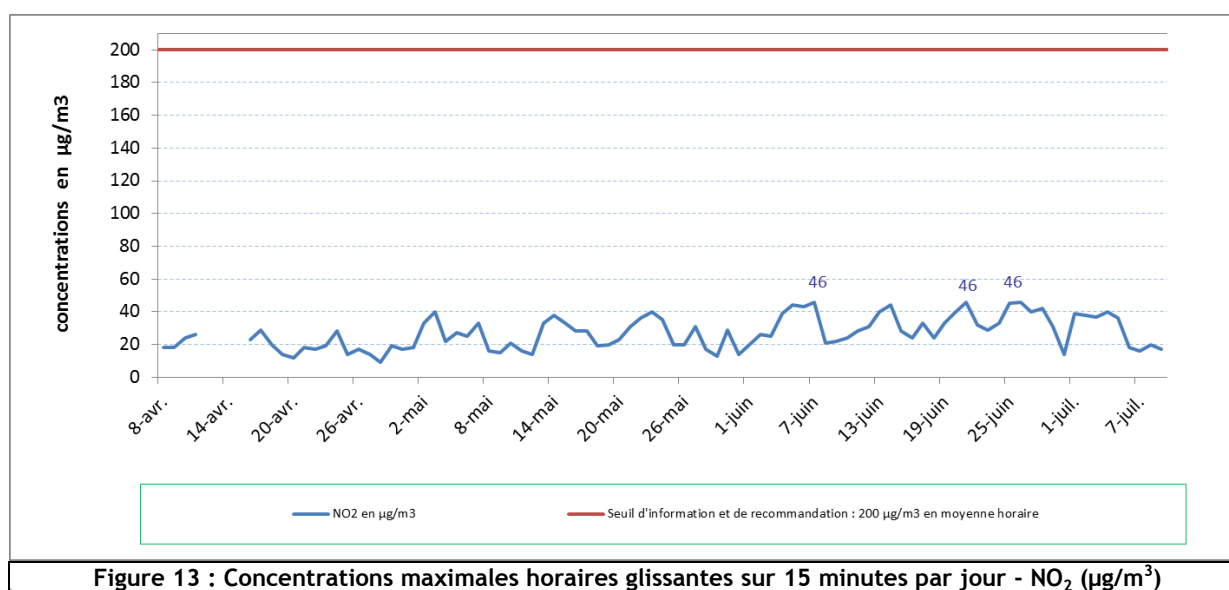


Figure 13 : Concentrations maximales horaires glissantes sur 15 minutes par jour - NO₂ (µg/m³)

NB : les données manquantes figure 13 et 14 sont inhérentes à un problème technique au sein du moyen mobile listé dans l'Annexe 4.

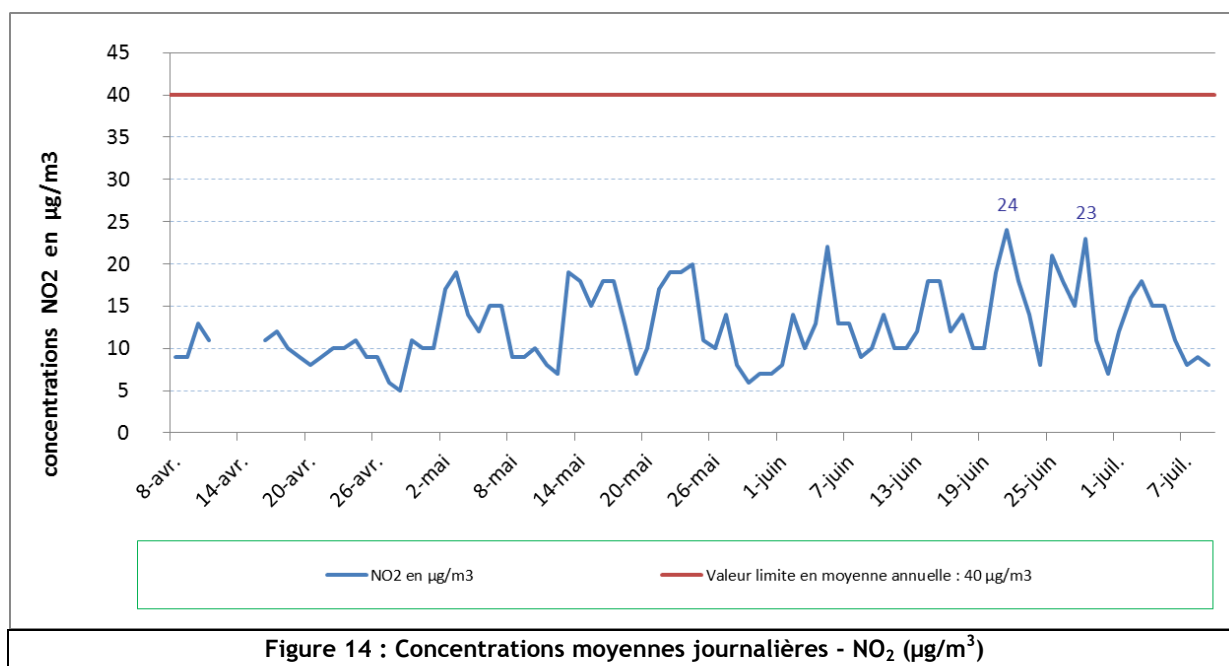


Figure 14 : Concentrations moyennes journalières - NO₂ (µg/m³)

De manière générale, les niveaux de dioxyde d'azote mesurés à proximité de la rue J. Iékawé, sont faibles, de l'ordre de ceux mesurés au niveau des stations permanentes de la ville de Nouméa. Aucun dépassement de valeurs de références n'a eu lieu durant la campagne de mesure.

La moyenne horaire maximale égale à 46 µg/m³, inférieure au seuil de recommandation et d'information fixé à 200 µg/m³ pour le dioxyde d'azote, a été atteinte les 07, 21 et 26 juin 2013 (figure 13).

Avec une moyenne globale de 12.5 µg/m³, l'objectif de qualité annuelle, fixé à 40 µg/m³ pour le NO₂, est également respecté sur la durée de la campagne de mesure.

La valeur journalière maximale de 24 µg/m³ a été atteinte le 21 juin 2013 (figure 14).

Les valeurs maximales horaires supérieures à 30 µg/m³ de NO₂ ont été mesurées 34 jours sur 93 jours de campagne. L'ensemble de ces valeurs supérieures à 30 µg/m³, représentent 80h sur 2232h de campagne, soit environ 3.6 % du temps en heure.

En regard de la valeur de référence horaire du seuil d'information (200 µg/m³), la pollution de pointe par le dioxyde d'azote sur le site de la rue J. Iékawé peut être qualifiée de faible à très faible en intensité et chronique sur la journée.

3.3.2. Influence de la direction des vents

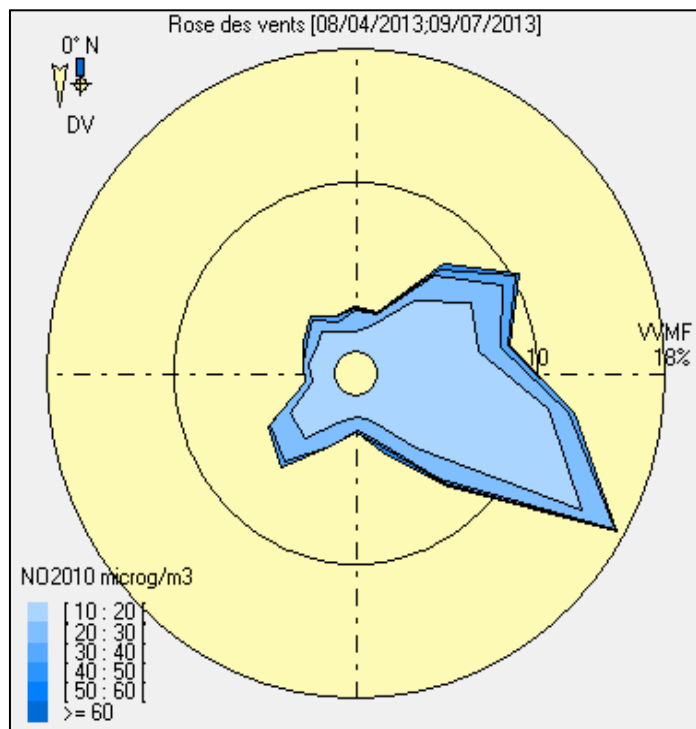


Figure 15 : Rose de pollution permettant d'identifier les secteurs de vents correspondants aux différentes gammes de concentrations mesurées de NO₂ (µg/m³) - site Rue J. Lékawé.



Figure 16 : Plan de situation du laboratoire mobile sur le site de la rue J. Lékawé. La portion de la rue Lékawé est orienté Nord-Est Sud-Ouest sur le plan et passe à l'Est du site de mesure

Tableau VII : Répartition des concentrations en NO₂ par secteur de vitesse des vents, sur la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013, d'après les données fournies par Météo France - site rue J. Lékawé.

| | | Concentration en NO ₂ en µg/m ³ | | | | | |
|-----------------------------|---------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| | | < 10 | [10 : 20 [| [20 : 30 [| [30 : 40 [| [40 : 50 [| Cumul |
| Secteurs de vents en degrés | [350 : 10 [| 1 | 1.1 | 1.3 | 0.2 | 0.1 | 2.6 |
| | [10 : 30 [| 0.6 | 1.6 | 0.8 | 0.2 | | 2.5 |
| | [30 : 50 [| 3.7 | 4.2 | 2.1 | 0.5 | 0.3 | 7.1 |
| | [50 : 70 [| 8.3 | 7 | 2.2 | 1 | 0.2 | 10.4 |
| | [70 : 90 [| 12.1 | 6.4 | 1.4 | 0.5 | 0.2 | 8.4 |
| | [90 : 110 [| 12.4 | 10.8 | 1.3 | 0.4 | | 12.5 |
| | [110 : 130 [| 11.8 | 14.9 | 2.4 | 0.2 | 0.1 | 17.5 |
| | [130 : 150 [| 2.2 | 4.5 | 2.4 | 0.3 | 0.1 | 7.3 |
| | [150 : 170 [| 1.3 | 1.7 | 1.4 | 0.2 | 0.3 | 3.6 |
| | [170 : 190 [| 0.2 | 1.3 | 0.7 | 0.2 | | 2.2 |
| | [190 : 210 [| 1.2 | 1.8 | 1.4 | | | 3.2 |
| | [210 : 230 [| 1.6 | 3.7 | 1.8 | 0.5 | | 6 |
| | [230 : 250 [| 3 | 3.4 | 1.4 | 0.2 | | 4.9 |
| | [250 : 270 [| 2.1 | 1.4 | 0.4 | 0.1 | | 1.9 |
| | [270 : 290 [| 1.4 | 1.7 | 0.3 | | | 2 |
| | [290 : 310 [| 1.9 | 1.5 | 0.7 | 0.2 | | 2.4 |
| [310 : 330 [| 2.5 | 1.9 | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 3.1 | |
| [330 : 350 [| 1.9 | 1.3 | 0.6 | 0.4 | | 2.3 | |
| Cumul | 69.1 | 70.1 | 23.5 | 5 | 1.4 | 100% | |

On observe qu'environ 74.1 % des valeurs de NO₂ ont été mesurées dans des conditions de vents d'Est contre 25.9 % d'Ouest.

La présence de concentrations faibles à fortes de NO₂ est majoritairement observée dans des conditions de vents de secteur Est/Sud-Est (90-135°), soit 30 % des valeurs de NO₂.

D'après la rose des pollutions on observe deux directions marquées pour l'origine des fortes concentrations en NO₂. Des niveaux non négligeables de NO₂ sont mesurés en conditions de vents de secteur Est-Sud/Est (90°- 135°) et Nord-Est (30°-70°).

La configuration géographique du site de mesure nous indique une **origine routière préférentielle du dioxyde d'azote** au cours de la période de mesure. L'axe de circulation majoritaire se trouve à proximité immédiate au Sud-Est du site de mesure (figure 16). Ces observations sont corrélées avec la rose des vents, (figure 4 p.13) pour la période de mesure considérée, qui sont orientés Est à Sud-Est et dans une plus faible proportion de secteurs Nord-Est à Est. Ces vents dominants favorisent la dispersion des polluants d'origine routière vers le moyen mobile.

Le tableau VII nous indique que les niveaux de pointes horaires égales à $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 sont atteints en conditions de vents de secteurs Sud-Est et Nord-Est. Ceci est le signe d'une **pollution de pointe aux oxydes d'azote d'origine préférentiellement routière** (une part négligeable concerne un secteur de vent Nord-Ouest).

Notons que 10.9 % des valeurs de NO_2 ont été mesurées dans des conditions de vents de Sud-Ouest à Ouest/Sud-Ouest (210° - 250°). La présence de concentrations moyennes à fortes dans ces conditions indique vraisemblablement, du fait de la configuration géographique du site de mesure, **l'origine industrielle** (centrale thermique de Doniambo) d'une pollution par le NO_2 au niveau du site de mesure.

Les émissions en provenance de la centrale thermique située au cœur de la ville sont davantage responsables d'une **pollution de pointe occasionnelle** et de **faible intensité** par le dioxyde d'azote au niveau du site de mesures.

3.3.3. Comparaison des niveaux mesurés par le laboratoire mobile avec le réseau de Nouméa

Les concentrations moyennes journalières en NO_2 , mesurées par le laboratoire mobile au cours de la campagne, sont globalement plus élevées (entre 2.7 et 1.3 fois plus fortes) que les niveaux mesurés par les stations permanentes de la ville de Nouméa (tableau VIII).

Tableau VIII : Concentrations moyennes en NO_2 pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013, mesurées par le laboratoire mobile et le réseau de stations fixes de Nouméa

| Station de mesure | Concentration moyenne en NO_2 sur la campagne (du 8 avril au 9 juillet 2013) |
|--------------------------------|---|
| Logicoop | $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Montravel | $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Faubourg Blanchot | $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Anse Vata | $4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Laboratoire mobile Rue Iéakawé | $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Ces observations confortent notre analyse précédente **d'une pollution chronique de pointe au dioxyde d'azote d'origine préférentiellement routière mesurée par le laboratoire mobile à proximité d'un axe de circulation.**

Dans les sections suivantes nous proposons une analyse journalière et hebdomadaire des concentrations en dioxyde d'azote calculées au niveau du moyen mobile et des stations fixes de mesures, pour la période d'études.

3.3.4. Les profils journaliers et hebdomadaires de concentration en NO₂

➤ Les profils journaliers

Les profils journaliers de concentrations en NO₂ représentent les valeurs moyennes horaires sur la période de la campagne de mesure, pour chaque heure de la journée. Ces calculs permettent de mettre en évidence les périodicités d'évènements de pollution en NO₂ sur la journée.

Sur la figure 17, on observe des pics de teneurs en NO₂ dans l'air ambiant pour l'ensemble des sites de mesure :

- entre 7h00 et 9h00, heure de pointe du matin,
- entre 18h00 et 20h00, heure de pointe du soir.

Ces tranches horaires correspondent aux horaires de moyennes à forte circulation routière.

Les niveaux de NO₂ mesurés par le laboratoire mobile sont systématiquement supérieurs ou égaux aux concentrations mesurées par les stations fixes de la ville. Dans les tranches horaires de pointes les valeurs de NO₂ mesurées rue Iékawé sont proches des niveaux mesurés à Montravel.

Les niveaux de NO₂ sont près de 40 % à 60 % plus élevés sur le site trafic que sur la station de Montravel en dehors des horaires de pointes.

Ces résultats peuvent s'expliquer par la présence d'axes routiers importants à environ 150m de la station de Montravel.

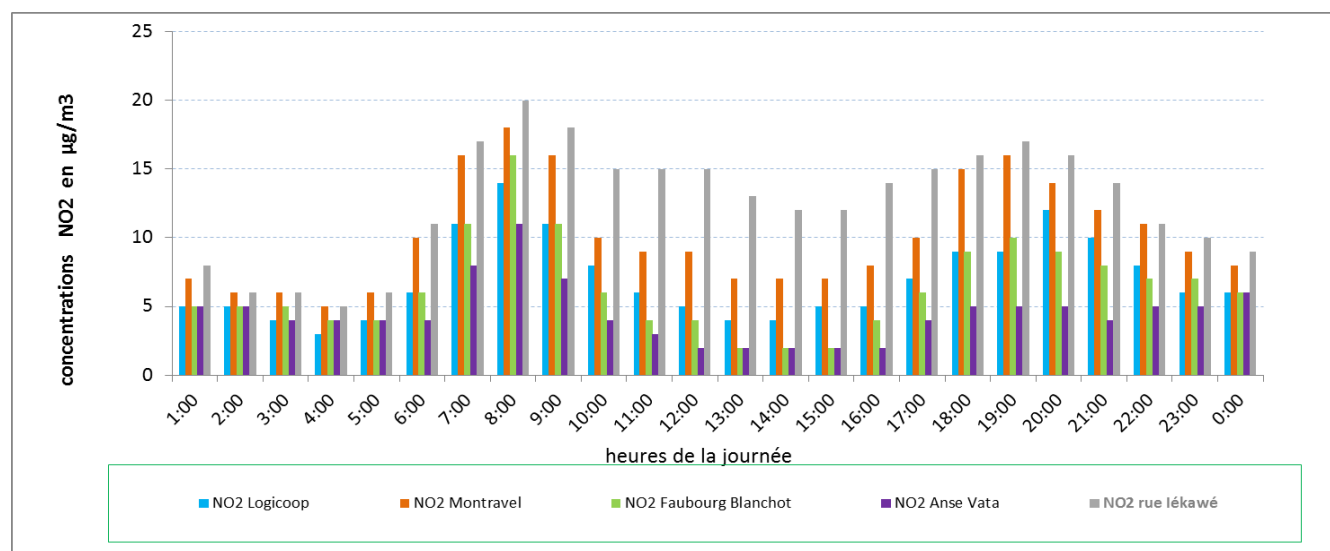


Figure 17 : Profils journaliers des concentrations en NO₂ mesurées par le laboratoire mobile rue J. Iékawé, et par les stations fixes de Nouméa, pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013.

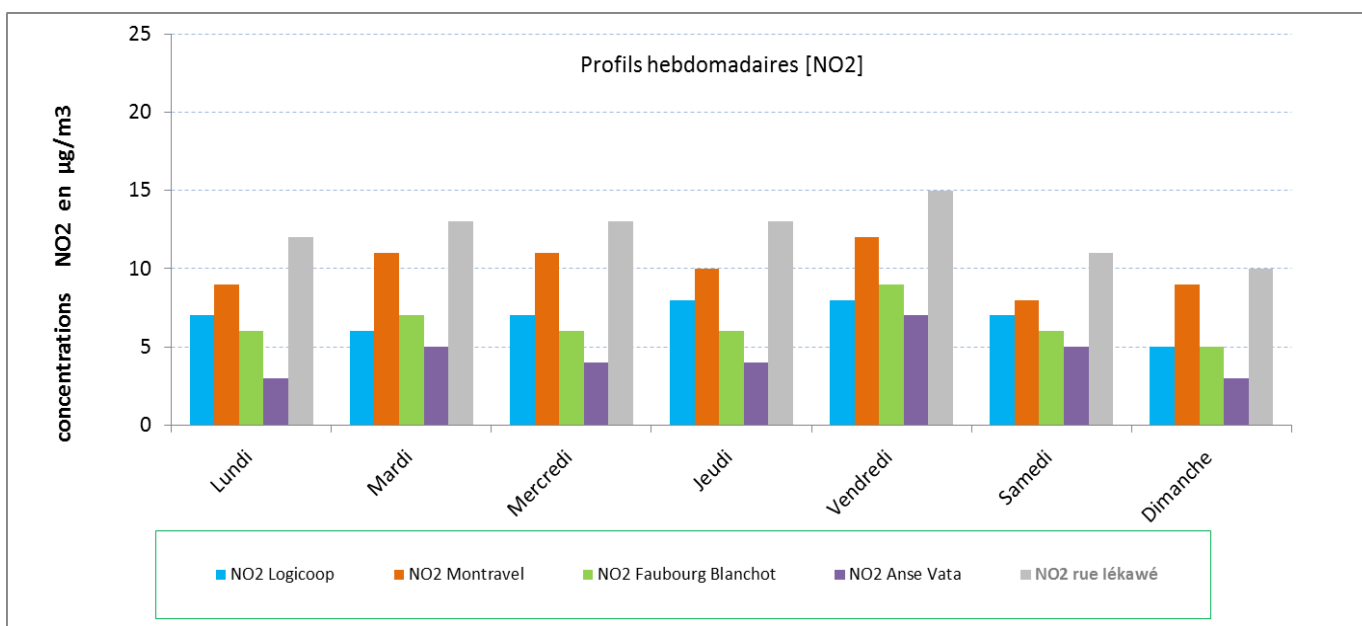
➤ Les profils hebdomadaires

Les profils hebdomadaires représentent les valeurs moyennes journalières pour la période d'étude, pour chaque jour de la semaine. Cet angle d'analyse permet de mettre en évidence les périodicités

Figure 18 : Profils hebdomadaires des concentrations en NO₂ mesurées par le laboratoire mobile rue Iékawé, et par les stations fixes de Nouméa pour le période du 8 avril au 9 juillet 2013.

d'évènements de pollution au NO₂ sur la semaine.

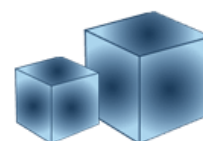
Sur la figure 18, on observe que c'est au niveau du laboratoire mobile, rue Iékawé (gris) que les teneurs



hebdomadaires en NO₂ sont les plus importantes, suivi par la station de Montravel (orange), de Logicoop (bleu) et du Faubourg Blanchot (vert) puis de la station de l'Anse Vata qui enregistre les teneurs les plus faibles en NO₂ en moyenne tous les jours de la semaine.

Ces concentrations en NO₂ sont plutôt stables du lundi au jeudi et maximales le vendredi. Elles sont plus faibles globalement le week-end, notamment le dimanche. L'écart des concentrations entre le vendredi et le dimanche est relativement important au niveau des points de mesure de la ville (magasins, administrations fermés ...).

3.4. Les particules fines PM₁₀ et PM_{2.5}



3.4.1. Les niveaux mesurés par le laboratoire mobile

Le transport routier, notamment les véhicules diesel, sont une source d'émission de PM₁₀ et PM_{2.5}, du fait de la combustion du gazole qui compte pour une part importante de la pollution routière. Une fois déposées, les particules peuvent ensuite être remises en suspension sous l'action du vent ou en zone urbaine, sous l'action du trafic routier.

A Nouméa, les poussières fines d'origine anthropique sont essentiellement émises au niveau de la centrale thermique, du processus de traitement des minerais de nickel et des véhicules de l'agglomération, mais aussi d'activités industrielles diverses (zones industrielles de Ducos notamment).

L'acquisition début 2013 d'un nouveau préleveur de particules PM10 de type Partisol positionné au niveau du laboratoire mobile rue J. Iékawé a permis 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).

Au cours de la campagne d'étude, les valeurs limites pour la protection de la santé humaine ont été respectées, fixées à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour les PM10 et les PM2.5 respectivement.

NB : Les stations de mesures permanentes de la ville ne sont pas équipées d'appareil de mesure des poussières « ultrafines » PM2.5.

Une moyenne journalière maximale pour les PM2.5 de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atteinte le 25 mai 2013.

La moyenne journalière maximale de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, atteinte le 28 juin pour les PM10 respecte la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser.

En 2011, une comparaison entre le SWAM 5a Dual Channel⁸ qui équipe le laboratoire mobile et un TEOM qui équipe les stations fixes de Nouméa a été effectuée⁹. Cette étude a montré que le SWAM minimise les concentrations en PM10 et un facteur de correction a été calculé. La figure 19 indique les valeurs du SWAM et les valeurs corrigées, c'est-à-dire, telles qu'elles auraient été mesurées par un TEOM placé dans le laboratoire mobile.

Ces **données corrigées, appelées données « PM10 corrigé »**, sont à considérer à titre indicatif car la campagne de comparaison a été effectuée sur une durée d'un mois, ce qui ne permet pas d'avoir une représentativité annuelle satisfaisante.

Cependant, il est intéressant de voir que les valeurs issues du SWAM, corrigées en « équivalent TEOM », sont supérieures aux valeurs SWAM et donne une idée plus précise de la pollution induite par les PM10.

Dans notre cas d'étude cette correction est intéressante car le niveau moyen journalier maximum des PM10 corrigé dépasse, le 28 juin avec $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁸ Une description de l'appareil de mesure des particules fines (SWAM) est disponible en annexe 3.

⁹ SCAL-AIR. Détermination de la fraction PM10 de poussières en suspension. Bilan 2009-2011_Partie B.

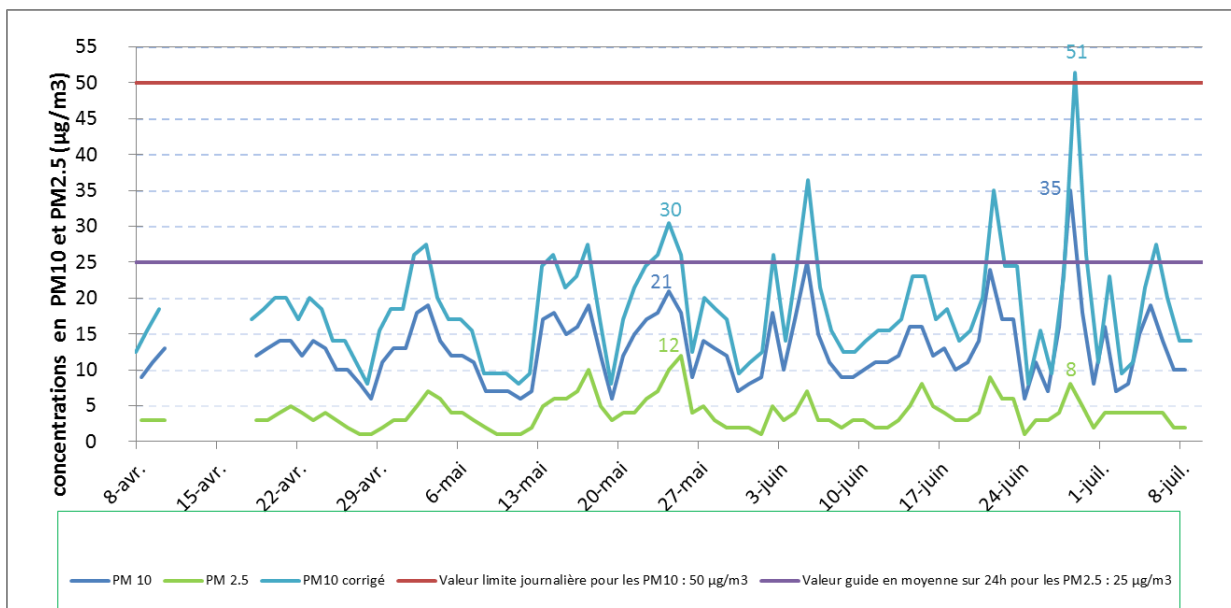


Figure 19 : concentrations moyennes journalières en particules fines PM10 (en bleu) en PM10 corrigé (bleu clair) et PM 2.5 (en vert) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) au site de la rue Lékawé au cours de la période d'étude.

NB : les données manquantes sont inhérentes à des problèmes techniques au sein du moyen mobile listé dans l'Annexe 4.

On observe une corrélation entre les valeurs de PM10, de « PM10 corrigé » et PM2.5 et une amplitude plus marquée entre les valeurs maximales et minimales de « PM10 corrigé » notamment, au cours de la période d'étude.

Ainsi, les niveaux de poussières mesurés au site de type trafic routier ne sont pas négligeables, tant pour les niveaux de fond que pour les niveaux de pointe.

3.4.2. Comparaison des niveaux mesurés par le laboratoire mobile avec le réseau de Nouméa

D'après nos études précédentes nous savons que le SWAM sous-estime les concentrations en PM10. Le niveau moyen de PM10 au site Lékawé après correction est en moyenne 1.3 fois supérieur aux niveaux mesurés sur les stations fixes de la ville (tableau IX), est plus proche de la station Montravel.

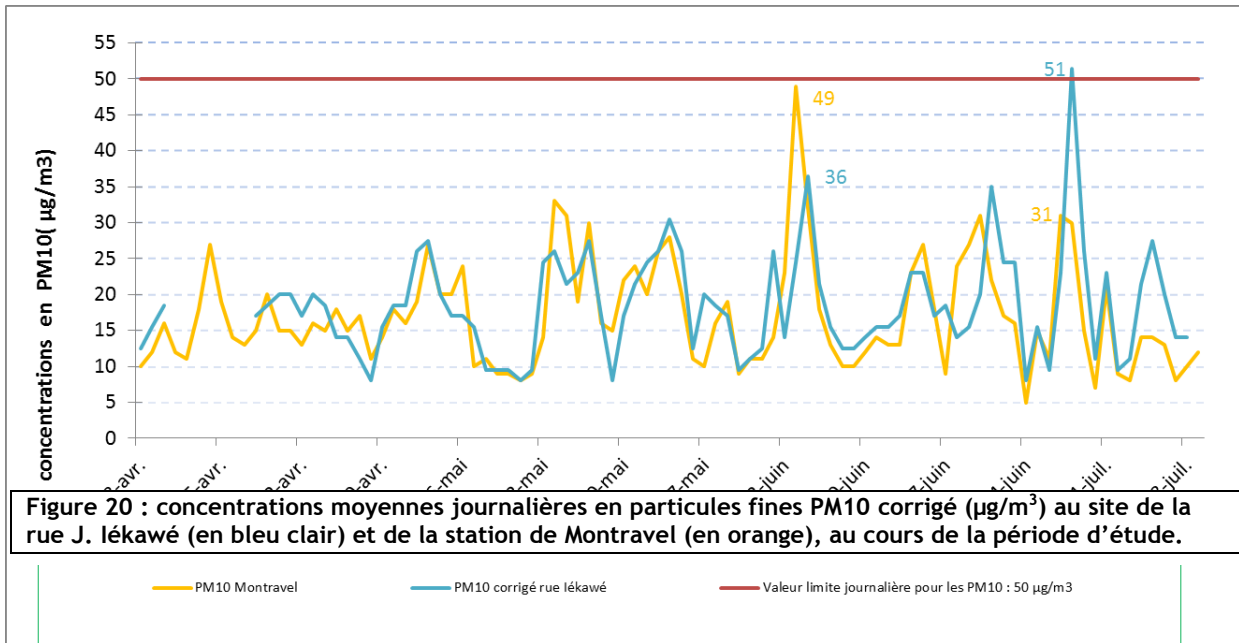
Tableau IX : Concentrations moyennes sur la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013 de PM10 mesurées sur les sites de la rue J. Lékawé et des stations de mesures fixes de Nouméa.

| Station de mesure | Concentration moyenne en PM10 sur la campagne (du 8 avril au 9 juillet 2013) | |
|-------------------------------|--|---|
| Logicoop | 13.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Montravel | 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Faubourg Blanchot | 14.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Anse Vata | 14.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Laboratoire mobile Rue Lékawé | PM10 non corrigé: 12.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM10 corrigé: 18.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Pour les niveaux de pointe, la valeur journalière maximale corrigée, de $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, est du même ordre de grandeur que celles observées sur les stations de Montravel qui affiche $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (les niveaux maximums de PM10 à Logicoop, au Faubourg Blanchot et à l'Anse Vata sont de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement).

Au cours de la campagne, la moyenne journalière maximale en poussières fines a été mesurée le 4 juin 2013 sur Montravel ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et un dépassement du seuil d'information le 5 juin à 5h du matin a été constaté. C'est aussi le 4 juin 2013 qu'un dépassement du seuil d'information pour le SO_2 a été observé à Montravel.

Au regard de la figure 20, il existe une bonne corrélation entre le profil de concentration moyenne en PM10 mesurée par le laboratoire mobile et à la station de Montravel.



NB : les données manquantes sont inhérentes à des problèmes techniques au sein du moyen mobile listé dans l'Annexe 4.

Du fait de la situation géographique du site de mesure, les particules PM observées peuvent à la fois provenir du trafic routier de la rue J. Iékawé et de l'activité industrielle sur le site de Doniambo.

Les particules peuvent demeurer dans l'atmosphère plus ou moins longtemps, selon leur taille et leur stabilité. D'autres facteurs peuvent influencer sur leur durée de séjour dans l'air, par exemple les précipitations qui accélèrent leur élimination de l'atmosphère.

Pour l'épisode de pollution du 4 juin, il semblerait qu'environ 27 % des poussières (fig. 20), mesurée par la station de Montravel, en provenance notamment de la centrale thermique, sont mesurées à hauteur du site de la rue Iékawé. Une distance d'environ 2.9 km sépare la rue J. Iékawé du site de Doniambo.

L'absence de mesure horaire ne permet pas de corréler 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.

Le 28 juin, on suspecte que les forts taux de poussières mesurés rue J. Iékawé ont une origine routière. D'après les données fournies par Météo France, le vent moyen ce jour-là était de secteur Est/Sud-Est à

Sud-Est (117°) et donc favorable à la dispersion des poussières fines d'origine routière vers le moyen mobile.

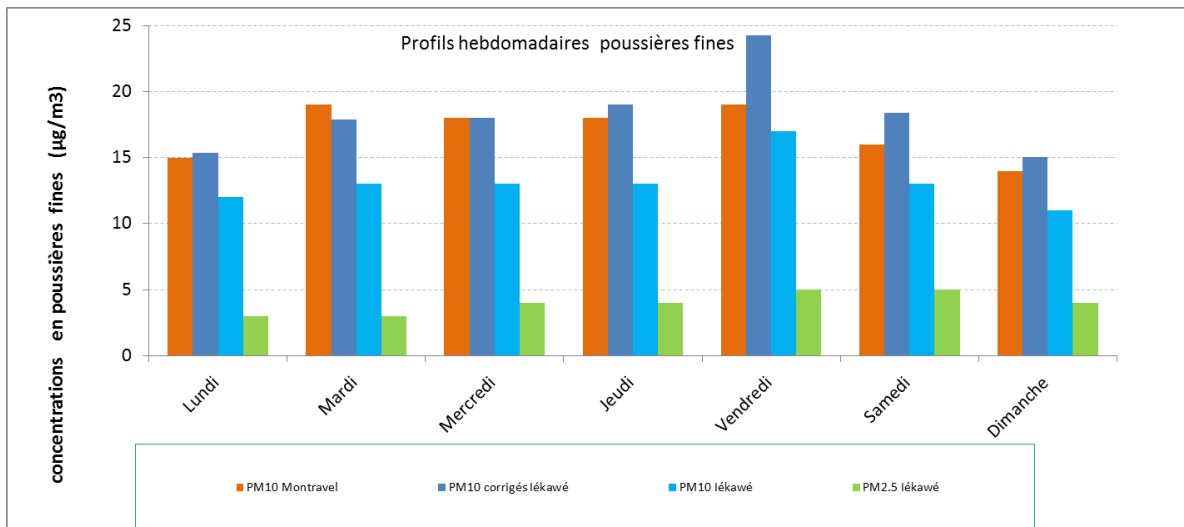


Figure 21 : Profils hebdomadaires des concentrations en PM10 et en « PM10 corrigé » mesurées par le laboratoire mobile rue Iékawé, et au niveau de la station fixe de Nouméa pour le période du 8 avril au 9 juillet 2013.

Le profil hebdomadaire des concentrations en poussières fines (figure 21) nous montre que les niveaux de PM10 corrigés sont très proches des niveaux de PM10 mesurés au niveau de la station de typologie urbaine de Montravel.

De manière générale les concentrations ont la même allure à l'échelle de la semaine que les concentrations en NO₂, avec des niveaux maximums mesurés le vendredi et des niveaux minimums le dimanche.

3.5. Les métaux lourds contenus dans les particules fines PM10

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

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

Du fait de son statut de préleveur de référence, le Partisol équipe une grande majorité des AASQA¹⁰ en France métropolitaine et dans les DOM : il satisfait les exigences de la norme EN 12341 et a été classé conforme à la méthode de référence de prélèvement des PM10 en vue de l'analyse des métaux lourds¹¹.

Il fonctionne à un débit de 1 m³/h et utilise des filtres de 47 mm de diamètre. Une pompe permet d'aspirer l'air à travers la tête de prélèvement conçue pour ne sélectionner que les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm (PM10). L'air circule ensuite dans la ligne de prélèvement où est placé le filtre collectant les particules.

Les filtres sont par la suite envoyés dans un laboratoire métropolitain dans le but de doser les métaux¹² contenus dans les particules collectées : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le plomb (Pb) et le nickel (Ni).

¹⁰ Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air

¹¹ LCSQA, 2013. Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air ; version de 16/04/2013. p. 4.

¹² Métaux réglementés au niveau européen

12 semaines de prélèvement ont été réalisées durant la campagne de mesure de la qualité de l'air sur le site de la rue Iékawé.

Tableau X : concentrations en métaux – fraction PM10

| Semaines | Période de prélèvements | | Arsenic (As) ng/m ³ | Cadmium (Cd) ng/m ³ | Plomb (Pb) ng/m ³ | Nickel (Ni) ng/m ³ |
|--------------------------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| S0 | blanc terrain | / | < LQ | < LQ | < LQ | 0.24 |
| S1 | 17/04/2013 | 24/04/2013 | 0.17 | 0.03 | 0.57 | 4.85 |
| S2 | 24/04/2013 | 01/05/2013 | 0.82 | 0.05 | 1.19 | 12.70 |
| S3 | 01/05/2013 | 08/05/2013 | 1.79 | 0.03 | 0.74 | 4.04 |
| S4 | 08/05/2013 | 15/05/2013 | 0.92 | 0.09 | 1.90 | 13.09 |
| S5 | 15/05/2013 | 22/05/2013 | 0.33 | 0.03 | 0.89 | 9.64 |
| S6 | 22/05/2013 | 29/05/2013 | 1.79 | 0.22 | 1.58 | 36.07 |
| S7 | 29/05/2013 | 05/06/2013 | 0.53 | 0.11 | 2.17 | 14.40 |
| S8 | 05/06/2013 | 12/06/2013 | 0.28 | 0.08 | 0.83 | 23.45 |
| S9 | 12/06/2013 | 19/06/2013 | 0.66 | 0.03 | 1.40 | 7.14 |
| S10 | 19/06/2013 | 26/06/2013 | 0.64 | 0.14 | 1.82 | 22.79 |
| S11 | 26/06/2013 | 03/07/2013 | 0.75 | 0.14 | 1.90 | 21.39 |
| S12 | 03/07/2013 | 10/07/2013 | 1.20 | 0.28 | 3.27 | 25.62 |
| Moyenne sur la campagne | | | 0.82 | 0.10 | 1.52 | 16.26 |

LQ : limite de quantification

NB : les valeurs de nickel (tableau X) ont été retranchées de la valeur du blanc terrain.

Dans le tableau X, on remarque que les taux d'arsenic (As), cadmium (Cd) et plomb (Pb) sont relativement faibles sur les séries hebdomadaires et respectent les valeurs définies à l'échelle annuelle pour ces polluants. Notons tout de même des niveaux moyens d'arsenic plus élevés que ceux mesurés sur le réseau de station fixe de Noumea à l'échelle de l'année 2013, qui de l'ordre de 0.15 à 0.35 ng/m³.

Des taux de nickel faibles à forts ont été mesurés sur les séries hebdomadaires, avec une valeur moyenne sur la durée de la campagne à environ 16 ng/m³, valeur dépassant le seuil d'évaluation supérieur de 14 ng/m³ et s'approchant de la valeur cible pour le nickel de 20 ng/m³ si elle était observée à l'échelle de l'année complète.

Ce constat présage d'une exposition notable sur le secteur de la rue Iékawé avec la possibilité d'atteindre la valeur cible pour le nickel si des mesures en continue étaient réalisées.

3.6. Influences des paramètres environnementaux

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

Cette étude doit également tenir compte des paramètres environnementaux ou contextuels qui ont pu avoir un effet favorable ou défavorable à l'accumulation des polluants routiers.

Les concentrations en polluants mesurés en site trafic routier dépendent de l'interaction de plusieurs paramètres, notamment contextuels et environnementaux. 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, le nombre de véhicules en circulation, la configuration des axes routiers (orientation, dégagement alentour).

3.6.1. Les conditions de vents

Au cours de cette campagne type « trafic routier » menée rue J. Iékawé du 8 avril au 9 juillet 2013, les conditions de vents majoritairement moyens à fort (de 4.5 à 8 m/s) ont été favorables à la dispersion des polluants, limitant probablement l'accumulation de la pollution routière autour de l'axe de circulation principal.

Ce facteur « vitesse de vent » peut en partie expliquer les niveaux relativement faibles d'oxyde d'azote et de particules fines PM10 et PM 2.5, issus du trafic routier aux alentours du site de mesure.

3.6.2. Les données de comptage de véhicules



Figure 22 : Appareil de mesure de comptage routier situé à proximité du site d'implantation du laboratoire mobile, rue Iékawé.

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

Des comptages routiers (figure 22) sont opérés par la Direction de l'Équipement de la Province Sud (DEPS) ainsi que par la Division Voirie de la Mairie de Nouméa pour permettre une évaluation quantitative du trafic routier sur la commune.

Ces données permettent d'obtenir des profils journaliers du nombre de véhicules moyen roulants par heure de la

journée et des profils hebdomadaires du nombre de véhicules en moyenne roulants chaque jour de la semaine.

Ces profils peuvent être ainsi comparés aux profils journaliers et hebdomadaires de concentrations en dioxyde d'azote issus des campagnes de mesure de la qualité de l'air (figures 17 et 18 p.26).

Les poussières fines correspondent à l'un des principaux polluants réglementés émis par le trafic routier.

L'absence de mesure horaire de PM10 et PM2.5 nous permet de comparer les profils de concentration en poussières et en nombre de véhicule à une échelle hebdomadaire seulement.

Nous avons recueillis des **données de comptage réalisé sur 18 jours**, inclus dans la période de la campagne d'étude, du 22 juin au 09 juillet 2013.

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

| Comptage routier – Rue Jacques Iékawé | Compteur N°1 - Sens 1 (sortie de Nouméa) | Compteur N°1 - Sens 2 (entrée de Nouméa) |
|---|---|--|
| | du giratoire Belle-Vie vers la rue des Camélias comptage du 22/06/13 au 09/07/13 | de la rue des Camélias vers le giratoire Belle-Vie comptage 22/06/13 au 09/07/13 |
| Nombre total de véhicules sur la période | 229 803 | 172 024 |
| Moyenne journalière du Nombre de véhicules | 12 927 | 10 360 |
| Heure en moyenne la plus chargée sur la période | 11h-12h avec 1 018 véhicules soit 7.9 % de la moyenne journalière | 8h-9h avec 762 véhicules soit 7.4 % de la moyenne journalière |
| Jour de la semaine le plus chargé en moyenne sur la période | Vendredi avec 14 516 véhicules soit 6.3% des véhicules totaux sur la période | Vendredi avec 12 061 véhicules soit 7% des véhicules sur la période |

Le point de comptage routier correspond précisément aux points de mesure par laboratoire mobile rue J. Iékawé, car il concerne le tronçon de route entre le giratoire Belle-Vie et la rue des Camélias (figure 22).

Les comptages routiers recueillis concernent la rue Iékawé pour les deux sens de circulation, soit le sens n°1 du giratoire Belle-Vie vers PK5 et le sens n°2 de PK5 vers le giratoire Belle-Vie (par extension vers Nouméa).

Le tableau XI nous indique que le débit moyen journalier de véhicule n'est pas équilibré entre le nombre de véhicules entrants sur Nouméa (sens n°2) et sortants de Nouméa (sens n°1) qui est plus élevé.

Les données de comptages indiquent des migrations pendulaires dues à la concentration d'entreprises ou d'établissements scolaires.

Les tranches horaires les plus chargées en moyenne concernent la matinée, entre 8h et 9h dans le sens d'entrée et entre 11h et 12h dans le sens de sortie de Nouméa.

La moyenne journalière du nombre de véhicules sortants de Nouméa, plus élevée que la moyenne journalière dans le sens d'entrée sur Nouméa, indique vraisemblablement que les usagés empruntent une voie différente de la rue J. Iékawé pour atteindre leur destination. La Route Express du Mont-Dore, notamment, est un axe principal permettant un accès à l'entrée de Nouméa pour les quartiers de Koutio, Auteuil, Robinson par exemple et par extension la commune de Dumbéa.

Au cours de la campagne, le péage de Tina était en service¹³ ce qui pourrait expliquer une utilisation alternée de ces axes (rue J. Iékawé et Route Express du Mont-Dore) au cours d'une même journée.

Les journées du vendredi sont en moyenne les plus denses en termes de trafic routier sur la période de comptage dans les deux sens de circulation.

➤ **Relation entre le trafic routier et les concentrations en dioxyde d'azote**

La figure 23 met en exergue une bonne corrélation entre les profils journaliers du nombre de véhicules dans les deux sens de circulations (courbe marron, somme des sens n°1 et n°2) et les profils journaliers de concentrations en dioxyde d'azote mesurés par le laboratoire mobile.

¹³ Fermeture des péages routiers de Koutio et de Tina à compter du 25 décembre 2013

Globalement, la congestion du trafic en ville conduit à un trafic chargé toute la journée sur la rue J.Iékawé. Le débit moyen est de **23 287 véhicules par jour**, dans les deux sens de circulation au cours de la campagne.

Il existe une inversion entre les courbes du trafic routier dans le sens 1 et dans le sens 2 pendant les tranches horaires les plus chargées du matin et du soir. Le matin davantage de véhicules entrent dans Nouméa et entre 16h et 21h on observe la tendance inverse ; davantage de véhicules sont comptabilisés dans le sens de sortie de Nouméa.

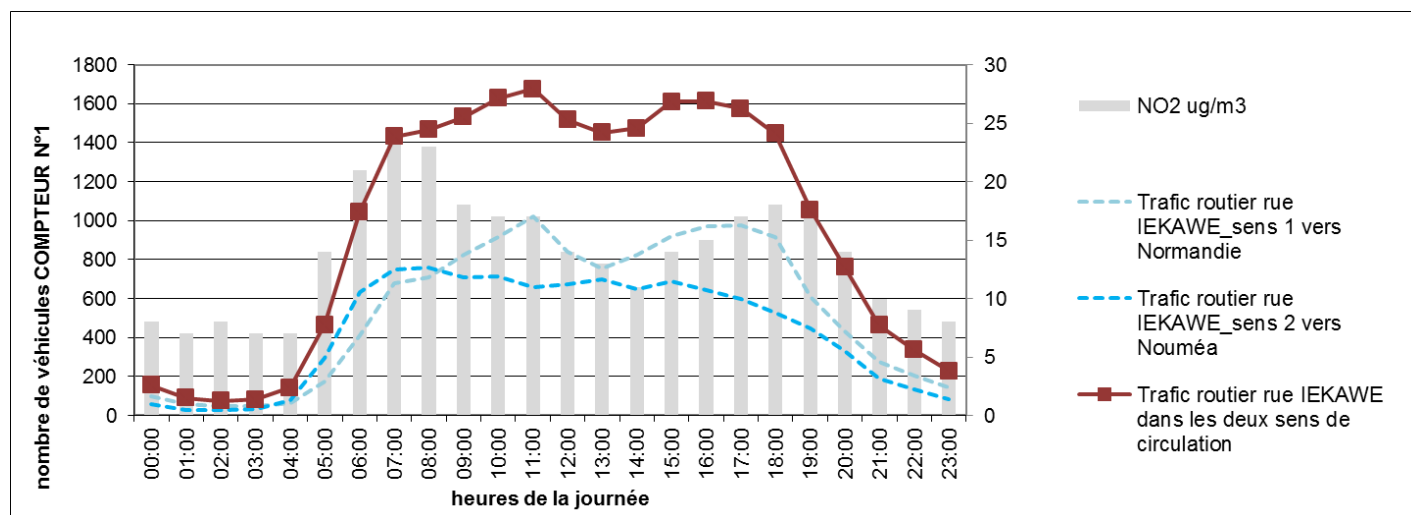


Figure 23 : Profils journaliers du nombre de véhicules moyen par heure de la journée (sources : Direction de l'Équipement de la Province Sud, Division Voirie de la Mairie de Nouméa). Profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote mesuré par le laboratoire mobile, rue Iékawé (diagramme). Période du 22 juin au 09 juillet 2013.

La figure 23, obtenue pour la période du 22 juin au 9 juillet pour laquelle nous disposons de données de comptage routiers et de concentration en NO₂ coïncidentes, nous indique :

- Une brusque augmentation du nombre de véhicules et des concentrations en NO₂ à partir de 5h avec un maximum atteint entre 7h et 9h, tranche horaire de pointe du matin. Les fortes concentrations en NO₂ sont bien corrélées avec le nombre de véhicules en circulation.
- Ensuite, une légère hausse du nombre de véhicules précède un pic de circulation entre 11h et 12h, en lien avec une diminution puis une stabilisation des teneurs en NO₂ mesurées.
- A la mi-journée, entre 13h et 15h, les faibles concentrations en NO₂ mesurées sont en accord avec une diminution de la circulation automobile amorcée depuis 12h.
- On observe entre 17h et 20h une hausse des concentrations en NO₂, qui fait suite à la tranche horaire de pointe du soir pour les véhicules en circulation de 16h à 18h.
- Enfin, réduction progressive du nombre et véhicules à partir de 19h puis stabilisation à des niveaux faibles du trafic routier de minuit à 4h, et diminution des concentrations en NO₂ sur la même période.
- Les minimums de quantité de véhicules bien corrélés avec des concentrations minimums en NO₂.



Figure 24 : Le 17 avril 2013 à 7h15 au site du laboratoire mobile, rue J. Iékawé, en période d'embouteillage

En soirée, il existe un décalage entre les tranches horaires où le nombre de véhicules en circulation est maximal (16h-18h) et celles des concentrations maximales de NO₂ (17h - 20h).

Ce phénomène s'explique vraisemblablement par une circulation diminuée sur la voirie embouteillée et donc un débit horaire plus faible de véhicule.

La concentration de véhicules conduit à un ralentissement significatif de la circulation, source accrue d'émission des polluants issus du trafic routier tels que le dioxyde d'azote.

La vitesse d'écoulement diminue avec l'augmentation de la charge des axes de circulation.

Pour aller plus loin, nous proposons d'étudier la relation linéaire établie entre le profil journalier du nombre de véhicules et le profil journalier de concentrations en NO₂.

➤ **Régression linéaire simple : Etude de l'influence du trafic routier sur les concentrations en dioxyde d'azote**

L'étude de la relation linéaire permet de mieux comprendre le lien existant entre le nombre de véhicules (densité du trafic) et les concentrations en NO₂. En outre, cela permet de comparer les différents sites de mesure de typologie trafic qui ont déjà fait l'objet de mesure de la qualité de l'air à Nouméa.

Les concentrations en polluants ne sont pas directement proportionnelles à la quantité de véhicules circulants, mais il existe toutefois des relations linéaires entre les profils journaliers de ces deux paramètres (figure 23).

Plus le coefficient de corrélation (R²) 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.

La période des comptages routiers correspond, pour 18 jours, à celle de la campagne de mesures du laboratoire mobile. Les données utilisées (de comptage et de concentration) sont issues de valeurs moyennes horaires et journalières.

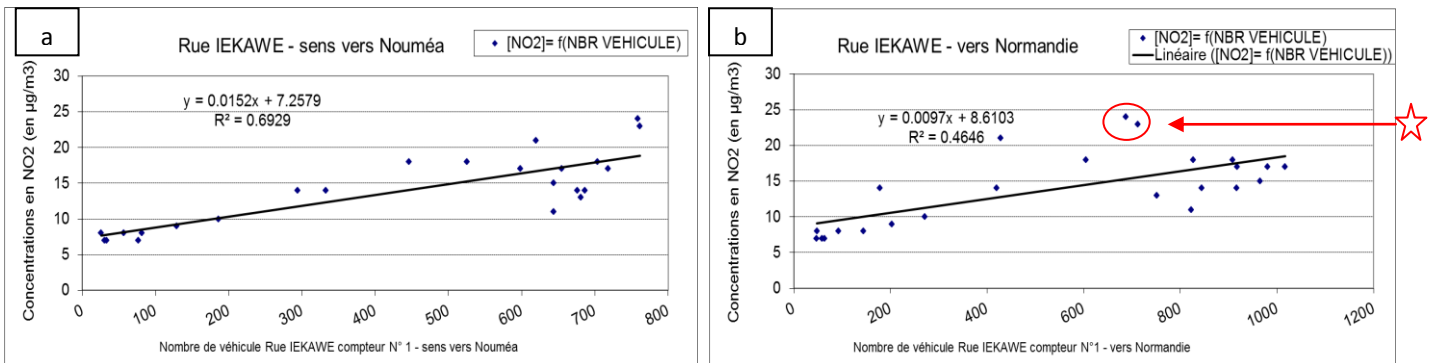


Figure 25 : Droites de régression linéaire - [NO₂]=f (NBR VEHICULE) Rue J. Iékawé dans le sens vers Nouméa a) et dans le sens vers Normandie b).

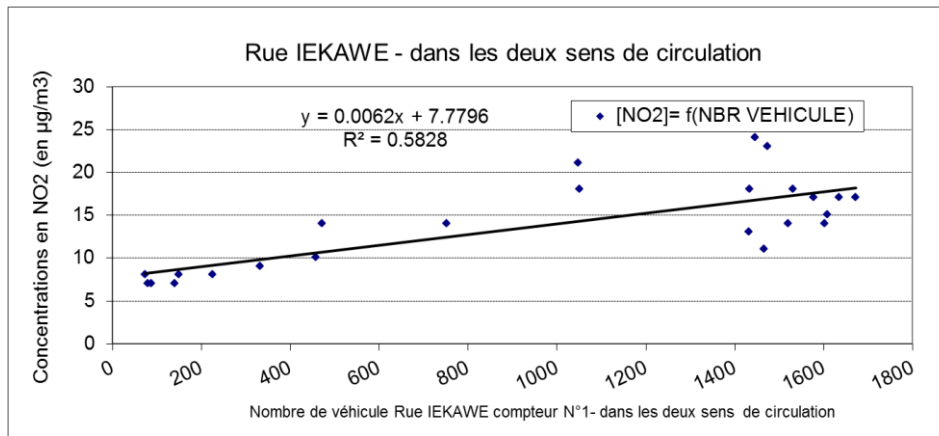


Figure 26 : Droites de régression linéaire - [NO₂]=f(NBR VEHICULE) Rue J. Iékawé

La figure 26 correspond aux profils de régression linéaire pour les sens de circulations pris séparément.

On remarque que la corrélation existante entre le nombre de véhicules en circulation dans le sens vers Nouméa (figure 25a) est plus satisfaisante ($R^2=0.6929$), que pour le sens inverse de circulation (figure 25b). Ceci témoigne vraisemblablement du fait que le laboratoire mobile ait pu être davantage influencé par les émissions les plus proches, issues de la voie du côté où il se trouve (*i.e.* sens vers Nouméa, figure 25 p.33 et 27 p. 35) et donc par les émissions routières matinales.

On observe sur le profil de régression linéaire, que le coefficient de corrélation R^2 est égal à **0.5828** pour le site de la rue J. Iékawé dans les deux sens de circulation (figure 26), ce qui modéré.

Cela informe que le nombre de véhicules circulants est relativement bien corrélé dans le sens vers Nouméa et moyennement corrélé dans le sens inverse de circulation.

Les niveaux de NO₂ dépendent du nombre de véhicules en circulation, mais aussi, et de façon non négligeable, des autres facteurs environnementaux qui viennent « perturber » la corrélation.



Afin de visualiser au mieux un profil de relation linéaire $[NO_2]=f(\text{Nombre de véhicule})$, on peut se permettre d'exclure des valeurs particulières de la série « rue Iékawé-vers Normandie ».

Les points de coordonnées $x=688$ et $y=24$ à 8h et $x=713$ et $y=23$ à 9h, correspondent à une concentration élevée de NO₂ pour un nombre de véhicules relativement faible. Ce phénomène est vraisemblablement caractéristique de véhicules roulants à vitesse réduite en raison d'une augmentation de la charge sur l'axe de circulation et des émissions mesurées d'origine routière élevée.

En recalculant un coefficient de corrélation en omettant les deux points entourés figure 25b on obtient un coefficient $R^2=0.5560$ plus proche de 1.

En recalculant la corrélation pour les deux sens de circulation en supprimant ces valeurs particulières de la série « rue Iékawé-vers Normandie » nous donne un R^2 encore plus proche de 1, égal à 0.6232.

Dans cette configuration, il existe une relation encore plus directe entre le nombre de véhicule circulant et les concentrations en NO₂ durant la journée

3.6.3 Comparaison avec les trois campagnes trafics précédentes

Les campagnes de type trafic réalisées par Scal-Air nous apportent des outils pour mieux caractériser la pollution globale de l'agglomération de Nouméa et d'analyser les paramètres contextuels de ces concentrations en polluants mesurés.

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 Ville¹⁴. 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)¹⁵.

Le tableau XII répertorie les concentrations moyennes journalières en NO₂ calculées pour les quatre campagnes en « trafic routier » ainsi que les nombres moyens de véhicules par jour sur les périodes données pour chaque voirie dans les deux sens de circulation.

Ces valeurs sont données à titre indicatif, pour une analyse comparative qualitative des résultats, sachant que les campagnes ont été réalisées à des saisons différentes et pendant des périodes différentes. De plus, la campagne rue Iékawé est la seule pour laquelle les comptages routiers ont été réalisés pour des jours concomitants à la période de l'étude.

Tableau XII : Concentrations moyennes journalières en NO₂ en µg/m³ calculées pour les campagnes type trafic 2010-2012-2013 et les débits moyens journaliers de véhicules pour les deux sens de circulation.

| Campagne de mesure | Concentration moyenne journalière en NO ₂ | Débit moyen journalier de véhicules |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| VDO – Berthelot | 22.3 µg/m ³ | 53 404 véhicules |
| Rue Gallieni | 15.9 µg/m ³ | 17 284 véhicules |
| Rue J. Iékawé | 13.8 µg/m ³ | 23 287 véhicules |
| Route de la Baie des Dames | 6.5 µg/m ³ | 18 286 véhicules |

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

Le débit moyen journalier de véhicules est plus de 2 fois plus faibles au niveau de la rue Iékawé qu'au niveau de la VDO.

Les niveaux journaliers de NO₂ mesurés, rue Iékawé sont près de 1.6 fois moins importants qu'au niveau de la VDO. Les niveaux journaliers moyens de NO₂ rue Gallieni sont 1.2 fois plus importants qu'au sein de la rue J. Iékawé, malgré un débit journalier 1.3 fois plus faible.

La configuration de type « canyon » ou plus ouverte des voies de circulation est une caractéristique majeure favorisant l'accumulation ou la dispersion de polluants.

¹⁴ 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.

¹⁵ SCAL-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*. Décembre 2012.

➤ **Analyse comparée des relations linéaires [NO₂]=f (nombre véhicule) des quatre campagnes de mesures trafic**

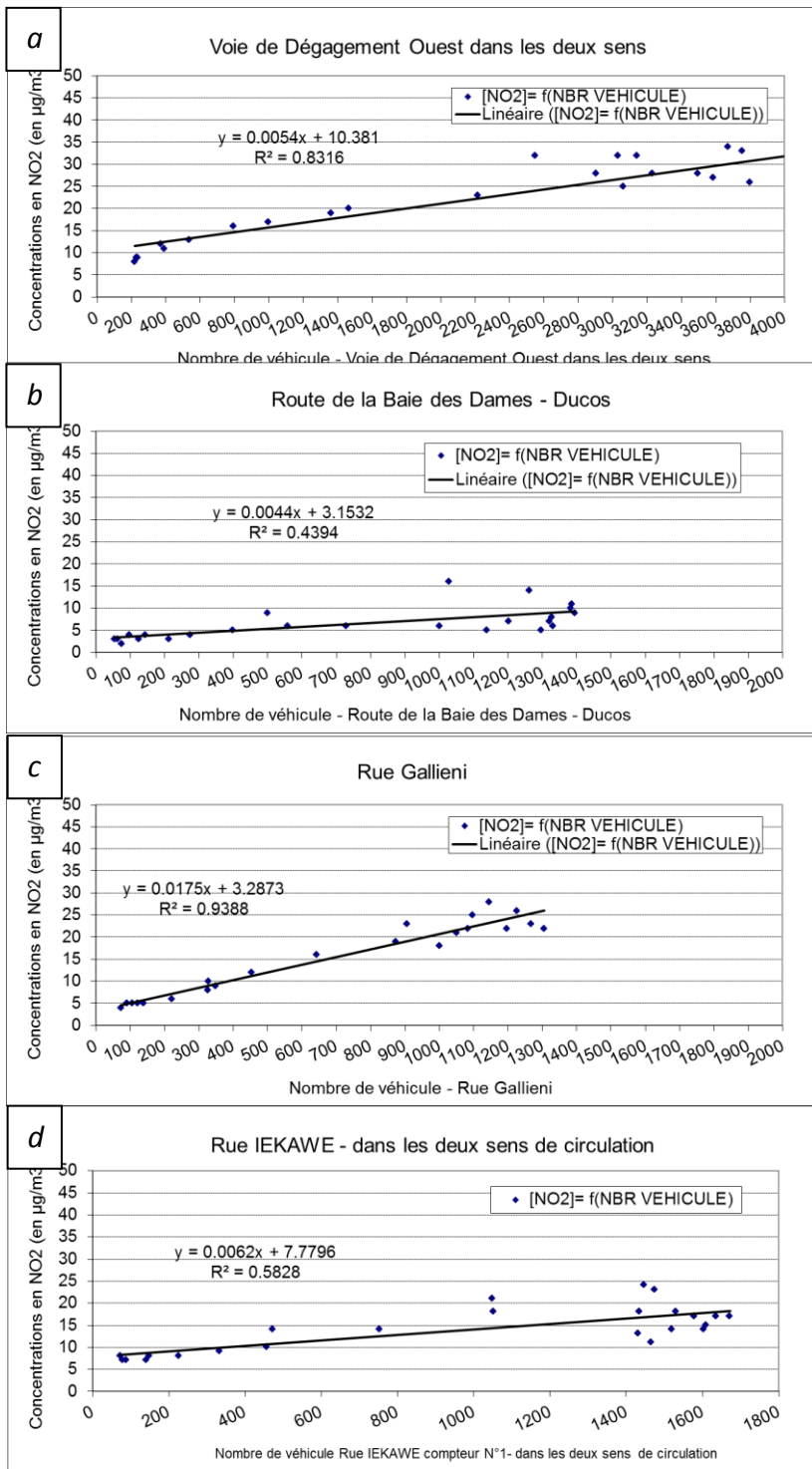


Figure 27 : Droites de régression linéaire - [NO₂]=f(NBR VEHICULE) - a) VDO - b) Baie des Dames - c) Rue Gallieni (sans les valeurs extrêmes à 8h et à 17h) d) Rue J. Iékawé

La pente des droites de régressions donne une information sur la « vitesse d'accumulation » du dioxyde d'azote.

La pente de la droite de régression de la rue Gallieni est la plus élevée (figure 27c), suivi de celle de la rue Iékawé (figure 27d), de la VDO (figure 27a), puis de la route de la Baie des Dames (figure 27b).

Pour le site de la rue Iékawé, la pente de la droite de régression et donc la vitesse d'accumulation du NO₂, se rapproche de celle du site de la VDO.

Le nombre minimum de véhicules par heure sur une journée est de l'ordre de :

- 200 véhicules pour le site de la VDO
- 70 véhicules pour la rue Gallieni ainsi que la rue Iékawé
- 50 véhicules pour la route de la Baie des Dames.

Les concentrations minimales associées en NO₂ sont respectivement de l'ordre de 10, 5, 5 et 3 µg/m³.

Ce constat donne à la pollution trafic un caractère plus permanent pour le site de la VDO et une relation fréquentation de la voirie / concentration de NO₂ comparable pour les rues Gallieni et J. Iékawé.

La pollution tend davantage vers zéro pour le site de Ducos en période de très faible fréquentation.

Dans la section suivante nous nous intéressons à l'analyse des paramètres contextuels de ces concentrations en polluants mesurés.



Configuration des axes routiers et emprise au vent

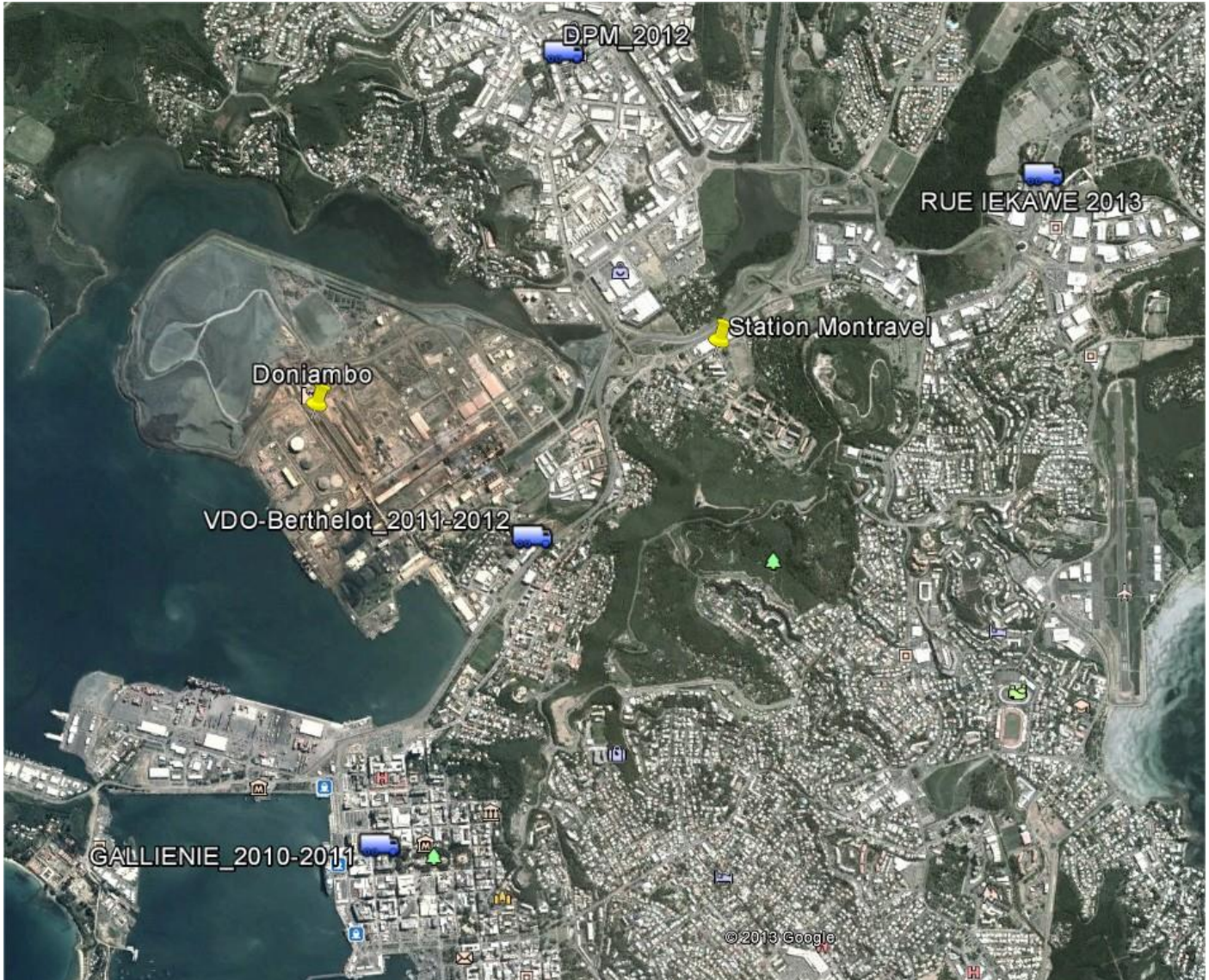


Figure 28 : Plan de situation du laboratoire mobile lors des campagnes « trafic » à Nouméa entre 2010 et 2013: rue Gallieni, la Voie de Dégagement Ouest, la route de la Baie des Dames (DPM, Ducos) et la rue J. Iékawé

- La **rue Gallieni**, étroite et bordée de bâtiments hauts, à une configuration de type « canyon » et une orientation Nord/Sud faisant barrage aux vents dominants de secteurs Est. A nombre de passage de véhicules égal, ces deux facteurs favorisent davantage l'accumulation des polluants routiers que les autres axes routiers étudiés
- La **Route de la Baie des Dames** à Ducos est orientée Nord-Ouest / Sud-Est, dans le sens des vents dominants, avec une configuration « ouverte », ne favorisant pas la stagnation des masses d'air et donc des émissions issues du trafic routier. Malgré un débit journalier moyen de véhicules proche, les niveaux de pollutions par le NO₂ sont beaucoup plus importants rue Gallieni que dans la route de la Baie des Dames.
- Avec une orientation Sud-Ouest/Nord-Est, La **Voie de Dégagement Ouest (VDO)** est une voie relativement soumise à une dispersion des concentrations en polluants d'origine routière, avec la

présence de bâtiments de part et d'autre de l'axe deux fois deux voies, qui limite la dispersion des polluants de façon moins évidente qu'une rue « canyon ». Le nombre de véhicules circulants sur la VDO est près de trois fois supérieurs en comparaison des quatre autres sites de mesures. Le site de la Voie de Dégagement Ouest affiche les concentrations en dioxyde d'azote et en particules fines les plus importantes.

- La **rue J. Iékawé** présente une configuration intermédiaire entre celle de la VDO et celle de la route de la Baie des Dames (Ducos). C'est un axe routier qui supporte un trafic important, une configuration dégagée avec peu de bâtiments hauts en bordure de route et une largeur de voirie de 6 mètres environ. La rue orientée Sud-Sud-Ouest/Nord-Nord-Est est globalement soumise aux vents dominants. La dispersion des polluants d'origine routière est favorisée.

En conséquence, malgré un débit journalier de véhicules important, l'accumulation de polluants émis par le trafic routier est limitée. Ceci explique vraisemblablement l'absence de valeurs de concentrations très élevées, sur le site de la rue J. Iékawé.

➤ **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 véhicules sur la voirie, et donc d'autant plus que la file embouteillée est grande. Mais lors d'un embouteillage, la vitesse de circulation est réduite et donc le flux horaire de véhicules est moindre alors que les niveaux de pollutions émis par ces véhicules sont augmentés.

Le raisonnement simple qui établit une relation de proportionnalité entre le nombre de véhicules en circulation au taux de pollution est donc vrai jusqu'à un nombre « limite » de véhicule qui correspond à la saturation de la voirie.

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 **rue J. Iékawé** soit embouteillée quotidiennement en matinée et en soirée à proximité du rond-point Belle Vie. La **VDO** semble également 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 et de la rue J. Iékawé.

Ces observations peuvent expliquer en partie, les tranches horaires de pic de pollution au NO₂ (traceur du trafic routier), non corrélé avec un nombre important de véhicules.



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, qui représente la source d'émission.

D'après les critères d'implantations de l'ADEME¹⁶, une station trafic, et donc le point de prélèvement d'air, doit se situer au maximum à une distance de 5 m de la voirie et à une hauteur comprise entre 1.5 m et 3 m.

En raison des contraintes intrinsèques aux sites d'accueil, le critère d'implantation n'a pas pu être respecté durant les campagnes de la rue Gallieni, de la VDO et de Ducos. Dans tous les cas, le laboratoire a été positionné au plus près des axes routiers, respectivement 7 m, 6 m et 9 m.

Pour la campagne de la rue J. Iékawé, le laboratoire mobile a été placé à une distance de 9 m de la voirie et les têtes de prélèvements de l'air étaient à environ 5 m de hauteur de la voirie

Outre le nombre de véhicules circulants et la configuration de l'axe routier, ce paramètre de distance a probablement une influence non négligeable sur les concentrations mesurées qui sont vraisemblablement sous-estimée.

¹⁶ Manuel de *Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air*, ADEME
Scal-Air

4. Conclusions

La campagne de mesure de type « trafic routier », rue Jacques Iékawé vient enrichir les données et les conclusions issues des précédentes campagnes trafic en 2010 et 2012.

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

> Un site de type « trafic » respectant globalement les valeurs de références à ne pas dépasser, comparable aux campagnes en trafic routier précédentes.

Sur le site d'étude rue J. Iékawé, les valeurs limites et objectifs de qualité ont été respectés, pour les polluants SO₂ et NO₂ et PM_{2.5}. Pour les particules PM₁₀, les valeurs « PM₁₀ corrigées » calculées pour le site de la rue J. Iékawé dépasse pour une journée la valeur limite journalière fixée à 50 µg/m³.

Au cours des précédentes campagnes en site trafic, aucune valeur en polluant n'a fait l'objet de dépassement de seuil. Les niveaux mesurés et sont bien inférieurs aux valeurs de référence à ne pas dépasser issues des réglementations européenne et métropolitaine.

La comparaison avec les précédentes campagnes en « trafic routier » nous indique que le site de la Voie de Dégagement Ouest affiche les concentrations en dioxyde d'azote les plus importantes, suivi par le site de la Rue Gallieni puis celui de la rue Iékawé et enfin celui de Ducos (route de la Baie des Dame).

> Les niveaux de dioxyde de soufre aux alentours de la rue J. Iékawé témoignent de l'influence de l'activité industrielle.

Les concentrations moyennes à fortes de dioxyde de soufre sont essentiellement corrélées à des vents de secteur Sud-Ouest à Ouest-Sud/Ouest. Une pollution de pointe **occasionnelle et de faible intensité** d'origine industrielle par le SO₂, est mesurée aux alentours de la rue Iékawé, selon un cône de dispersion associés aux vents de secteurs Sud-Ouest à Ouest-Sud/Ouest, soufflant 4.8% de la période d'étude, par rapport à la zone industrielle de Doniambo.

L'influence de l'activité industrielle sur le site de la rue J. Iékawé est de moindre ampleur par rapport à la station fixe de Montravel, ce qui semble en premier lieu lié à la distance séparant ces deux sites de Doniambo ainsi que de la topographie de la zone (Mont Té).

D'après les données fournies par l'industriel, du fioul Très Basse Teneur en Soufre (TBTS) a été utilisé 725h, soit environ 32.5% de la période de mesures pour alimenter la Centrale thermique de Doniambo.

> L'influence du trafic routier et de l'activité industrielle aux alentours de la rue J. Iékawé

Les oxydes d'azote et les particules en suspension correspondent aux deux principaux polluants réglementés émis par le trafic routier.

Le dioxyde d'azote

La pollution de pointe par le dioxyde d'azote sur le site de la rue J. Iékawé peut être qualifiée de faible à très faible en intensité et chronique sur la journée.

Toutefois, des concentrations de pointe horaires en NO₂ plus élevés (1.2 à 3 fois) que ceux mesurés par les stations urbaines de Nouméa aux mêmes heures ont pu être mesurées. . Dans les tranches horaires de pointes les valeurs de NO₂ mesurés rue Iékawé sont proches des niveaux mesurés à Montravel.

La rose de la pollution au NO₂, indiquent deux directions marquées pour l'origine des fortes concentrations en NO₂, en conditions de vents de secteur Est-Sud/Est (90°- 135°) et Nord-Est (30°-70°).

Les niveaux notables de pollution par le NO₂ au site de mesure ont été mesurés à la fois dans des conditions de vent Sud-Est, Nord-Est et de Sud-Ouest, signe d'une origine à la fois industrielle et routière de la pollution de pointe au dioxyde d'azote.

La pollution de pointe au dioxyde d'azote est d'origine préférentiellement routière, au site de la rue Iékawé. Ces observations sont en accords avec les vents dominants pour la période de mesure considérée qui favorisent la dispersion des polluants d'origine routière vers le moyen mobile.

Les émissions en provenance de la Centrale thermique sont davantage responsables d'une pollution de pointe occasionnelle et de faible intensité par le dioxyde d'azote au niveau du site de mesure.

Les particules en suspension

Les niveaux de poussières mesurés au site de type trafic routier ne sont pas négligeables, tant pour les niveaux de fond que pour les niveaux de pointe. Du fait de la situation géographique du site de mesure, les particules PM observées peuvent à la fois provenir du trafic routier de la rue J. Iékawé et de l'activité industrielle de Doniambo.

D'après nos études précédentes nous savons que le SWAM sous-estime les concentrations en PM10. Le niveau moyen de PM10 au site Iékawé après correction est en moyenne légèrement supérieur aux niveaux mesurés sur les stations fixes de la ville est plus proche de la station Montravel.

L'absence de mesure horaire ne permet pas de corréliser les données PM 10 et PM2.5 aux données météorologiques de vent. Il est par conséquent difficile d'estimer la part de particules provenant du trafic routier et celle issu de l'activité industrielle.

Ces observations témoignent du caractère multi-source de la pollution atmosphérique sur le site de la rue J. Iékawé. Ainsi, il est difficile d'évaluer l'influence stricte du trafic routier sur la qualité de l'air au site de mesure.

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

Les vents dominants pour la période considérée sont orientés de secteurs Nord-Est à Sud-Est (50° - 130°) et ont soufflé environ 55% du temps.

Les vents orientés secteurs Ouest-Sud/Ouest (230° à 250°), qui dispersent le panache d'origine industriel vers le site mobile, ont soufflé environ 4.8% du temps au cours de la campagne.

Les conditions de vents majoritairement moyens à fort (de 4.5 à 8 m/s) ont été favorables à la dispersion des polluants routiers dès leur émission, limitant probablement l'accumulation de la pollution routière autour de l'axe de circulation principal (site d'émission).

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

Il existe globalement une bonne corrélation entre les profils journaliers du nombre de véhicules et des concentrations en dioxyde d'azote mesurés par le laboratoire mobile. Cependant, on note des décalages entre les tranches horaires où le nombre de véhicules en circulation est maximal et celles des concentrations maximales de NO₂.

Ce phénomène s'explique car 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.

Il existe une relation de proportionnalité entre le nombre de véhicules en circulation et les niveaux de NO₂, jusqu'à un nombre « limite » de véhicule qui correspond à la saturation de la voirie.

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.

Comparativement aux précédentes campagnes de type 'trafic routier', à nombre de passage de véhicules égal, la rue Gallieni de type « canyon » favorisent davantage l'accumulation des polluants routiers que les autres axes routiers étudiés. Le site de la Voie de Dégagement Ouest (VDO) affiche les concentrations en NO₂ et en particule fines PM les plus importantes, suivi par le site de la Rue Gallieni puis celui de la rue Iékawé et enfin celui de Ducos (route de la Baie des Dames).

La rue Iékawé présente une configuration proche de la VDO. C'est un axe routier qui supporte un trafic important mais ayant une configuration dégagée, avec peu de bâtiments hauts en bordure de route et une largeur de voirie de 6 mètres environ. La rue orientée Sud-Sud-Ouest/Nord-Nord-Est est globalement soumise aux vents dominants. La dispersion des polluants d'origine routière est favorisée.

La configuration de l'axe routier J. Iékawé ainsi que son emprise au vent, explique vraisemblablement l'absence de valeurs de concentrations très élevées, sur le site de mesure du laboratoire mobile.

> Influence du positionnement des stations de surveillance de la qualité de l'air

Pour la campagne de la rue Iékawé, en raison des contraintes inhérentes au site d'accueil, le critère d'implantation du laboratoire mobile n'a pas pu être respecté. Le laboratoire a été placé à une distance de 9 m et une hauteur de 5 m de la voirie.

Outre le nombre de véhicules passant sur l'axe routier, ce paramètre de distance a probablement une influence non négligeable sur les concentrations mesurées. De plus, ceci expliquera probablement en partie le comportement proche des concentrations en polluants au site de la rue J. Iékawé avec la station fixe urbaine de Montravel.

5. Perspectives

> Vers le suivi périodique de la pollution routière

L'étude européenne *Aphekom* publiée en mars 2011 par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), conclut qu'habiter à proximité du trafic routier augmente sensiblement la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique¹⁷.

Du fait des perspectives d'augmentation continue du trafic routier sur la ville en zone urbanisée, 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 (entre juin et août) à proximité des voies express d'entrée permettant la desserte du centre-ville par les quartiers résidentiels, notamment.

> Vers le suivi d'autres polluants traceurs du trafic routier

La qualité du carburant est mal connue et n'est encadrée que depuis peu. Les **oxydes d'azote** et les **particules fines**, sont deux principaux polluants émis par le trafic routier. Ces composés sont également à l'origine d'une part non négligeable des émissions de **Composés Organiques Volatils (COV)** précurseurs de l'**ozone (O₃)**.

Les transports contribuent directement ou indirectement à des concentrations de polluants mesurées dans l'air :

- les composés organiques volatils et le monoxyde de carbone (CO) sont émis directement en sortie du pot d'échappement,
- le dioxyde d'azote est émis pour partie directement en sortie du pot d'échappement, et une autre partie est formée indirectement dans l'atmosphère à partir d'autres composés (*e.g.* les NOx),
- les particules sont émises directement et aussi indirectement à partir d'autres composés, comme les COV, ainsi que par leur remise en suspension lors du passage des véhicules sur la route,
- l'ozone se forme dans l'atmosphère par réaction chimique entre les Composés Organiques Volatils (COV) et les oxydes d'azote en période de fort ensoleillement.

En outre, le manque de données exploitables en termes de particules fines PM10 et PM2.5 pour les raisons mentionnées précédemment, invite à poursuivre la mesure par le moyen mobile pour une meilleure représentativité dans le temps.

¹⁷ Declercq C, Pascal M, Chanel O, Corso M, Ung A et al. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet *Aphekom*. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire ; 2012. 33 p.

> Vers le projet de modélisation de la dispersion des polluants

Il existe des outils de calculs, largement utilisés par les AASQA métropolitaines, permettant de modéliser les données d'émissions issues du trafic routier, afin de déterminer les niveaux de concentration des polluants dans l'air ambiant sur un domaine d'étude précis.

L'équipe de Scal-Air travaille sur la mise en place d'une plateforme de modélisation de la qualité de l'air, cette dernière devant simuler de manière satisfaisante la dispersion de polluants à l'échelle de l'agglomération du Grand Nouméa.

L'objectif de cette modélisation est de connaître la dispersion dans l'environnement de la pollution gazeuse (SO₂, NO₂, COV, CO) et particulaire (poussières et Nickel) liée à la présence des émetteurs industriels et du trafic routier dans le secteur géographique de l'agglomération.

La méthodologie utilisée pour réaliser cette étude repose sur une simulation numérique à partir du modèle **ADMS Urban**. Ce modèle dérive de la gamme ADMS (*Atmospheric Dispersion Modelling System*) de dispersion atmosphérique développée et validée par le CERC (*Cambridge Environmental Research Consultants*) au Royaume-Uni.

A terme cet outil de modélisation pourra être utilisé pour réaliser des prévisions de la qualité de l'air ou réaliser des simulations de scénarios fictifs, en tant qu'outils d'aide à la décision, en faisant varier une ou plusieurs données d'entrée.

Cependant avant d'être utilisé avec des données fictives, un modèle déterministe doit être « validé » avec des données connues. Cette validation consiste à étudier un état connu de l'atmosphère (c'est à dire dont on dispose de mesures réelles des données de sortie) et à évaluer l'aptitude du modèle à décrire cet état, sa sensibilité.

ADMS intègre de nombreux modules couplés, permettant de tenir compte de tous les effets complexes sur la dispersion des polluants à Nouméa : topographie, effets « canyons », phénomènes météorologiques complexes (bascules rapides de vents), etc.

Pour faire face à l'évolution prévisible des besoins en déplacements et répondre aux défis du développement durable le Syndicat Mixte des Transports Urbains lance le projet de transport en commun en site propre (TCSP), c'est-à-dire un transport en commun qui emprunte une voie ou un espace qui lui est réservé. Dans ce projet, l'outil de modélisation pour cartographier l'exposition de la population à la pollution atmosphérique, pourra constituer un véritable outil d'aide à la décision, d'évaluation des actions territoriales et de prospective au service des décideurs locaux et nationaux.

Dans ce contexte, il est nécessaire de poursuivre les campagnes du laboratoire mobile au sein de l'agglomération de Nouméa, pour identifier précisément les paramètres contextuels et environnementaux impactant les concentrations mesurées en polluants dans l'air ambiant, dans les zones non suivies en continu par les stations fixes de Scal-Air.

Enfin les campagnes type « trafic routier » sur des sites préalablement identifiés, devront se poursuivre afin de disposer d'une base de données à l'échelle de l'agglomération et de calculer grâce à des hypothèses physiques et chimiques les données de sortie du modèle et évaluer si les résultats de la modélisation sont cohérents avec les concentrations en polluants mesurées dans la ville de Nouméa.

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.

SCAL-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.

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

FAI Instruments, 2006. Manuel d'utilisation du SWAM 5a – Edition novembre 2006 ; p. 14.

Observatoire Régional de l'Air en Midi-Pyrénées - ORAMIP - Rapport d'étude, *impact du trafic routier sur la qualité de l'air du Grand Rodez, 2010.*

Institut de la statistique et des études économique en Nouvelle Calédonie (ISEE NC) - *Situation démographique en 2010.*

Manuel de *Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air*, ADEME

Declercq C, Pascal M, Chanel O, Corso M, Ung A et al. *Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises*. Résultats du projet *Aphekom*. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire ; 2012. 33 p.

LCSQA, 2013. Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air ; version de 16/04/2013.

ANNEXES

Annexe 1 : liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique du site de mesure

Figure 2 : Laboratoire mobile sur le site de l'OPT, à proximité la rue J. Lékawé.

Figure 3 : Localisation géographique du site de mesure rue J. Lékawé.

Figure 4 : Rose des vents sur la période d'étude (8 avril au 9 juillet 2013), d'après les données fournies par Météo France

Figure 5 : Humidité relative (mm) et température moyenne journalières de l'air (°C) enregistrées sur Nouméa du 8 avril au 9 juillet 2013, d'après les données fournies par Météo France

Figure 6 : Indices de la qualité de l'air calculés à partir des concentrations en polluants, issues du laboratoire mobile (rue J. Lékawé) du 8 avril au 9 juillet 2013 (93 jours)

Figure 7 : Concentrations maximales horaires glissantes sur 15 minutes par jour - SO₂ (µg/m³)

Figure 8 : Concentrations moyennes journalières - SO₂ (µg/m³)

Figure 9 : Nombre de valeurs horaires supérieures à 50, 100, 150, 200 et 300 µg/m³ par station pour la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013.

Figure 10 : Rose de pollution par le dioxyde de soufre sur la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013, d'après les données de vents fournies par Météo France – Site de la rue Lékawé

Figure 11 : Concentrations maximales horaires glissantes sur 15 minutes par jour en SO₂ (µg/m³), au site de la Rue J. Lékawé (en bleu) et la station de Montravel (en vert) et direction des vents (en orange pointillés, données Météo France), pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013.

Figure 12 : Concentrations moyennes horaires glissantes sur 15 minutes en SO₂ (µg/m³) sur le site rue J. Lékawé : épisode du 17 mai 2013

Figure 13 : Concentrations maximales horaires glissantes sur 15 minutes par jour - NO₂ (µg/m³)

Figure 14 : Concentrations moyennes journalières - NO₂ (µg/m³)

Figure 15 : Rose de pollution permettant d'identifier les secteurs de vents correspondants aux différentes gammes de concentrations mesurées de NO₂ (µg/m³) - site Rue J. Lékawé.

Figure 16 : Plan de situation du laboratoire mobile sur le site de la rue J. Lékawé. *La portion de la rue Lékawé est orienté Nord-Est sur le plan et passe à l'Est du site de mesure*

Figure 17 : Profils journaliers des concentrations en NO₂ mesurées par le laboratoire mobile rue J. Lékawé, et par les stations fixes de Nouméa, pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013.

Figure 18 : Profils hebdomadaires des concentrations en NO₂ mesurées par le laboratoire mobile rue Lékawé, et par les stations fixes de Nouméa pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013.

Figure 19 : concentrations moyennes journalières en particules fines PM10 (en bleu) en PM10 corrigé (bleu clair) et PM 2.5 (en vert) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) au site de la rue Iékawé au cours de la période d'étude.

Figure 20 : concentrations moyennes journalières en particules fines PM10 corrigé ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) au site de la rue J. Iékawé (en bleu clair) et de la station de Montravel (en orange), au cours de la période d'étude.

Figure 21 : Profils hebdomadaires des concentrations en PM10 et en « PM10 corrigé » mesurées par le laboratoire mobile rue Iékawé, et au niveau de la station fixe de Nouméa pour le période du 8 avril au 9 juillet 2013.

Figure 22 : Appareil de mesure de comptage routier situé à proximité du site d'implantation du laboratoire mobile, rue Iékawé.

Figure 23 : 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*). Profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote mesuré par le laboratoire mobile, rue Iékawé (diagramme). Période du 22 juin au 09 juillet 2013

Figure 24 : Le 17 avril 2013 à 7h15 au site du laboratoire mobile, rue J. Iékawé, en période d'embouteillage

Figure 25 : Droites de régression linéaire - $[\text{NO}_2]=f(\text{NBR VEHICULE})$ Rue J. Iékawé dans le sens vers Nouméa a) et dans le sens vers Normandie b).

Figure 26 : Droites de régression linéaire - $[\text{NO}_2]=f(\text{NBR VEHICULE})$ Rue J. Iékawé

Figure 27 : Droites de régression linéaire - $[\text{NO}_2]=f(\text{NBR VEHICULE})$ – a) VDO – b) Baie des Dames – c) Rue Gallieni (sans les valeurs extrêmes à 8h et à 17h) d) Rue J. Iékawé

Figure 28 : Plan de situation du laboratoire mobile lors des campagnes « trafic » à Nouméa entre 2010 et 2013: rue Gallieni, la Voie de Dégagement Ouest, la route de la Baie des Dames (DPM, Ducos) et la rue J. Iékawé.

Figure A : mise en place du laboratoire mobile sur le site de l'OPT, rue J. Iékawé (le 4 avril 2013).

Figure B : Baie de mesure contenant les analyseurs.

Figure C : Analyseur / préleveur de particules fines : SWAM.

Annexe 2 : liste des tableaux

Tableau I : Les polluants surveillés et leurs origines

Tableau II : Les normes de la qualité de l'air pour chaque polluant : SO₂, NO₂, PM10 et PM2.5

Tableau III : Répartition des vents par secteur géographique et par secteur de vitesse, sur la période d'étude (8 avril au 9 juillet 2013), d'après les données fournies par Météo France

Tableau IV : Statistiques de la campagne de mesure par polluants

Tableau V : Concentrations moyennes en SO₂ (µg/m³) et percentiles 98 pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013, mesurées par le laboratoire mobile et le réseau de stations fixes de Nouméa.

Tableau VI : Nombre de valeurs horaires de concentration en SO₂ supérieures à 50, 100, 150, 200 et 300 µg/m³ et les pourcentages associés sur la période d'étude

Tableau VII : Répartition des concentrations en NO₂ par secteur de vitesse des vents, sur la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013, d'après les données fournies par Météo France - site rue J. Iékawé.

Tableau VIII : Concentrations moyennes en NO₂ pour la période du 8 avril au 9 juillet 2013, mesurées par le laboratoire mobile et le réseau de stations fixes de Nouméa

Tableau IX : Concentrations moyennes sur la période d'étude du 8 avril au 9 juillet 2013 de PM10 mesurées sur les sites de la rue J. Iéwaké et des stations de mesures fixes de Nouméa.

Tableau X : concentrations en métaux – fraction PM10

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

Tableau XII : Concentrations moyennes journalières en NO₂ en µg/m³ calculées pour les campagnes type trafic 2010-2012-2013 et les débits moyens journaliers de véhicules pour les deux sens de circulation.

Annexe 3 Présentation du moyen de mesure mobile et des analyseurs

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 (2mx2mx2m). 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.



Figure A : mise en place du laboratoire mobile sur le site de l'OPT, rue J. Iékaoué (le 4 avril 2013).

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.



Station d'acquisition des données : **SAM SK 2**

Analyseur de NOx : **API 100**

Analyseur/préleveur de particules PM10 PM2.5 : **SWAM**

Analyseur de SO₂ : **API 200**

Diluteur de gaz étalon



Figure C : Analyseur / préleveur de particules fines : **SWAM**

Figure B : Baie de mesure contenant les analyseurs.

Pour en savoir plus sur le SWAM ...

L'appareil de mesure des particules PM10 et PM2.5 équipant le laboratoire mobile est un SWAM 5A Dual Channel Monitor (analyseur-préleveur automatique de particules) du constructeur italien FAI Instruments. Il fonctionne dans une gamme de débit compris entre 0,8 et 2,5 m³/h et avec des filtres de 47 mm de diamètre¹. Cet appareil mesure la concentration en PM10 dans l'air ambiant selon le principe de la radiométrie Bêta : une source radioactive, la jauge Bêta, émet des rayons Bêta auxquels est soumis le filtre de prélèvement. Les particules présentes sur le filtre vont absorber une partie de ces rayonnements. L'absorption étant proportionnelle à la masse de particules collectées sur le filtre, la mesure de celle-ci permet de déterminer la masse de particules présentes sur le filtre. La concentration en particules est ensuite obtenue en divisant la masse obtenue par le volume d'air échantillonné. Le SWAM possède un ensemble source-détecteur mobile et deux lignes de prélèvement indépendantes lui permettant de collecter deux fractions de particules (PM10 et PM2.5 par exemple) en simultanée. L'ensemble source-détecteur est relié à une roue sur laquelle sont chargés et déchargés les filtres de prélèvement.

¹ FAI Instruments, 2006. Manuel d'utilisation du SWAM 5a – Edition novembre 2006 ; p. 14

Annexe 4 : Matrice de valeurs – campagne trafic 8/04/2013 au 9/07/2013

MATRICE DE VALEURS
CAMPAGNE LABORATOIRE MOBILE RUE J. IEKAWÉ DU 8/04/2013 AU 8/07/2013
DONNEES JOURNALIERES (VALEUR VALIDE = 1 , VALEUR NON VALIDE = 0)

| | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | PM10 (µg/m ³) | PM2.5 (µg/m ³) | JUSTIFICATIONS TECHNIQUE |
|------------|---|---|------------------------------|-------------------------------|---|
| 08/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 09/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 10/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 11/04/2013 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 12/04/2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | Arrêt de la climatisation du 12/04 au 16/04, arrêt de la station mobile: - invalidation des mesures du SWAM (Poussières) du 11/04 au 17/04 - invalidation des mesures de l'API 100 (NOx) du 12/04 au 15/04. appareil stabilisé le 16/04 à 0h - invalidation des mesures de l'API 200 (SO2) du 12/04 au 15/04 et le 17/04 |
| 13/04/2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 14/04/2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15/04/2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16/04/2013 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 17/04/2013 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 18/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 19/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 21/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 22/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 23/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 24/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 25/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 26/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 27/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 28/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 29/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 30/04/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 01/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 02/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 03/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 04/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 05/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 06/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 07/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 08/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 09/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 10/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 11/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 12/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 13/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 14/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 15/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 16/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 17/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 18/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 19/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 21/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 22/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 23/05/2013 | 0 | 1 | 1 | 1 | Interruption de la climatisation quelques heures le 23/05. Non reprise de l'appareil API 200: Invalidation des données de [SO ₂] le 23/05 |
| 24/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 25/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 26/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 27/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 28/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 29/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 30/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 31/05/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 01/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 02/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 03/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 04/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 05/06/2013 | 0 | 1 | 1 | 1 | Interruption de la climatisation quelques heures le 05/06. Non reprise de l'appareil API 200: Invalidation des données de [SO ₂] le 05/06 |
| 06/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 07/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 08/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 09/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 10/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 11/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 12/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 13/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 14/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 15/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 16/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 17/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 18/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 19/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 21/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 22/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 23/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 24/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 25/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 26/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 27/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 28/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 29/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 30/06/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 01/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 02/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 03/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 04/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 05/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 06/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 07/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 08/07/2013 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 09/07/2013 | 1 | 1 | 0 | 0 | Arrêt du SWAM (Poussières), en vue du déplacement du laboratoire mobile |
| 10/07/2013 | / | / | / | / | Fin de la campagne arrêt du laboratoire mobile en vue de son déplacement |