



Association Calédonienne de Surveillance de
la Qualité de l'Air

Campagne de mesures des Composés Organiques Volatils (COV) par tube passif sur la ville de Nouméa 2015 - 2016



Rapport d'étude – Décembre 2017

Remerciement

Scal'Air remercie tout particulièrement la Direction des Affaires Sanitaires et Sociales (Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie) qui a permis la réalisation de cette étude.

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.

À 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 : Claire CHERON, Nicolas MARION

- *Intervenants études :*
 - Rédaction rapport / coordination : Tatiana TCHONG-FAT
 - Tiers examens du rapport : Sylvain GLEYE, Claire CHERON
 - Approbation finale : Alexandra MALAVAL CHEVAL

Sommaire	2
Liste des figures	4
Liste des tableaux.....	5
Liste des sigles et acronymes utilisés.....	6
1. Introduction.....	7
2. Présentation de l'étude.....	8
2.1 Présentation des composés organiques volatils.....	8
2.1.1 Définition	8
2.1.2 Les différents composés.....	8
2.1.3 Les sources d'émissions des polluants	9
2.1.4 Les effets sur la santé et sur l'environnement.....	10
2.2 Règlementation.....	10
2.2.1 La réglementation internationale	10
2.2.2 Les réglementations européenne et française.....	10
2.2.3 La réglementation en Nouvelle-Calédonie	13
2.2.4 Valeurs guides et recommandations	14
2.2.5 Valeurs règlementaires et valeurs de référence des COV.....	14
3. Mise en œuvre de la campagne	15
3.1 Les moyens de mesures.....	15
3.1.1 Les échantillonneurs passifs.....	15
3.1.2 Qualité de la mesure.....	16
3.2 Stratégie d'échantillonnage	18
3.2.1 Les périodes de mesures	18
3.2.2 Les sites de mesures	18
3.3 Influence de la météorologie	20
3.3.1 Direction et vitesse des vents	20
3.3.2 Température, pluviométrie, hygrométrie	21
4. Résultats et interprétation.....	22
4.1 Résultats globaux	22
4.1.1 État des lieux de l'étude (toutes campagnes)	22
4.1.2 État des lieux par campagne de mesures.....	26

4.2	Résultats par composés sélectionnés	34
4.2.1	Le toluène.....	35
4.2.2	Le benzène	37
4.2.3	Le m-p-xylène	39
4.2.4	Le o-xylène	41
4.2.5	L'éthylbenzène.....	43
4.2.6	Le n-décane	45
4.2.7	Le n-undécane	46
4.2.8	Le 1,2,4-tri-méthylbenzène	48
4.2.9	Le 2-éthyl-1-hexanol.....	50
4.2.10	Substances particulières	51
4.3	Résultats par site de mesure	52
4.3.1	Site trafic : Gallieni	52
4.3.2	Site urbain : Anse Vata et Faubourg Blanchot.....	53
4.3.3	Site industriel : Rue Newton	54
4.3.4	Site industriel : Baie des Dames, ZI Ducos et Numbo.....	55
4.3.5	Site industriel : Ndu et Tindu.....	56
5.	Conclusions et perspectives	57
6.	Annexes.....	59
7.	Références bibliographiques	67

Liste des figures

Figure 1 : Contribution en COVNM par secteur d'activités en Nouvelle-Calédonie en 2014.....	9
Figure 2 : Description du principe de fonctionnement et d'utilisation des tubes passifs ^{3,9}	15
Figure 3 : Répartition géographique des sites de mesures des COV par échantillonnage passif sur la ville de Nouméa (2015 et 2016).....	19
Figure 4 à 7 : Direction et vitesse des vents rencontrés lors des campagnes de mesures.....	21
Figure 8 : Précipitations et humidité relative recensées lors des campagnes de mesures.....	21
Figure 9 : Proportion des concentrations moyennes totales en COVT.....	22
Figure 10 : Concentrations moyennes totales en COVT par campagne et par typologie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène).....	23
Figure 11 : Concentrations moyennes totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur l'année (4 campagnes).....	24
Figure 12 : Cumuls des concentrations moyennes totales en COVT relevées par site sur l'ensemble de l'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	25
Figure 13 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 1.....	26
Figure 14 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 1.....	26
Figure 15 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur la zone d'étude lors de la campagne 1.....	27
Figure 16 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 2.....	28
Figure 17 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 2.....	28
Figure 18 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur la zone d'étude lors de la campagne 2.....	29
Figure 19 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 3.....	30
Figure 20 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 3.....	31
Figure 21 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur de la zone d'étude lors de la campagne 3.....	31
Figure 22 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 4.....	32
Figure 23 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 4.....	33
Figure 24 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur la zone d'étude lors de la campagne 4.....	33
Figure 25 : Cumul des concentrations moyennes par COV relevées sur la zone d'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	34
Figure 26 : Représentation spatiale des concentrations en toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures.....	35
Figure 27 : Concentration moyenne en toluène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en toluène par typologie (%).....	36

Figure 28 : Représentation spatiale des concentrations en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	37
Figure 29 : Concentration moyenne en benzène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en benzène par typologie (%)	38
Figure 30 : Représentation spatiale des concentrations en m-p-xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	39
Figure 31 : Concentration moyenne en m-p-xylène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en m-p-xylène par typologie (%)	40
Figure 32 : Représentation spatiale des concentrations en o-xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	41
Figure 33 : Concentration moyenne en o-xylène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en o-xylène par typologie (%)	42
Figure 34 : Représentation spatiale des concentrations en éthylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	43
Figure 35 : Concentration moyenne en éthylbenzène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en éthylbenzène par typologie (%).....	44
Figure 36 : Représentation spatiale des concentrations en n-décane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	45
Figure 37 : Concentration moyenne en n-décane par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en n-décane par typologie (%).....	46
Figure 38 : Représentation spatiale des concentrations en n-undécane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	46
Figure 39 : Concentration moyenne en n-undécane par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en n-undécane par typologie (%)	47
Figure 40 : Représentation spatiale des concentrations en 1,2,4-tri-méthylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures.....	48
Figure 41 : Concentration moyenne en 1,2,4-tri-méthylbenzène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en 1,2,4-tri-méthylbenzène par typologie (%)	49
Figure 42 : Représentation spatiale des concentrations en 2-éthyl-1-hexanol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures	50
Figure 43 : Concentration moyenne en 2-éthyl-1-hexanol par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en 2-éthyl-1-hexanol par typologie (%)	51

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs règlementaires et valeurs guide des COV.....	14
Tableau 2 : Période de mesures.....	18
Tableau 3 : Détails des sites de mesures étudiés lors de la campagne COV 2015 et 2016	19
Tableau 4 : Classification de la concentration totale en COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	22
Tableau 5 : Concentrations moyennes totales en COVT mesurée par typologie et par campagne de mesures en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène.....	22
Tableau 6 : Catégorisation des COV.....	25

Liste des sigles et acronymes utilisés

AV	Station de mesures de l'Anse Vata
AASQA	Association Agrée de Surveillance de la Qualité de l'Air
BDD	Rue Baie des Dames
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylène
C	Élément carbone
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
COV	Composés Organiques Volatils
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
COVT	Composés Organiques Volatils Totaux
DASS	Direction des Affaires Sanitaires et Sociales
DC	Ducos Centre
FB	Station de mesures du Faubourg Blanchot
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
KM	Kaméré
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
LGC	Logicoop
MG	Marché gros
NBO	Numbo
NDU	Ndu
PNSE	Plan National Santé Environnement
PCOP	Potentiel de Création d'Ozone Photochimique
RF	Rue Fleming
RN	Rue Newton
RP	Rue Papeete
RV	Rue Varin
SEI et SES	Seuil d'Evaluation Inférieur et Seuil d'Evaluation Supérieur issus de la directive 2008/50/CE.
TN	Tindu
ZC1	Zone commerciale 1
ZC2	Zone commerciale 2
ZD	Zi Ducos
ZI	Zone industrielle
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme par mètre cube
m/s	Mètre par seconde

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 l’absence de réglementation générale locale en matière de qualité de l’air, le dispositif de surveillance de Scal’Air se base sur les réglementations européennes, qui définissent les polluants à surveiller et les seuils de concentration à ne pas dépasser. En Métropole, les Composés Organiques Volatils (COV) font l’objet de suivi de la qualité de l’air, au regard de la problématique environnementale de réduction de l’ozone dans l’atmosphère. Par ailleurs, certains COV sont obligatoirement mesurés en air intérieur depuis 2015.

Dans le cadre des missions de Scal’Air, le Benzène, le Toluène, l’Ethylbenzène, et les Xylènes (BTEX : substances appartenant à la famille des COV) ont fait l’objet de plusieurs campagnes de mesures sur Nouméa, révélant des concentrations importantes, notamment autour des stations-services. Les taux de benzène s’étaient avérés supérieurs à la valeur de l’objectif de qualité.

Par ailleurs, Scal’Air et la Direction des Affaires Sanitaires et Sociales (DASS) ont recensé plusieurs plaintes au sujet d’odeurs caractéristiques à proximité d’écoles dans la zone industrielle de Ducos.

Ces faits ont suscité l’intérêt d’améliorer les connaissances en terme de pollution ambiante et donc à l’élaboration d’une campagne d’étude des COV.

Le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, à travers la direction des affaires sanitaires et sociales (DASS), a exprimé en 2014 sa volonté de mesurer les concentrations en COV sur la zone industrielle de Ducos. L’identification de cette zone se justifie par la cohabitation de populations et d’activités artisanales et industrielles. Contrairement à la Métropole, la présente problématique correspond davantage à un enjeu de santé humaine qu’à une problématique environnementale.

L’étude répondra à un double objectif :

D’une part, l’objectif est de réaliser un état des lieux des polluants de type COV et de leur concentration afin d’appréhender les niveaux d’exposition des populations.

D’autre part, il s’agit de déterminer la pertinence de la mise en place d’un suivi ponctuel ou régulier des concentrations en COV sur la ZI Ducos et/ou à une échelle plus étendue.

Le présent rapport se propose d’exploiter les données de la première étude des Composés Organiques Volatils sur la zone de Ducos, menée par Scal’Air au cours de quatre campagnes de mesures réparties sur une année glissante entre 2015 et 2016.

2. Présentation de l'étude

2.1 Présentation des composés organiques volatils

2.1.1 Définition

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont des substances chimiques qui se retrouvent fréquemment dans l'atmosphère constituant ainsi des polluants de l'air¹ (Les notes sont référencées dans les références bibliographiques en partie 7). Les COV comprennent les substances organiques contenant au moins l'élément carbone, et d'autres atomes pouvant être de l'hydrogène, de l'azote, du soufre, du phosphore ou des halogènes. Ils sont susceptibles de réagir avec les oxydes d'azote (NOx) sous l'effet du rayonnement solaire, et sont des précurseurs d'ozone. Dans des conditions atmosphériques normales, les composés sont sous forme gazeuse ou de vapeur².

La Directive européenne n°1999/13/CE du 11/03/1999 relative à la réduction des émissions de COV dues à l'utilisation des solvants organiques dans certaines activités et installations apporte une définition complémentaire pour définir les COV comme étant tout Composé Organique ayant une pression de vapeur supérieure ou égale à 0,01 kPa à une température de 293,15K.

La Directive européenne n° 2008/50/CE du 21/05/2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe définit les COV comme des « composés organiques provenant de sources anthropiques et biogènes, autres que le méthane, capables de produire des oxydants photochimiques par réaction avec des oxydes d'azote sous l'effet du rayonnement solaire ».

2.1.2 Les différents composés

Globalement, parmi les COV on distingue :

- dans un premier temps le méthane, qui est un Composé Organique Volatil particulier,
- les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) qui sont les plus fréquents
- et les Hydrocarbures Non Méthaniques (HCNM)².

Les COV regroupent plusieurs centaines de composés individuels³ en différentes familles de composés organiques volatils non méthanique²:

- Les alcanes : molécules saturées, abondantes (*e.g.* propane). Conséquences de l'échappement automobile et de l'évaporation des carburants.
- Les alcènes ou oléfines : caractérisés par une double liaison C=C. Liés à des phénomènes de combustion.
- Les diènes (ou dioléfine)s et les terpènes : multiples doubles liaisons C=C.
- Les aromatiques : structure en anneaux à 6 Carbones. Issus de l'échappement des véhicules, combustion, évaporation des carburants et l'utilisation de solvants).
 - Monocycliques : abondants et réactifs (*e.g.* BTEX)
 - Polycycliques : (également nommés HAP)

- Les composés oxygénés :
 - o Aldéhydes
 - o Cétones

Les COV sont également répartis par famille selon les éléments qui les compose⁴ :

- Les solvants
- Les composés chlorés (trichloroéthylène, 1,1,1,-trichloro éthane)
- Les composés azotés
- Les composés soufrés
- Les plastifiants

Le méthane et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ne sont pas mesurés dans cette étude.

2.1.3 Les sources d'émissions des polluants

2.1.3.1 Les sources d'émissions générales

Les COV sont des polluants primaires issus de multiples sources. Le trafic routier (combustion et évaporation), les activités manufacturières (peinture, dégraissage, imprimerie,...), les activités industrielles, tertiaires, et domestiques sont des sources de pollution dans l'air extérieur. Les COV se retrouvent également dans l'air intérieur des locaux (maison, bureau) où sont conservés des produits d'entretien, produits de bricolage, colles, cosmétiques, meubles, etc... La diversité des composants explique la multitude des sources, même au sein d'une famille de composés.

Des sources biogènes (induit par l'activité naturelle des êtres vivants) telles que les forêts émettent également des COV sous forme de terpènes et isoprènes.

2.1.3.2 Les sources d'émissions en Nouvelle-Calédonie

Les émissions annuelles de COV en Nouvelle-Calédonie, identifiées par secteur d'activités par la CITEPA, sont estimées à environ 2 304 tonnes en 2014. Les émissions sont essentiellement issues du secteur résidentiel et tertiaire avec 37%, puis autant en provenance du transport routier que de la transformation d'énergie (22%), 13% de l'industrie manufacturière, 5% issus d'autres transport, et enfin 1% dues à l'agriculture et/ou sylviculture.

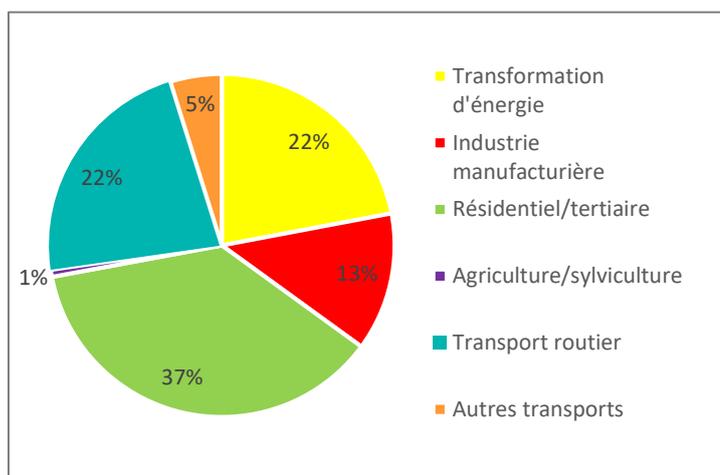


Figure 1 : Contribution en COVNM par secteur d'activités en Nouvelle-Calédonie en 2014

2.1.4 Les effets sur la santé et sur l'environnement

2.1.4.1 Effets sur l'environnement

Les COV exercent un rôle majeur dans les mécanismes de formation de l'ozone de basse altitude (troposphère). Ils sont également précurseurs dans la formation de gaz à effet de serre (polluants photochimiques).

La contribution de chaque COV dans la formation d'ozone dépend de sa nature chimique. Pour chaque COV, un Potentiel de Création d'Ozone Photochimique peut être calculé (PCOP)⁵. Cependant les calculs de ces valeurs sont complexes et varient selon plusieurs critères.

2.1.4.2 Effets sur la santé

Les composés organiques volatils peuvent présenter des risques pour la santé. Les effets varient en raison de la diversité des composés, de leur concentration et de leur mode d'exposition. Leurs effets peuvent être aigus ou chroniques, et affecter des organes différents selon les polluants et les types d'exposition (respiratoire, cutanée, ...).

Les substances peuvent provoquer des irritations oculaires (*i.e.* les aromatiques et oléfines), des irritations des muqueuses (*i.e.* les aldéhydes). D'autres COV peuvent être toxiques, et d'autres encore sont reconnus comme cancérigènes avérés dont le benzène, qui sera par ailleurs étudié dans le présent rapport. À titre d'information, le formaldéhyde est également un COV cancérigène, mais qui ne fait partie de notre présente problématique car il est typiquement mesuré en air intérieur.

Les effets de chaque polluant sont présentés en annexe 1.

2.2 Règlementation

2.2.1 La réglementation internationale

Dans le cadre de la Convention internationale sur la pollution transfrontalière à longue distance (CPATLD), constituant le cadre majeur relatif au contrôle des émissions de COV, et visant à limiter et réduire la pollution atmosphérique, deux protocoles adjoints concernent les COV : le protocole de Genève et le protocole de Göteborg.

2.2.2 Les réglementations européenne et française

La qualité de l'air représente un enjeu aux échelles européenne et nationale.

L'Union européenne a pour objectif de réduire les émissions de polluants dans l'air et d'améliorer la qualité de l'air, de ce fait, elle a mis sur pied plusieurs directives notamment en ce qui concerne :

- Les valeurs limites des émissions de polluants (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement),
- La surveillance de la qualité de l'air,
- Les quantités de solvants contenus dans les produits, les carburants.

La plupart des COV ne bénéficient pas de cadre réglementaire direct en terme de surveillance de la qualité de l'air, à l'exception du benzène. En revanche, il existe des valeurs guides et des recommandations concernant certains COV, ainsi que des réglementations encadrant les émissions de polluants, le stockage et la distribution de l'essence, l'utilisation de solvants organiques dans des produits (vernis, peintures, ...), et l'hygiène professionnelle.

2.2.2.1 À l'échelle européenne

➤ Qualité de l'air ambiant

La **Directive européenne 2008/50/CE** du Parlement Européen et du Conseil du 21 mai 2008 relative à la **qualité de l'air ambiant et à un air pur pour l'Europe** constitue le socle réglementaire en matière d'émissions des polluants connus (SO₂, NO₂, PM...) et de la surveillance de la qualité de l'air. L'application de cette directive a abrogé un certain nombre de directives.

À l'heure actuelle, le benzène est le seul COV réglementé dans le cadre de la surveillance de l'air. Le benzène est considéré dans plusieurs directives (Directive 96/62/CE, Directive 2000/69/CE) qui ont été intégrées dans la **directive 2008/50/CE**, et dispose donc d'une valeur limite et d'un objectif de qualité à respecter dans l'air ambiant.

Pour le benzène, la valeur limite est établie à 5 µg/m³ en moyenne annuelle (année civile) depuis le 1er janvier 2010.

Pour autant, la **directive 2008/50/CE** n'établit pas de cadre réglementaire direct en ce qui concerne les autres composés organiques volatils mais prend des dispositions indirectes. En Métropole, les COV sont mesurés dans l'air ambiant de manière continue essentiellement pour répondre à la problématique de la formation de l'ozone.

En effet, cette directive stipule que les États membres doivent assurer une surveillance des principaux précurseurs d'ozone. Or, les COV étant des précurseurs de l'ozone, une liste des 31 COV précurseurs pour lesquels il est recommandé de réaliser des mesures est définie dans l'annexe X de la directive de 2008. Neuf des précurseurs inscrits sur cette liste ont été relevés au cours de la présente étude.

➤ Autres cadres de réglementation

Il existe des normes réglementaires encadrant les émissions de COV par les industriels (ce qui est directement rejeté) afin de réduire les rejets de polluants de type COV par ces acteurs. Les COV disposent également de réglementation en vigueur en termes de santé et de sécurité professionnelle.⁶

2.2.2.2 À l'échelle nationale

À l'heure actuelle, les COV sont des substances préoccupantes et de plus en plus encadrées en termes de qualité de l'air ambiant ainsi que de l'air intérieur.

➤ **Air ambiant**

En métropole, c'est la **loi LAURE** (loi sur L'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie), du 30 décembre 1996 (n°96-1236), intégrée au **code de l'environnement** (livre II, titre III, Section 1), ainsi que ses arrêtés et circulaires d'application, qui est le principal texte réglementaire encadrant la surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Les critères nationaux de qualité de l'air résultent principalement des décrets suivants.

La transposition de la directive 2008/50/CE en droit français est formalisée par le **décret n°2010-1250** et l'**arrêté du 19/04/2017**.

L'**arrêté du 19 avril 2017** relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant, fixe les missions confiées, prévues dans le code de l'environnement, par l'Etat à ces dispositifs (AASQA, LCSQA, PREV'AIR), notamment la surveillance des COV précurseurs d'ozone et le benzène. Autrement dit, le texte oblige à suivre les COV dans l'air ambiant.

Le **décret n° 2010-1250** rappelle la valeur limite pour la santé humaine de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et fixe l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle civile concernant le benzène, qui n'est toutefois pas dans la directive 2008/50/CE.

Le **décret n°2003-1085**, portant transposition de la directive 2002/3/CE, relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites pour l'ozone, identifie les COV précurseurs d'ozone à surveiller.

Le **décret n°2002-213** transposant les directives 1999/30/CE et 2000/69/CE, est relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites. Ce décret rappelle les valeurs de référence pour le benzène et l'ozone.

L'**arrêté du 2 février 1998**, relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, ainsi que les émissions des installations classées pour la protection de l'environnement, est paru en France avant les réglementations européennes d'émissions de COV. Il a posé la définition des COV, a prescrit des valeurs limites d'émission des COV selon les activités exercées, a imposé la mise en œuvre de plan de gestion des solvants afin que les émissions des installations soient évaluées et comparées aux valeurs limites.⁷

2.2.3 La réglementation en Nouvelle-Calédonie

➤ **La réglementation concernant l'air ambiant**

Les réglementations citées ci-dessus ne sont pas directement applicables en Nouvelle-Calédonie. Jusqu'en début 2017, il n'existait pas de réglementation locale en vigueur sur la qualité de l'air ambiant en Nouvelle-Calédonie.

Le Congrès de la Nouvelle-Calédonie a adopté la **délibération n°219 du 11 janvier 2017** relative à l'amélioration de la qualité de l'air ambiant qui prévoit la réalisation d'arrêtés réglementaires qui serviront notamment de socle à la définition de valeurs sanitaires de référence. Actuellement, les arrêtés d'application ne sont pas encore publiés.

Seules les réglementations provinciales des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), concernant les industries, fixent des prescriptions applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels, notamment la Société Le Nickel - SLN sur la zone de Nouméa.

L'**arrêté n°11387-2009/ARR/DIMENC**, autorisant la Société Le Nickel - SLN à poursuivre l'exploitation de son usine de traitement de minerai de nickel de Doniambo sur le territoire de Nouméa, énonce les substances soumises à déclaration annuelle des émissions polluantes dans l'air, à savoir les COV(NM) globaux ainsi que d'autres substances appartenant aux COV (*i.e.* benzène, HAP). Les valeurs limites d'émissions de COV par les cheminées de la SLN sont également fixées par cet arrêté.

À noter que l'**arrêté n°2009-4401/GNC** du 29 septembre 2009 relatif aux caractéristiques de l'essence importée pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie limite la part de benzène à 1% en volume dans les carburants. Cette valeur est également la norme en vigueur dans la réglementation européenne depuis l'an 2000. Selon les données fournies par les sociétés importatrices de produits pétroliers, les taux de benzène dans l'essence variaient majoritairement de 1 à 2% entre 2007 et 2009. Entre 2011 et 2012, les taux de benzène variaient en moyenne de 0.3 à 0.7%.

➤ **La réglementation applicable aux établissements de stockage et de distribution de carburant**

En province Sud, il existe la délibération n° 240-2011/BAPS/DIMENC du 1er juin 2011 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) fixant les prescriptions générales applicables aux installations sous la rubrique n° 1434 (installations de remplissage ou de distribution de liquides inflammables) qui encadre depuis 2011 le captage des émissions de COV au niveau de la distribution de liquides inflammables. La délibération prescrit une série de mesures visant à réduire le dégagement des vapeurs d'essences dans l'air ambiant.

Pour information, des délibérations similaires existent en province Nord depuis 2012 et en province des Iles depuis 2013.

2.2.4 Valeurs guides et recommandations

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini « Les lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air » visant à fournir des conseils pour réduire les effets de la pollution de l'air. Il s'agit de valeurs guides concernant la qualité de l'air extérieur et intérieur.

Les valeurs guides représentent des concentrations de polluants dans l'air pour lesquelles la santé humaine n'est pas remise en cause. Toutefois, ces valeurs ne sont pas réglementairement opposables.

Sept composés organiques volatils étudiés dans la présente étude disposent de valeur guide de l'OMS, à savoir le benzène, le trichloroéthylène, le styrène, le tétrachloroéthylène, le toluène, les xylène et l'éthylbenzène. Erreur ! Signet non défini.

L'OMS catégorise les polluants selon leurs effets : les polluants classiques (*i.e.* SO₂, NO₂, ...), les polluants non cancérogènes (styrène, tétrachloroéthylène, toluène), et les polluants cancérogènes (benzène, trichloroéthylène, HAP). Pour ces derniers, il n'existe pas de seuil de concentrations pour caractériser la qualité de l'air (*i.e.* intérieur). En d'autres termes, quelle que soit la concentration de ces polluants, cela induit un risque potentiel pour la santé.

Il n'est pas simple de se situer en terme de concentration de COV totaux car il n'existe pas de valeur de référence pour les COV totaux ni en air ambiant ni en air intérieur en France. À titre indicatif, l'AFSSET préconise de ne pas dépasser 1 000 µg/m³ de COVT en air intérieur sur 28 jours.⁸ Pour autant, cette valeur (1 000 µg/m³) est représentative des concentrations communément observées dans les habitations.⁹

2.2.5 Valeurs réglementaires et valeurs de référence des COV

Tableau 1 : Valeurs réglementaires et valeurs guide des COV

Substance - cancérogène* - non cancérogène** - non classée	Directive 2008/50/CE	OMS	Directive 2001/81/CE		Valeurs guide de l'OMS pour l'air ambiant (µg/m ³)			
	Valeur limite annuelle (civile) (µg/m ³)	Objectif annuel de qualité de l'air (µg/m ³)	Plafond d'émission National (kilotonnes)	Plafond d'émission France (kilotonnes)	30 minutes	24 heures	Semaine	Année
Benzène*	5	2	-	-	-	1	-	-
Trichloro-éthylène*	-	-	-	-	-	1	-	-
Styrène**	-	-	-	-	-	-	260	-
Tétrachloro-éthylène**	-	-	-	-	-	-	-	250
Toluène**	-	-	-	-	1000	-	260	-
Xylène	-	-	-	-	-	4800	-	-
Ethylbenzène	-	-	-	-	-	-	-	22000
COV totaux	-	-	7675	1050	1000 (air intérieur)			

3. Mise en œuvre de la campagne

3.1 Les moyens de mesures

3.1.1 Les échantillonneurs passifs

L'association Scal'Air utilise des échantillonneurs (tubes) passifs développés par le laboratoire Italien *Radiello*. cette méthode est fréquente en France pour la surveillance de la qualité de l'air.

Cette technique d'échantillonnage a été retenue pour un certain nombre d'avantages :

- Simplicité de mise en œuvre (autonomie de fonctionnement, aucun calibrage nécessaire sur le terrain)
- Faible coût
- Facilité de transport
- Fiabilité

Les tubes passifs permettent donc d'échantillonner simultanément un grand nombre de sites, et de réaliser plusieurs campagnes de mesures de manière simple et peu onéreuse. De plus, cette technique offre la possibilité de prospecter la présence de nombreux composés organiques volatils et leurs niveaux de concentration avec la perspective de les comparer aux valeurs sanitaires de référence. L'obtention de mesures indicatives permettra d'établir des cartographies des concentrations de polluants contenus dans l'air sur une zone définie.

Les échantillonneurs se présentent sous la forme de tubes cylindriques à l'intérieur desquels se trouve le support adsorbant contenant le réactif chimique. Le tube est fixé à un support triangulaire, lui-même fixé à l'intérieur d'un abri (figure 2). L'abri s'accroche sur un élément du site (lampadaire, poteau, tronc d'arbre) à environ 2,5 mètres de hauteur.



Figure 2 : Description du principe de fonctionnement et d'utilisation des tubes passifs ³. Erreur ! Signet non défini.

La mesure d'un polluant par échantillonnage passif est basée sur le principe de diffusion passive de molécules (*i.e.* COV) à travers une couche d'air délimitée par un tube jusqu'à un support adsorbant contenant le réactif chimique. Dans le cadre de cette étude, les COV sont étudiés à l'aide des cartouches adsorbantes ayant le code 145.

La quantité de molécules piégées sur l'adsorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant. Les supports adsorbants sont ensuite analysés en laboratoire (désorption thermique puis

analysés par chromatographie gazeuse capillaire) et donnent une concentration relative à la période d'exposition (valeurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.1.2 Qualité de la mesure

La présente étude sur les COV est la première de ce type réalisée par Scal'Air. L'absence de données préalables de concentrations ambiantes sur les COV couvrant cette zone d'étude, et l'absence de mesures en continu de ces polluants ne permettent pas d'établir une analyse comparative. Par contre, plusieurs éléments ont été mis en place pour réduire les erreurs explicitées ci-dessous (*i.e.* tubes blancs, doublons, ...).

Comme décrit précédemment, Scal'Air a mené des campagnes de mesures des BTEX ponctuellement entre 2007 et 2012 sur la zone de Nouméa. Les BTEX sont des substances relevées dans la présente étude. Bien que les modalités d'échantillonnage ne corrélaient pas exactement (*i.e.* 2 semaines d'étude pour les BTEX, contre 1 semaine pour les COV, fournisseur différent : PASSAM AG), ces valeurs feront office de valeurs de comparaison à titre indicatif.

3.1.2.1 Les sources d'incertitudes de mesure

De nombreux facteurs sont sources d'incertitudes et/ou d'erreurs de mesure :

- Fabrication du produit,
- Modalités de transport et de conservation des tubes,
- Conditions extérieures (température, hygrométrie, vent...),
- Phénomènes contextuels (insectes, introduction d'eau, feu à proximité...),
- Méthode d'analyse des tubes,
- Méthode de calcul des résultats (débit d'échantillonnage, conditions ambiantes...),
- Méthode de désorption.

Pour information, l'incertitude est généralement élevée pour les polluants fortement dépendants des modes opératoires, soit estimée à 45% pour les COVNM en 2011.¹⁰ Dans notre cas, l'incertitude de mesure varie de 8% à 32% selon les composés¹¹.

3.1.2.2 Les précautions pour limiter les incertitudes

Des précautions ont été prises afin de limiter les incertitudes et les erreurs de mesure :

- Le conditionnement des tubes (pièce climatisée / réfrigérateur),
- Le transport dans des compartiments thermiquement isolés et protégeant de la chaleur,
- Respect des modes d'installation et de récupération des tubes préconisés,
- L'utilisation de duplicatas : pour chaque site de mesure.

3.1.2.3 Duplicatas de tubes passifs

Afin de limiter les biais liés au dispositif de mesure, chaque site a fait l'objet de **doublons** : 2 échantillonneurs identiques ont été installés sur chaque site, au cours des 4 campagnes.

Les concentrations par polluant sont fournies par le laboratoire d'analyse **Fondazione Salvatore Maugeri, certifié ISO 9001 par Bureau Veritas**. Les résultats sont ensuite calculés pour chaque

point de mesure et pour chaque polluant, en faisant la **moyenne des deux concentrations mesurées** (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour un site de mesure.

Les boxplot en annexe 2 présentent la variabilité de mesures, entre les doublons sur chaque site et chaque campagne.

Globalement, les boxplot montrent des variabilités très faibles entre les doublons pour la plupart des COV. En d'autres termes, les valeurs enregistrées par les deux tubes placés sur chaque site sont très proches l'une de l'autre, les résultats sont donc fiables.

Dans certains cas, les écarts entre les doublons étaient plus importants, notamment lors de la campagne 4 et exclusivement sur le « Site Newton ».

Cela concerne les BTEX, soit le benzène, le o-xylène, le toluène et le m-p-xylène ont respectivement des écarts maximums de $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $48.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre les tubes. Le m-p-xylène présente la plus grande variabilité. Le toluène présente une variabilité significative sur les campagnes 2 et 4, respectivement de 20.6 et $26.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur « Gallieni » et « Newton ».

Malgré ces écarts, les résultats sont cohérents. Les résultats de la campagne 4 seront modérés en raison de la variabilité entre les doublons et les données des tubes blancs (voir ci-dessous).

3.1.2.4 Analyse des tubes passifs « blancs »

Afin de vérifier que les échantillonneurs passifs n'ont pas été contaminés, des tubes « blancs » sont mesurés en laboratoire et sur le terrain, donnant une valeur pour chaque polluant.

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

Bien que tous les moyens soient mis en œuvre pour garantir la fiabilité des résultats, les méthodes d'échantillonnage présentent des limites :

- Chaque polluant possède une limite de détection, représentant la concentration en-deçà de laquelle le polluant n'est pas détectable dans l'air.
- Par ailleurs, il y a également des contraintes métrologiques, à savoir que d'une manière générale, les tubes passifs imposent un seuil de quantification de $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cela signifie que les concentrations dans l'air ambiant inférieures à cette valeur ne sont pas mesurables.

Les tubes blancs doivent exprimer des valeurs en-dessous de ces limites de quantification pour confirmer que la contamination est nulle ou faible.

Dans le cadre de notre étude, les concentrations en polluant se sont révélées être au-delà de ces seuils (*i.e.* toluène/campagne 4). Ces défauts de mesures seront détaillés et discutés plus tard dans l'analyse des résultats de la campagne 4 (4.1.2.4) et dans l'analyse du toluène (4.2.1).

Nous émettons certaines hypothèses susceptibles d'expliquer ces valeurs :

- Les tubes ont été contaminés lors de la conservation en raison d'un temps de latence supérieur aux autres campagnes.
- Une désorption incomplète par le laboratoire d'analyse. En effet, certains laboratoires ne vérifient pas les tubes après la décontamination pour garantir l'absence de résidus de polluants dans l'adsorbant.
- Un problème d'analyse des résultats.

3.2 Stratégie d'échantillonnage

3.2.1 Les périodes de mesures

Au vu des recommandations du fournisseur de tubes *Radiello*, les tubes passifs ont été exposés durant 7 jours au cours de 4 campagnes de mesures réalisées sur une année comptable (2015 et 2016). Les dates des campagnes sont les suivantes :

Tableau 2 : Période de mesures

Campagne	Année	Période de mesures	Saison
1	2015	24 juin au 01 juillet	fraîche
2	2015	23 au 30 septembre	fraîche
3	2015	15 au 23 décembre	chaude
4	2016	23 au 30 mars	chaude

3.2.2 Les sites de mesures

Le diagnostic des COV fait suite à la volonté du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (*i.e.* DASS), de mesurer les niveaux d'exposition des populations aux polluants dans la zone de Ducos. Cette zone, étant le siège d'activités industrielles et artisanales, est certainement la plus exposée aux COV sur Nouméa, et rendra compte des scénarios potentiellement les plus préoccupants.

Les sites de mesures ont été sélectionnés en concertation avec Scal'Air et la DASS, de façon à être spatialement représentatifs, en ciblant prioritairement les abords immédiats des zones fréquentées (lieux de résidence, établissement recevant du public).

Au total, **18 sites de mesures** ont été définis et conservés au cours des 4 campagnes de l'étude :

- **15 sites répartis sur la presqu'île de Ducos.**
- **3 sites implantés hors de la zone de Ducos** à titre comparatif ou de témoin :
 - rue **Gallieni**
 - station de mesure fixe du **Faubourg Blanchot**
 - station de mesure fixe de **l'Anse Vata**.

Chaque site correspond à une typologie : **Urbaine**, **Trafic** ou **Industrielle**. Ducos étant majoritairement une zone industrielle, de fait, l'ensemble des sites localisés dans ce secteur ont été classés en typologie industrielle.

Le site de Tindu ne dispose pas de données pour la campagne 4 en raison d'une brisure des tubes.

La figure 3 et le tableau 3 présentent les sites de mesures.



Figure 3 : Répartition géographique des sites de mesures des COV par échantillonnage passif sur la ville de Nouméa (2015 et 2016)

Tableau 3 : Détails des sites de mesures étudiés lors de la campagne COV 2015 et 2016

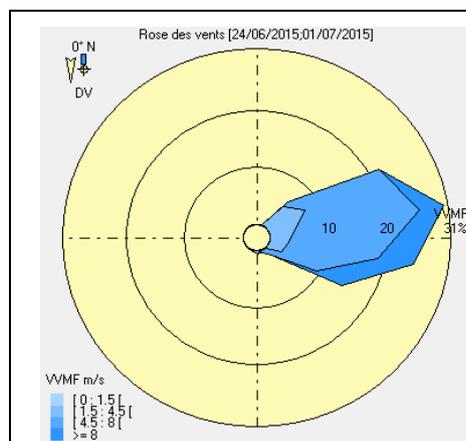
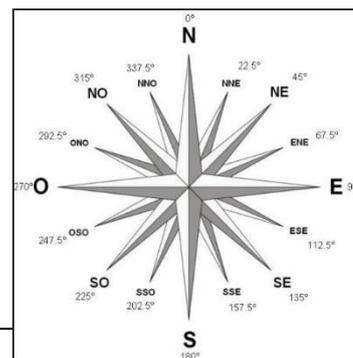
N° du site	Typologie du site	Nom pour l'étude	Nom abrégés
1	Urbaine	Anse Vata	Anse Vata
2	Urbaine	Faubourg Blanchot	Faubourg Blanchot
3	Trafic	Gallieni	Gallieni
4	Industrielle	Marché gros	MG
5	Industrielle	Zone commerciale 2	ZC2
6	Industrielle	Zone commerciale 1	ZC1
7	Industrielle	Rue Fleming	RF
8	Industrielle	Ducos centre	DC
9	Industrielle	Zi Ducos	ZD
10	Industrielle	Rue Newton	RN
11	Industrielle	Rue Baie des Dames	BDD
12	Industrielle	Logicoop	LGC
13	Industrielle	Rue Varin	RV
14	Industrielle	Kaméré	KM
15	Industrielle	Tindu	TN
16	Industrielle	Ndu	NDU
17	Industrielle	Numbo	NBO
18	Industrielle	Rue Papeete	RP

3.3 Influence de la météorologie

Les paramètres météorologiques susceptibles d'avoir une influence sur la concentration en polluants en un site donné sont avant tout la **direction** et la **vitesse du vent**, les **précipitations éventuelles**, la **température de l'air** et l'**hygrométrie**. Les conditions météorologiques sont mesurées par Météo France sur la station de Nouméa.

Les figures 4 à 7 suivantes présentent les conditions météorologiques rencontrées lors des 4 campagnes de mesures de COV sur 2015 et 2016.

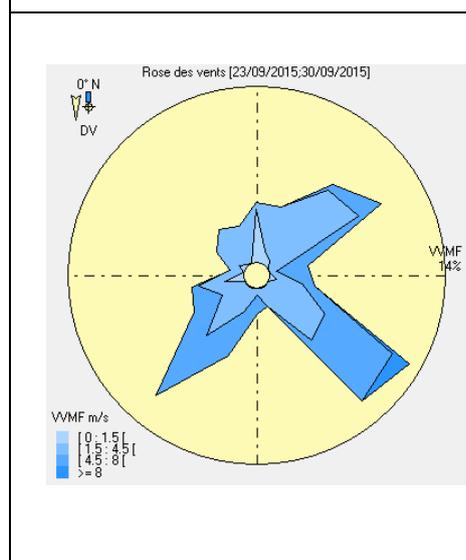
3.3.1 Direction et vitesse des vents



Campagne 1 : 24 juin – 01 juillet 2015

Les vents étaient exclusivement orientés du côté est, soit 97% provenant du secteur ENE à SE (50 - 130°).

Au cours de cette période, les vents étaient majoritairement moyens (62% ; 4.5 à 8 m/s). Des vents faibles à forts ont toutefois été ressentis (respectivement 22% et 16%).



Campagne 2 : 23 – 30 septembre 2015

Les vents étaient de secteurs variables, provenant des secteurs du nord à l'ouest. On note trois principales origines. ¼ des vents observés étaient de secteur ESE à SSE (110-150°) généralement faibles à forts. 11.5% des vents étaient moyens de secteur S à SO. 10.4% des vents provenaient du secteur ENE (50-70°).

Plus de la moitié (65%) des vents étaient de faible amplitude sur cette période de mesure, et l'autre partie des vents étaient moyens dépassant rarement les 8 m/s. Cette période de mesure était la moins ventilée.

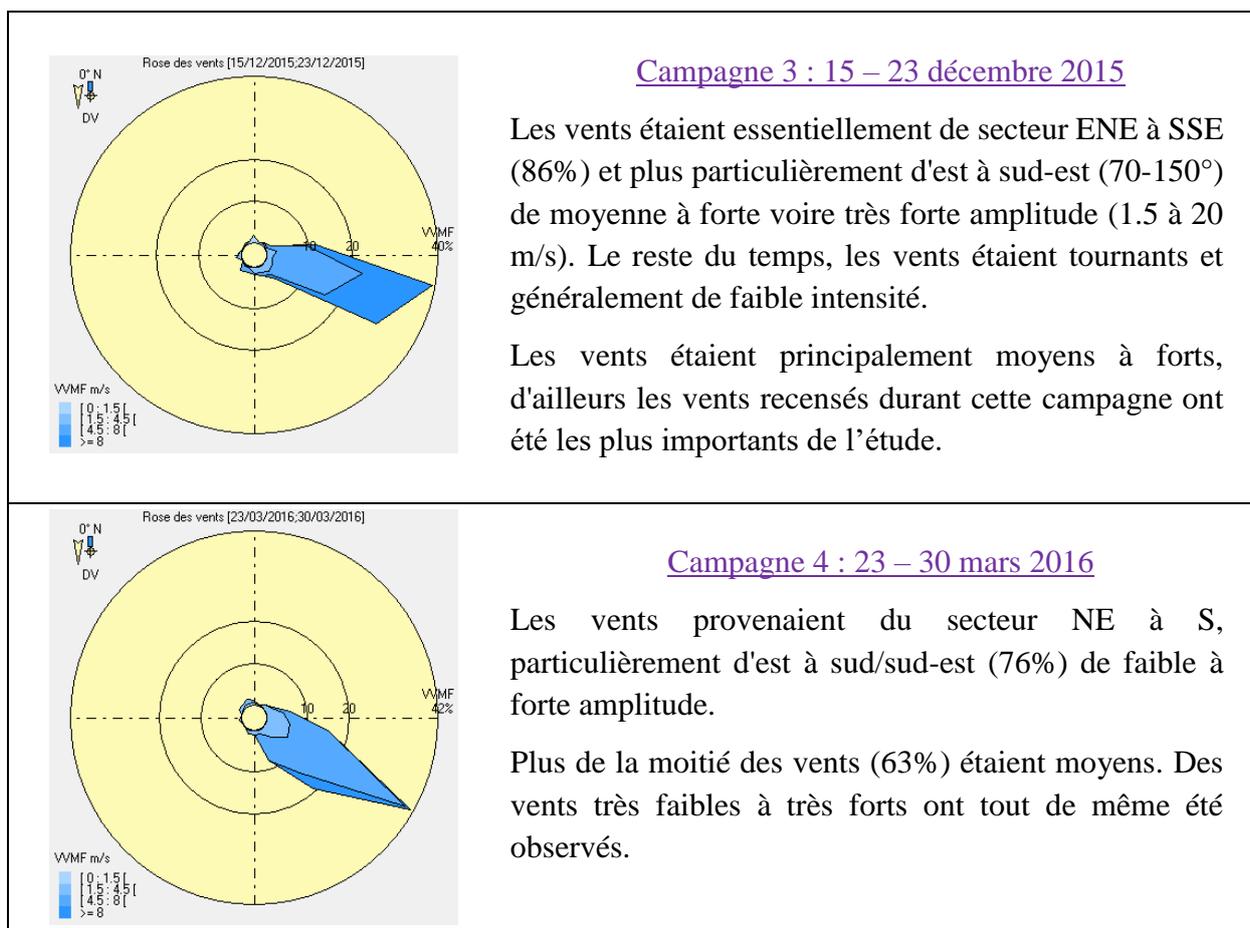


Figure 4 à 7 : Direction et vitesse des vents rencontrés lors des campagnes de mesures

3.3.2 Température, pluviométrie, hygrométrie

Au cours des trois premières campagnes de mesures des COV (24 juin - 01 juillet 2015 ; 23 – 30 septembre 2015 et 15 – 23 décembre 2015), les précipitations ont été relativement faibles avec respectivement 1.1 mm, 0.5 mm et 0.8 mm de pluie en moyenne sur la semaine d'échantillonnage. En revanche, au cours de la dernière campagne de mesures (23 – 30 mars 2016), le niveau de précipitations était plus élevé avec 7.5 mm en moyenne sur la semaine. La température et l'hygrométrie moyennes étaient plus élevées en cette période.

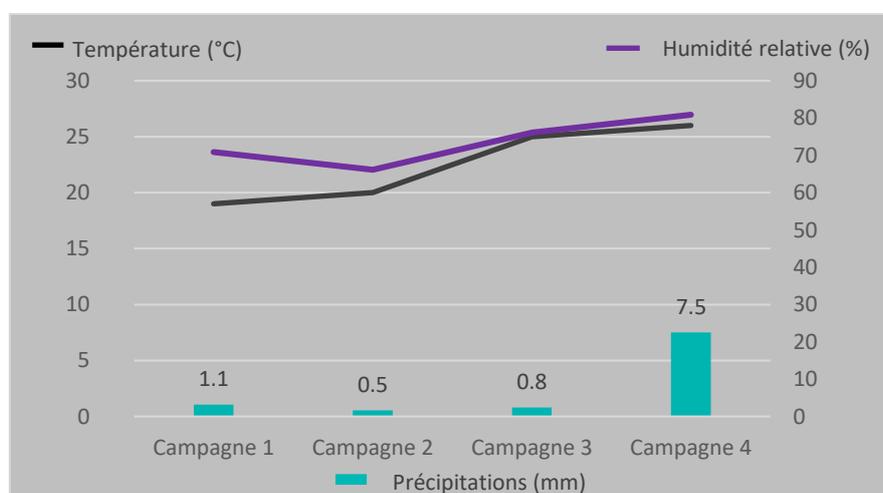


Figure 8 : Précipitations et humidité relative recensées lors des campagnes de mesures

4. Résultats et interprétation

4.1 Résultats globaux

L'évaluation des niveaux de pollution atmosphérique par les COV portera sur des niveaux moyens et non pas sur des niveaux maximums.

Les données brutes sont des valeurs moyennes par site et par polluant représentatives de chaque période d'échantillonnage. Au vu du nombre conséquent de données, les COV seront dans un premier temps analysés de manière globale puis de manière individuelle pour les COV retenus. Les sites particuliers seront également présentés.

L'analyse globale se base sur le calcul de la concentration totale en COV exprimée en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en équivalent toluène. Afin d'obtenir une concentration des COV totaux (COVT), chacune des concentrations de COV est corrigée par le rapport entre la masse molaire du toluène et la masse molaire du COV considéré, puis sommées pour chaque site et par campagne. La correction est fonction du toluène car ce composé est le plus représentatif de l'étude.

La quantification de l'impact spécifique de chaque COV se base quant à elle sur des concentrations moyennes exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour chaque site de mesures.

Par COV totaux (COVT), nous faisons référence à la totalité des 33 COV étudiés dans la présente étude et non pas à la totalité des COV existant dans l'air, qui comprend environ 300-400 composés, comme l'entend la réglementation.

4.1.1 État des lieux de l'étude (toutes campagnes)

Les représentations cartographiques et les analyses de données par campagne de mesures se réfèrent à une classification de la concentration totale en COVT. Une échelle de couleurs a été définie pour visualiser les différentes gammes de concentrations d'un point de vue cartographique:

➤ Typologie

Tableau 5 : Concentrations moyennes totales en COVT mesurée par typologie et par campagne de mesures en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène

	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
Urbaine	9.0	12.9	5.1	13.4	10.1
Trafic	15.4	24.7	8.4	19.1	16.9
Industrielle	14.7	15.3	6.6	23.2	14.9

Tableau 4 : Classification de la concentration totale en COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

0.00 – 13.00
13.00 – 16.00
16.00 – 20.00
20.00 – 30.00
30.00 – 90.00

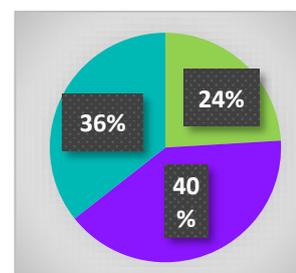


Figure 9 : Proportion des concentrations moyennes totales en COVT par typologie (%)

La quantité de polluants (COV) dépend en partie de la typologie du site. En zone « trafic », les concentrations en COVT sont essentiellement supérieures à celles mesurées en zone « urbaine » et « industrielle » (figure 10). En terme de proportions (figure 9), les quantités de COVT en milieux trafic et industriel sont relativement similaires.

➤ **Saison**

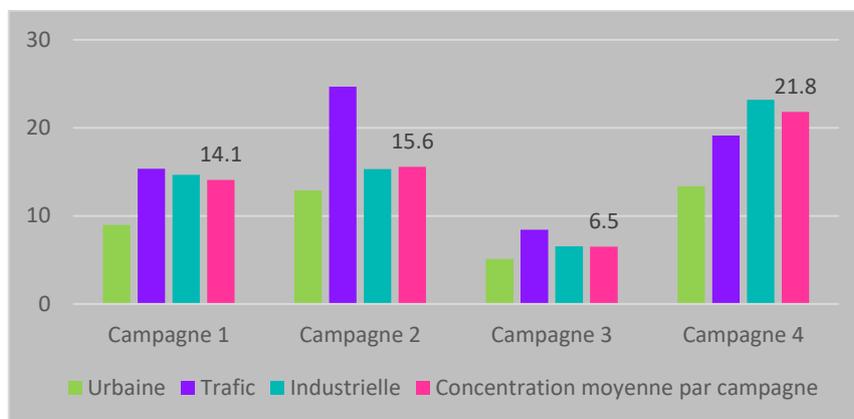


Figure 10 : Concentrations moyennes totales en COVT par campagne et par typologie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène)

Globalement, on note des **disparités saisonnières** (figure 10).

- Les campagnes 1 et 2 (période fraîche : juin et septembre 2015) présentent des niveaux intermédiaires de concentration moyenne en COVT, respectivement 14.1 et 15.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène.

Les conditions météorologiques n'étaient pas similaires durant ces périodes mais ne semblent pas avoir influencés significativement la quantité de COVT mesurée, excepté en site trafic où l'on distingue une concentration supérieure durant la campagne 2 vis-à-vis de la première. Les vents variables et généralement faibles ressentis en septembre (campagne 2) ont probablement eu des difficultés à balayer les COV ambiants en zone de trafic, d'autant plus vrai en sachant l'architecture de type « canyon » de la rue Gallieni.

- En moyenne, la valeur de polluants totaux obtenue lors de la campagne 3 (période chaude : décembre 2015) est faible ($m = 6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport aux autres campagnes, sur l'ensemble de la zone d'étude.

Les vents de cette période ont été les plus intenses de l'étude, et expliquent potentiellement l'infériorité des taux de polluants mesurés et cela quelle que soit la typologie de site. Par ailleurs, la période de vacances scolaires peut également expliquer cette réduction de pollution ambiante.

- Les concentrations moyennes de COVT sont plus importantes durant la campagne 4 (période chaude : mars 2016).

Les conditions météorologiques de cette période ont été différentes. Les précipitations, l'humidité relative et la température moyennes étaient plus élevées qu'au cours des trois autres campagnes de mesures. Les vents en revanche provenaient de la même direction que ceux rencontrés en décembre (campagne 3) mais plus faibles. Cela confirme l'influence de l'intensité des vents sur le taux de COV contenus dans l'air ambiant.

➤ **Site**

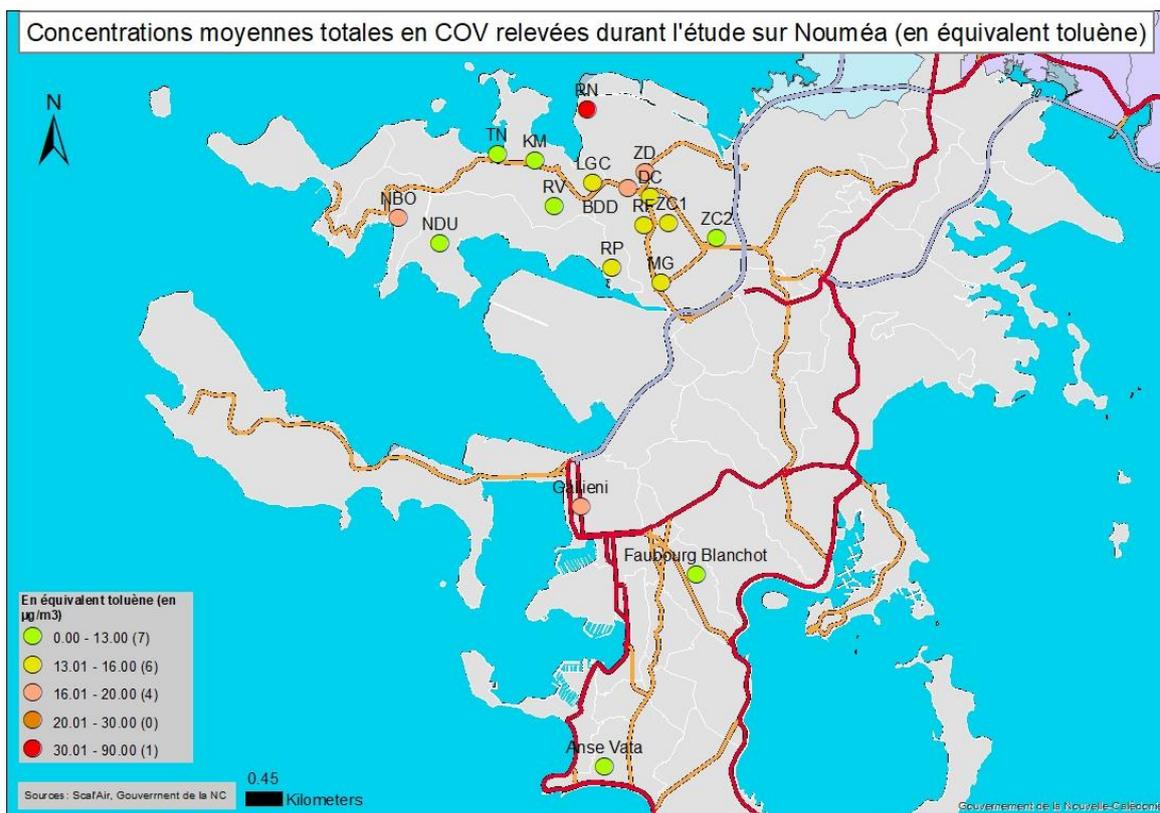


Figure 11 : Concentrations moyennes totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur l'année (4 campagnes)

La carte ci-dessus révèle dans l'ensemble une hétérogénéité dans les concentrations moyennes de polluants totaux à l'échelle annuelle, allant de 9.48 à 30.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène.

Aucune réglementation ne fixe de valeur limite pour les COV totaux dans l'air ambiant. Pour autant, l'Organisation Mondiale de la Santé estime que les concentrations en COVT en air intérieur ne doivent pas dépasser 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **Les valeurs de la totalité des COV mesurées dans le cadre de la présente étude sont largement inférieures à l'estimation de l'OMS.**

Les concentrations de polluants (COVT) enregistrées dans la zone industrielle de Ducos ne sont pas exclusivement supérieures aux concentrations mesurées en zone témoin (Gallieni, Faubourg blanchot, Anse Vata) à l'échelle de l'étude (figure 11). **Dans la zone de Ducos, les niveaux de concentration des polluants varient d'un site à l'autre (figure 11).**

Au centre de Ducos, on remarque deux niveaux de concentrations : jaune et beige. Les sites BDD et ZD de couleur beige présentent des concentrations similaires au site témoin de type trafic situé à Gallieni. On remarque également une agrégation de site de couleur jaune ayant des concentrations intermédiaires par rapport aux sites témoins « trafic » et « urbain » (13 à 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène). Globalement dans cette zone, les polluants sont les mêmes et dans des ordres de grandeurs proches. Les sources d'émissions de COV sont certainement plus nombreuses au centre de la ZI de Ducos.

En périphérie du centre de Ducos, des sites (5) ont des concentrations plus faibles, en vert, du même ordre de grandeur que les sites urbains.

Seul, le site de la Rue Newton (30.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), situé au nord du périmètre, a une concentration moyenne totale en COVT plus élevée que l'ensemble des autres sites (>30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

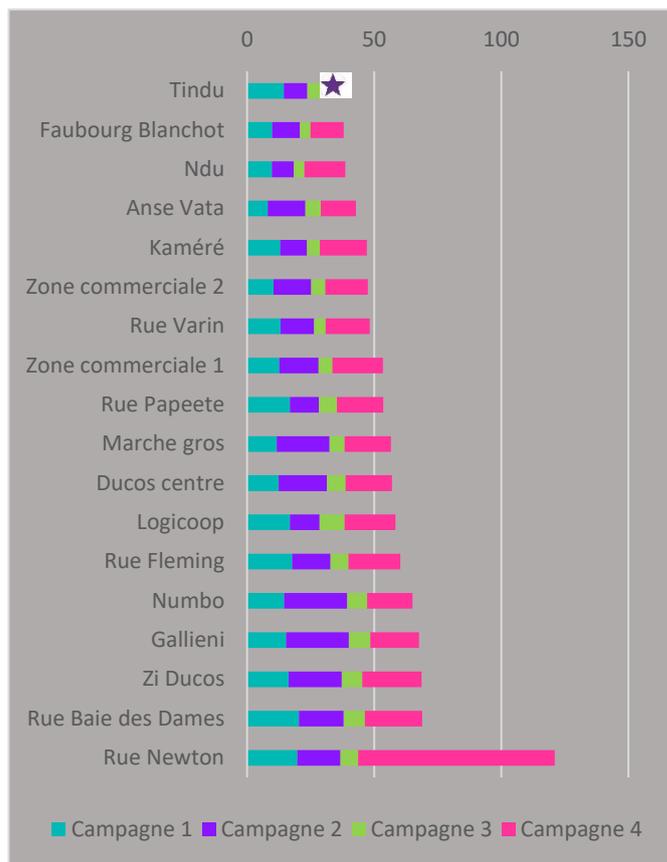


Figure 12 : Cumuls des concentrations moyennes totales en COVT relevées par site sur l'ensemble de l'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La figure 12 confirme l'exposition plus importante du site « Rue Newton », particulièrement lors de la campagne 4. Cette figure sert également de référence quant à la sélection des sites qui seront étudiés dans la suite du rapport :

- Les sites de typologie urbaine : **Anse Vata et Faubourg Blanchot**
- Le site de typologie trafic : **Gallieni**
- Les sites de typologie industrielle les moins exposés : **Ndu, Tindu.**
- Les sites de typologie industrielle les plus exposés : **Rue Newton, Rue Baie des Dames, Zi Ducos, Numbo**

➤ Polluant

Rappelons que 33 COV ont été sélectionnés pour être analysés.

Parmi eux, 8 n'ont pas été relevés dans l'air ambiant de la zone d'étude toutes campagnes confondues. Ces derniers figureront uniquement dans l'analyse générale.

Parmi les 33 COV, 9 sont inscrits sur la liste des COV précurseurs de l'ozone, autrement dit ils sont suivis par certaines AASQA en Métropole. D'ailleurs, ces substances sont également parmi les COV pour lesquels on a relevé les plus fortes concentrations dans cette étude. Le toluène s'impose dans chaque campagne, et se trouve communément sur l'ensemble de la zone d'étude.

Tableau 6 : Catégorisation des COV

	COV en dessous des seuils de détection au cours de l'étude	COV relevés étant inscrits sur la liste des 31 COV précurseurs d'ozone
1	1,1,1-trichloro-éthane	1,2,4-triméthyl-benzène
2	1,4-dichloro-benzène	Benzène
3	2-méthoxy-éthanol	Éthylbenzène
4	2-méthoxy-éthyl-acétate	m- + p-xylène
5	Diméthyl-disulfure	n-heptane
6	Ethyl-terbutyl-éther	n-hexane
7	Isopropyl-acétate	n-octane
8	Trichloro-éthylène	o-xylène
9	-	Toluène

4.1.2 État des lieux par campagne de mesures

Pour la quantification de l'impact global des COV, les concentrations de chaque COV sont converties en équivalent toluène puis sommées par sites et par campagnes. Ainsi, les cartes représentent les concentrations totales en COVT enregistrées au cours de chaque campagne. Pour rappel, dans le cadre de nos analyses, nous désignons par le terme « COVT » la totalité des 33 COV analysés dans notre étude. Les données brutes sont présentées en annexe 3 à 6.

4.1.2.1 CAMPAGNE 1 (Juin 2015)

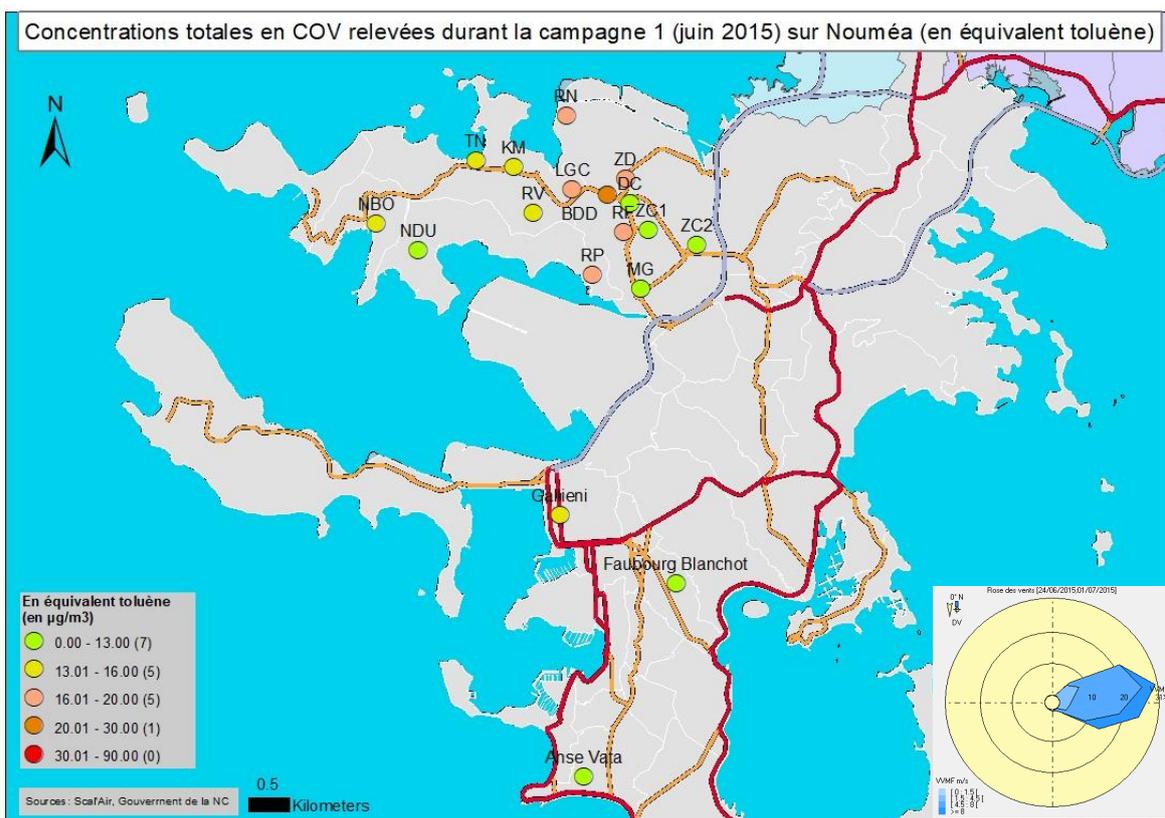


Figure 13 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 1

La campagne 1 s'est déroulée en période « froide » du 24 juin au 01 juillet 2015. Dans l'ensemble, les concentrations de COVT sont de niveaux vert à orange allant de 8.08 à 20.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène. Les vents dominants étaient de secteur nord-est à est et majoritairement ressemblants aux conditions moyennes dans l'année.

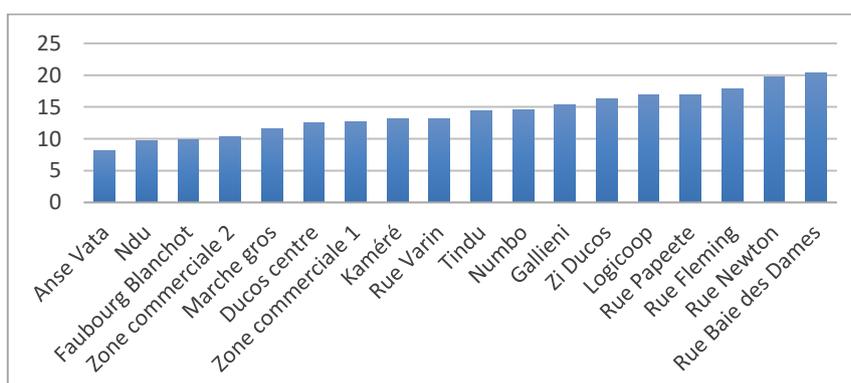


Figure 14 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 1

D'après la figure 13, les sites placés dans les quartiers Sud de Nouméa, sites urbain du **Faubourg Blanchot** et de l'**Anse Vata** faisant office de témoin, ont les plus faibles concentrations ($< 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en particulier ce dernier avec la plus faible teneur ($8.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en COV de la campagne.

Dans la zone de Ducos, les niveaux de concentration en COVT sont hétérogènes, des sites allant du vert au orange ($0 - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène)

En périphérie de la zone industrielle de Ducos, en vert, 5 sites présentent des taux de COVT aussi faibles que ceux mesurés en zone urbaine (figure 14, 15) ($< 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

À l'ouest du quartier de Ducos, les concentrations en COVT, en jaune, sont de même niveau que les taux mesurés au site de type « trafic » positionné à **Gallieni**.

Au centre de la ZI de Ducos, les niveaux de COVT sont les plus élevés de la zone d'étude, notamment au site « **Rue Baie des Dames** » et « **Rue Newton** » pour lesquels les teneurs en polluants sont les plus élevées de la campagne 1 (figure 13, 14).

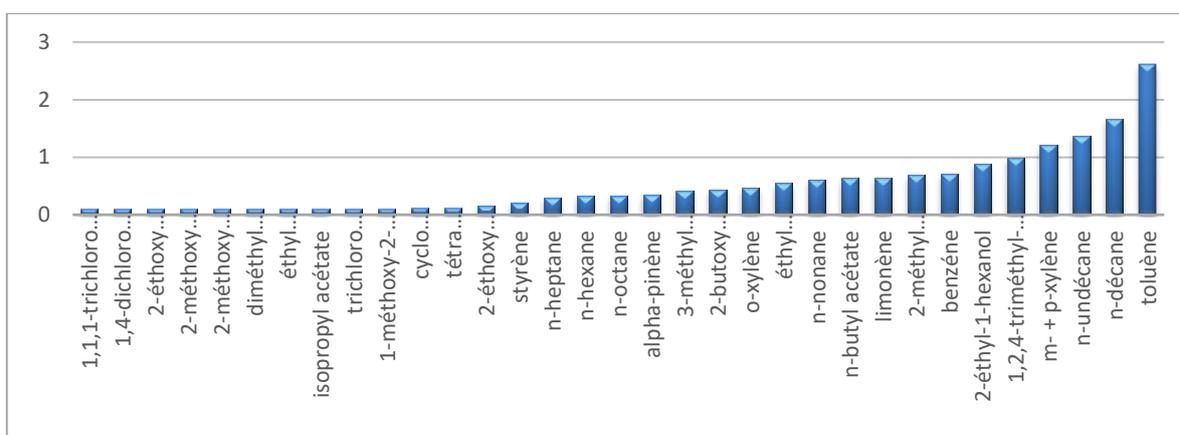


Figure 15 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur la zone d'étude lors de la campagne 1

Sur les 33 COV sélectionnés, 23 ont été détectés durant la première campagne. Le toluène est le composé majeur ($2.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$), communément présent sur la plupart des sites (annexe 3).

Les quatre autres substances les plus importantes sont le n-décane, le n-undécane, le m/p-xylène et le 1,2,4-triméthyl-benzène.

À noter que certaines concentrations sont ponctuellement supérieures à la concentration moyenne en certains points de mesures, notamment pour :

- Le n-butyl-acétate (concentration moyenne = $0.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé
 - « Rue Fleming » à $3.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - « Logicoop » à $1.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Le n-nonane (m = $0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé dans la Rue Newton à $3.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Le benzène (m = $0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à Gallieni à $1.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Le 2-éthyl-1-hexanol (m = $0.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé
 - Dans la rue Baie des Dames à $2.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - À Numbo : $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Dans la Rue Papeete : $2.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4.1.2.2 CAMPAGNE 2 (Septembre 2015)

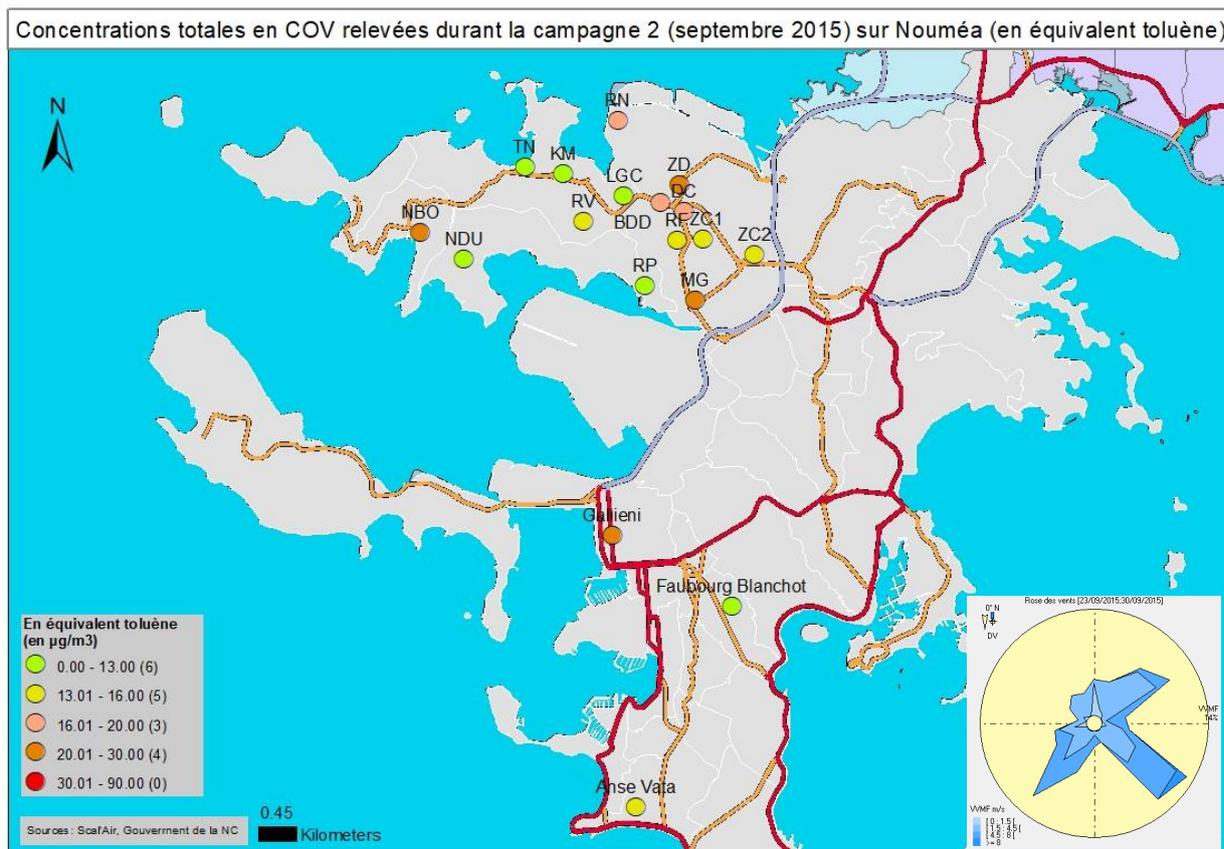


Figure 16 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 2

La campagne 2 s'est déroulée en intersaison « fraîche – chaude », du 23 au 30 septembre 2015. Pour rappel, les vents étaient de secteurs variables et majoritairement faibles à moyens. Les concentrations totales en COVT varient entre 8.58 et 24.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, c'est-à-dire dans des ordres de grandeur similaires aux concentrations moyennes à l'année (figure 11).

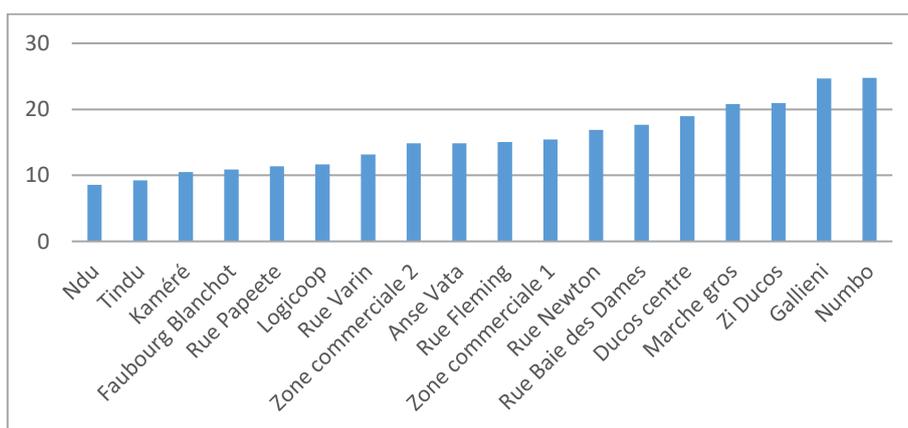


Figure 17 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 2

Chaque site témoin a un niveau différent. Les plus faibles concentrations en COV, n'ont pas été relevées en sites urbain, mais à « Ndu » et « Tindu », excentrés de l'hyper-centre de Ducos (figure 17).

Au sein de la zone industrielle, les niveaux de concentration en COV varient du vert au orange (0 – 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène), sans regroupements particuliers. Les taux mesurés sont comparables à chacun des sites témoins.

Les valeurs les plus importantes (20 – 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se trouvent sur des sites éloignés les uns des autres : MG, ZD et NBO. Ces valeurs sont proches de celles recensées en zone de trafic routier (Gallieni).

Toujours à l'ouest de l'hyper centre de Ducos, les concentrations en COVT sont les plus faibles de la campagne, comparables aux niveaux relevés au Faubourg Blanchot.

Les taux de COVT à l'Anse Vata sont plus élevés que le précédent site témoin. Certains sites de Ducos s'apparentent à l'Anse Vata.

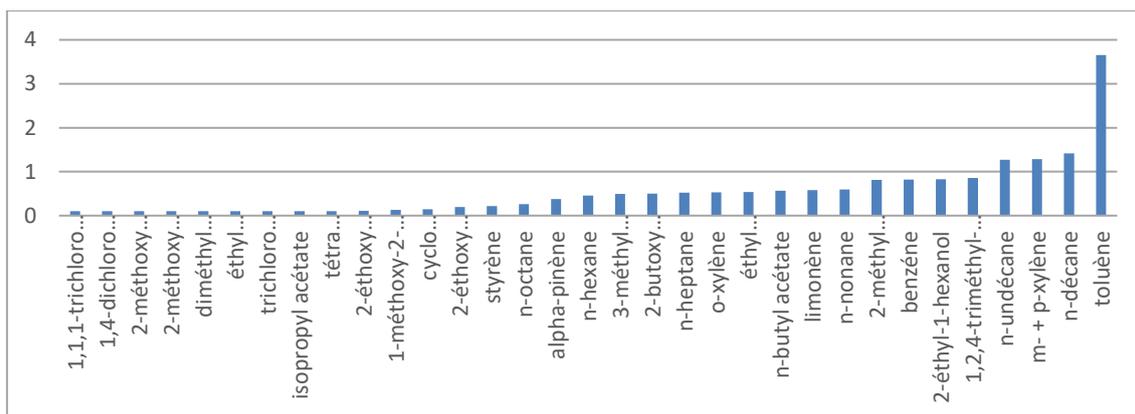


Figure 18 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur la zone d'étude lors de la campagne 2

26 COV ont été détectés.

À nouveau, le toluène est le polluant le plus abondant : son taux moyen représente plus du double des autres substances (figure 18). Sur l'ensemble des substances mesurées, sa concentration se trouve être la plus élevée (13.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et cela en zone de trafic routier (Gallieni).

Parmi les autres substances prédominantes, il y a le n-décane, le m/p-xylène, le n-undécane et le 1,2,4-triméthyl-benzène, soit exactement les mêmes substances identifiées lors de la première campagne.

Des données sont plus importantes en certains points de mesures :

- 2-éthoxy-éthanol (concentration moyenne = 0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à l'Anse Vata à 1.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Éthylbenzène (m = 0.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à Numbo à 2.14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- N-butyl-acétate (m = 0.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans la Rue Fleming à 1.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.2.3 CAMPAGNE 3 (Décembre 2015)

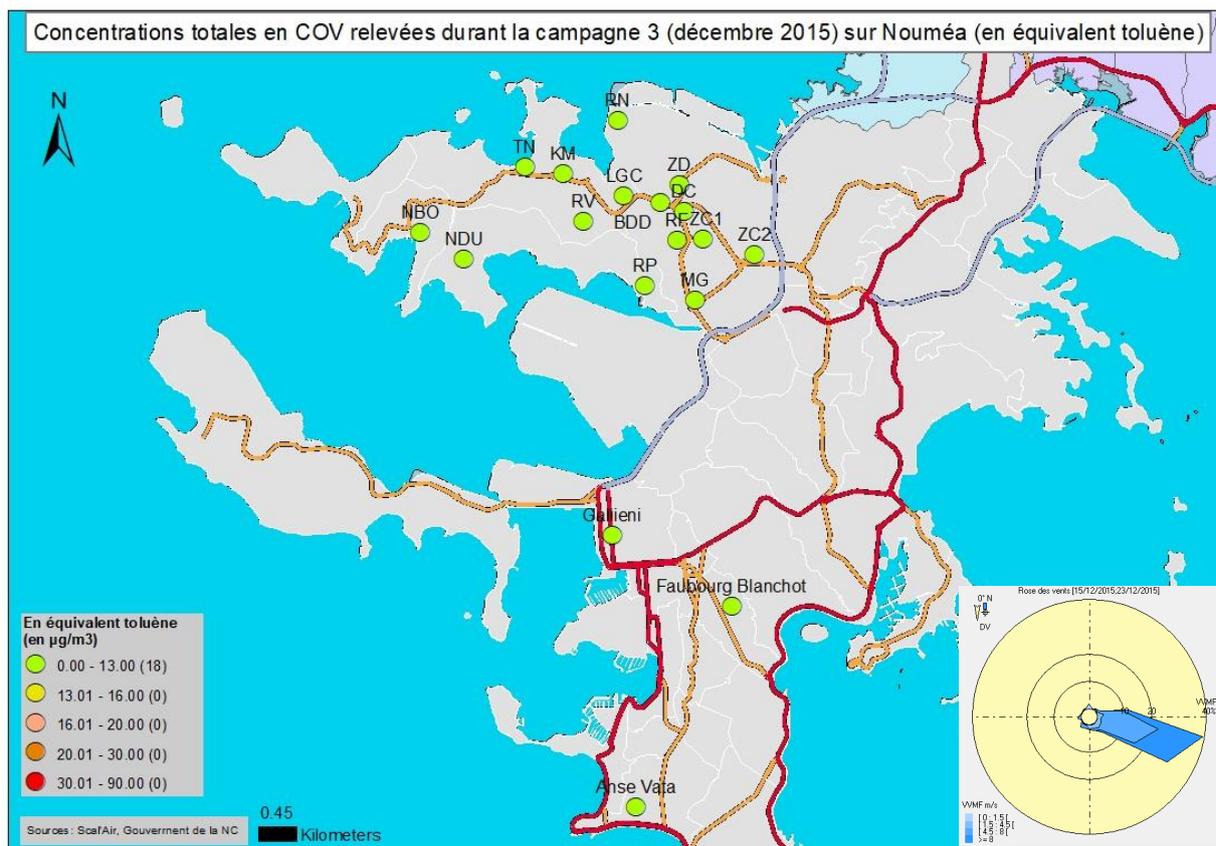


Figure 19 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 3

La campagne 3 s'est déroulée en période chaude du 15 au 23 décembre 2015. Les vents les plus forts de l'étude ont été relevés sur cette campagne, essentiellement de secteur est à est/sud-est et généralement moyens avec des rafales.

L'ensemble des sites ont eu des concentrations en COV très faibles, tous de couleur verte, dont le minimum était de $4.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et le maximum était de $9.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Force est de constater que moins de COV ont été relevés en cette période. L'amplitude des vents observés en décembre 2015 a certainement permis la dispersion des polluants et expliqueraient ces faibles valeurs. En effet, la notice d'utilisation des tubes passifs indique que « le débit de piégeage ne change pas (...) avec la vitesse de l'air dans l'intervalle 0,1 et 10 m/s ». Or, 29% des vents soufflaient entre 8 et 10 m/s et 5% dépassaient les 10 m/s **Erreur ! Signet non défini.** Par ailleurs, les vacances scolaires ont éventuellement induit une réduction des activités dans Ducos (industrielles et routières) et par conséquent une réduction de la pollution ambiante.

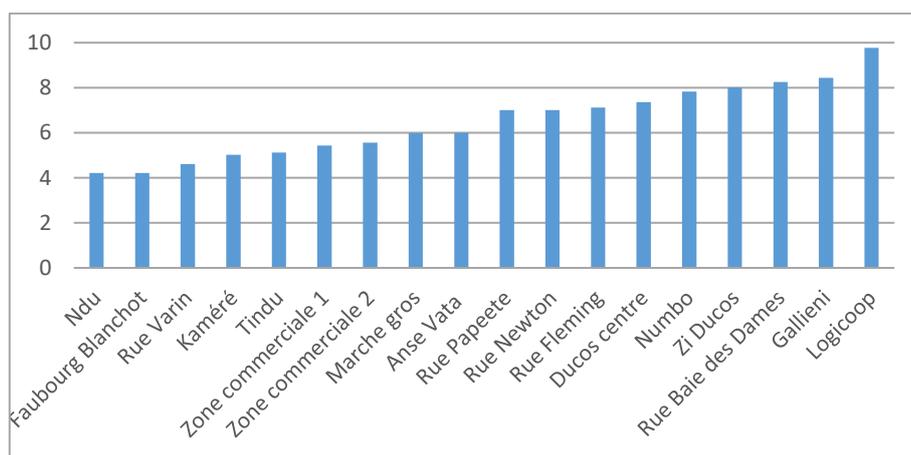


Figure 20 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 3

D'après la figure 20, le site « Ndu » et « Faubourg Blanchot » ont les plus faibles concentrations, bien que les différences par rapport aux autres sites ne soient pas très significatives.

En moyenne relative, le site de l'Anse Vata se positionne à un niveau médian.

Le site de Logicoop montre les valeurs les plus élevées en COVT ($9.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) et en seconde position le site de Gallieni.

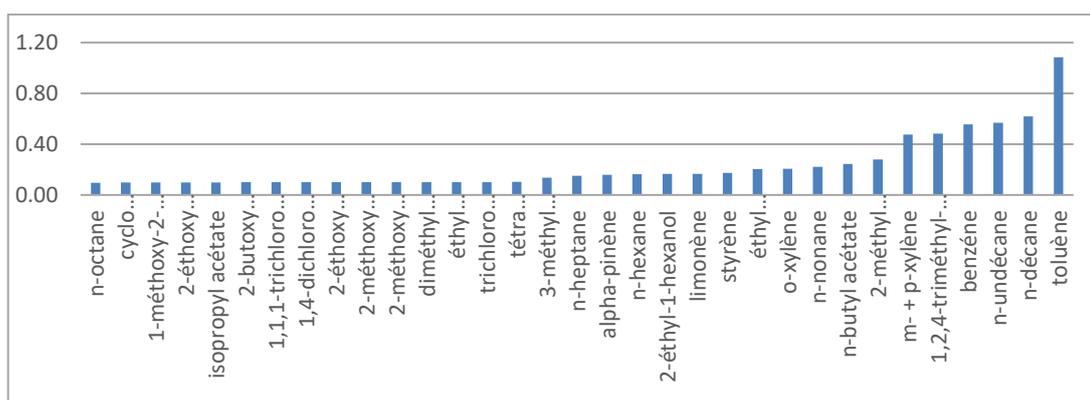


Figure 21 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur de la zone d'étude lors de la campagne 3

20 composés organiques volatils ont été quantifiés au-delà du seuil de quantification.

Le toluène est là encore la principale substance mesurée, ce qui pour autant reste très faible. Dans un ordre de grandeur inférieur, on retrouve les quatre autres substances également en majorité : le n-décane, le n-undécane, le benzène et le 1,2,4-triméthyl-benzène. Seul le benzène diffère des deux précédentes campagnes.

À noter les valeurs hors gamme relevées pour certaines substances :

- Alpha-pinène ($m = 0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé dans la Rue Newton à $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 2-éthyl-1-hexanol ($m = 0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à Logicoop à $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- N-undécane ($m = 0.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à Logicoop à $1.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- N-butyl-acétate ($m = 0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé sur la Zi Ducos à $1.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- M/p-xylène ($m = 0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé Numbo à $1.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.2.4 CAMPAGNE 4 (Mars 2016)

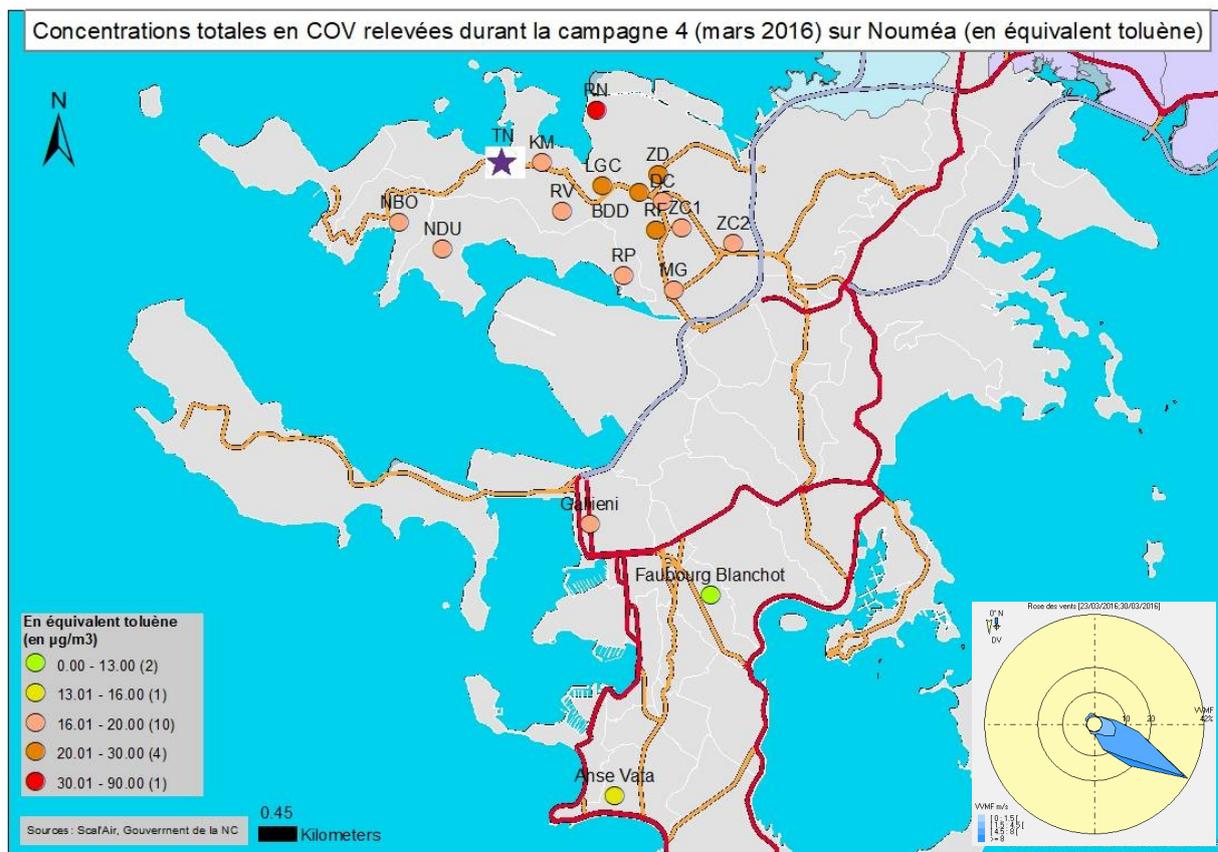


Figure 22 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) sur Nouméa durant la campagne 4

La campagne 4 s'est déroulée en période chaude du 23 au 30 mars 2016. Les vents, globalement de moyenne amplitude, provenaient en majeure partie du secteur ESE à SE. Les niveaux de COVT enregistrés étaient élevés au regard de notre classification, dont les valeurs extrêmes étaient de $12.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $77.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

À noter quelques particularités de cette campagne :

Premièrement, les tubes du site de Tindu n'ont pas été analysés suite à une brisure des tubes.

Deuxièmement, les résultats obtenus pour les tubes blancs de cette campagne ont été supérieurs au seuil de quantification principalement pour le toluène ; et pour certaines substances notamment le benzène, l'éthylbenzène, les xylènes, et le n-undécane. L'anormalité des valeurs laisse penser à une potentielle contamination et donc à une surestimation des quantités de certains polluants lors de cette dernière campagne. Trois explications potentielles ont été décrites dans la partie 3.1.2.4. Pour autant, les conditions d'échantillonnage de l'ensemble des tubes ayant été les mêmes pour l'ensemble des tubes, les proportions restent correctes. Compte tenu de ces éléments, les analyses et interprétations seront nuancées.

Dans l'ensemble, les quantités mesurées de COVT ont été plus importantes au cours de cette campagne. L'étendue de ces valeurs dépassent celles obtenues en moyenne à l'année.

Les sites urbains ont les plus faibles quantités de COVT.

Globalement dans la zone de Ducos, les niveaux varient du beige au rouge ($16 - 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dans Ducos, les sites présentent des concentrations relativement similaires (figure 23), malgré les niveaux orange relevés dans l'hyper-centre (figure 22). L'ensemble des autres sites affiche des niveaux de COVT compris entre 16 et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'image du site de Gallieni.

En revanche, le site de Newton, situé au nord de la zone industrielle de Ducos, se démarque avec une quantité de COVT nettement supérieure. D'ailleurs, sur ce site plusieurs composés ont été relevés à des valeurs supérieures à leur moyenne dont le n-nonane, le o-xylène, l'éthylbenzène, et le benzène. Les écarts entre les doublons concernent essentiellement ce site lors de cette campagne.

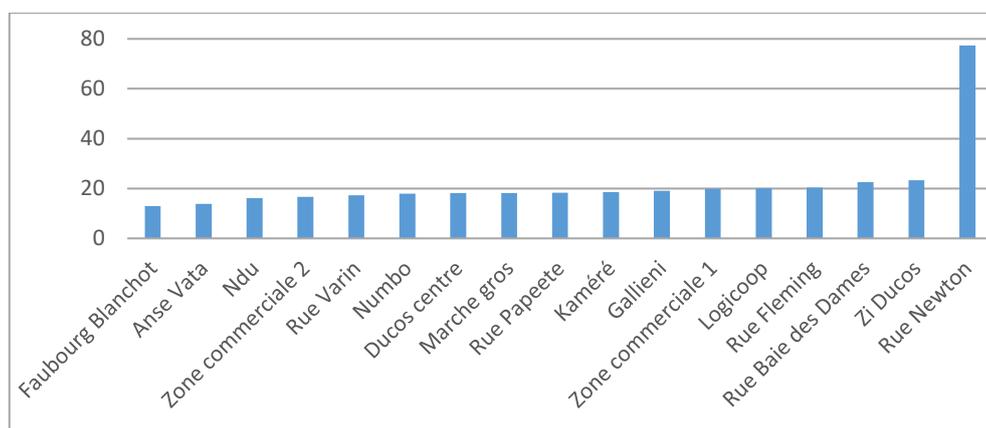


Figure 23 : Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène) par site lors de la campagne 4

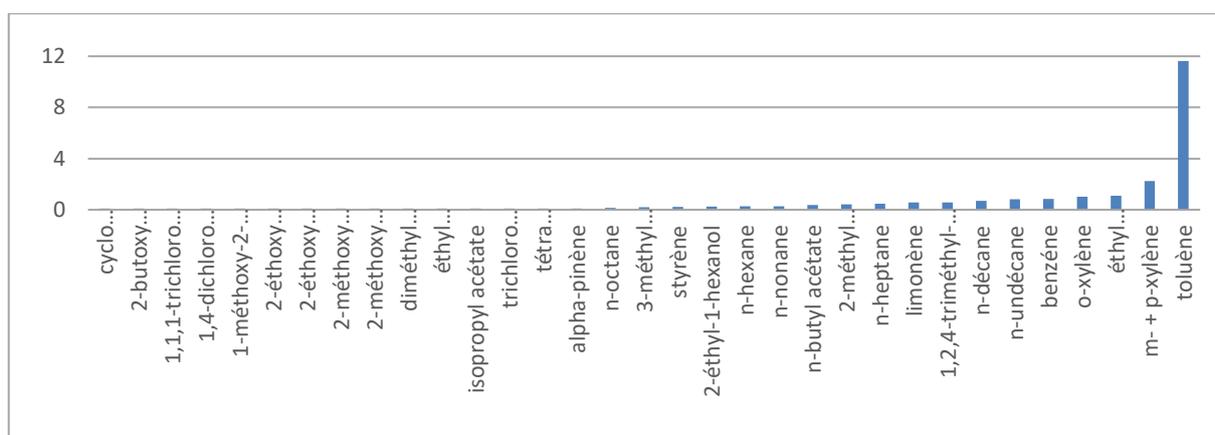


Figure 24 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par COV relevées sur la zone d'étude lors de la campagne 4

21 composés organiques volatils ont été quantifiés au cours de cette période de mesures. Au vu des remarques faites précédemment sur les tubes blancs, seuls les proportions des COV les uns aux autres sont réellement prises en compte. Le toluène a été relevé en plus grande quantité sur l'ensemble de la zone d'étude (moyenne de $11.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

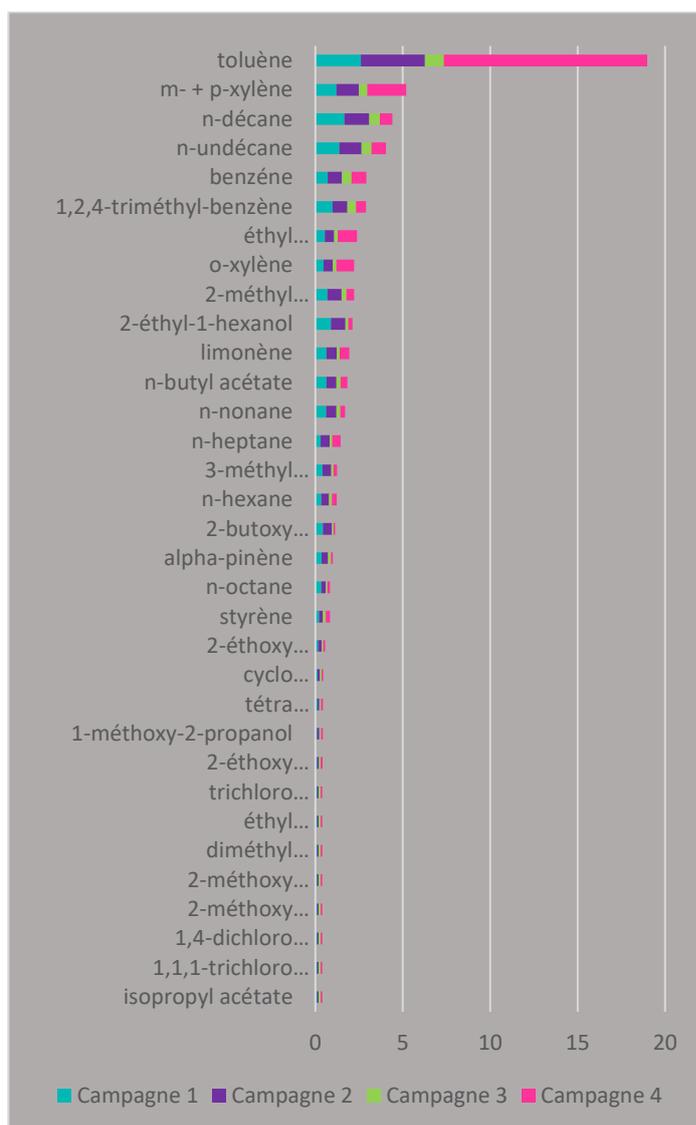
Le m/p-xylène, l'éthylbenzène, le o-xylène et le benzène constituent les polluants les plus importants de cette campagne.

On constate des substances pour lesquelles les valeurs sont isolées quant à leur moyenne :

- N-butyl-acétate ($m = 0.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à
 - o La rue Fleming à $1.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - o Logicoop à $1.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 2-éthyl-1-hexanol ($m = 0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été relevé à Kaméré à $1.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2 Résultats par composés sélectionnés

Le but de cette partie est de caractériser quantitativement et spatialement les composés organiques volatils les plus significatifs en termes de concentration mesurée. Il s'agit également de comparer les niveaux mesurés aux valeurs règlementaires et de références disponibles. Les concentrations moyennes des quatre campagnes ont permis d'identifier les composés organiques volatils les plus représentatifs de l'étude, quantitativement parlant.



Il s'agit des COV suivants (figure 25) :

- Toluène
- Benzène
- m-p-xylène
- o-xylène
- Éthylenzène
- n-décane
- n-undécane
- 1,2,4-tri-méthyl-benzène
- 2-éthyl-1-hexanol

Le 2-méthyl-pentane, bien qu'il soit parmi les 10 substances les plus représentées, ne sera pas étudié, car aucun élément intéressant ou particulier n'a été relevé.

En revanche, le n-butyl-acétate sera étudié car des aspects particuliers ont été observés.

Figure 25 : Cumul des concentrations moyennes par COV relevées sur la zone d'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pour chacun de ces 9 composés, des cartes de concentrations ont été réalisées. Ces cartes sont basées sur des moyennes globales obtenues à partir des quatre campagnes. Les cartes par campagne sont également visibles aux quatre coins de la carte globale. Celles-ci sont numérotées de 1 à 4, en correspondance au numéro de campagne.

4.2.1 Le toluène

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes, tous sites confondus, est de $4.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations par site varient de 1.44 à $8.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit entre un niveau vert à beige d'après la classification de la figure ci-dessous.

Valeurs par site : Les valeurs sont comprises entre 0.35 et $27.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine sont assez différentes d'une campagne à l'autre, allant de $1.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $11.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 4). À titre indicatif, la valeur moyenne sur l'ensemble des sites obtenue sur deux semaines lors d'une étude des BTEX menée sur Nouméa en 2011 ($22.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)¹² équivaut au double de notre valeur maximale (*i.e.* $11.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.2.1.1 Représentations cartographiques et interprétations

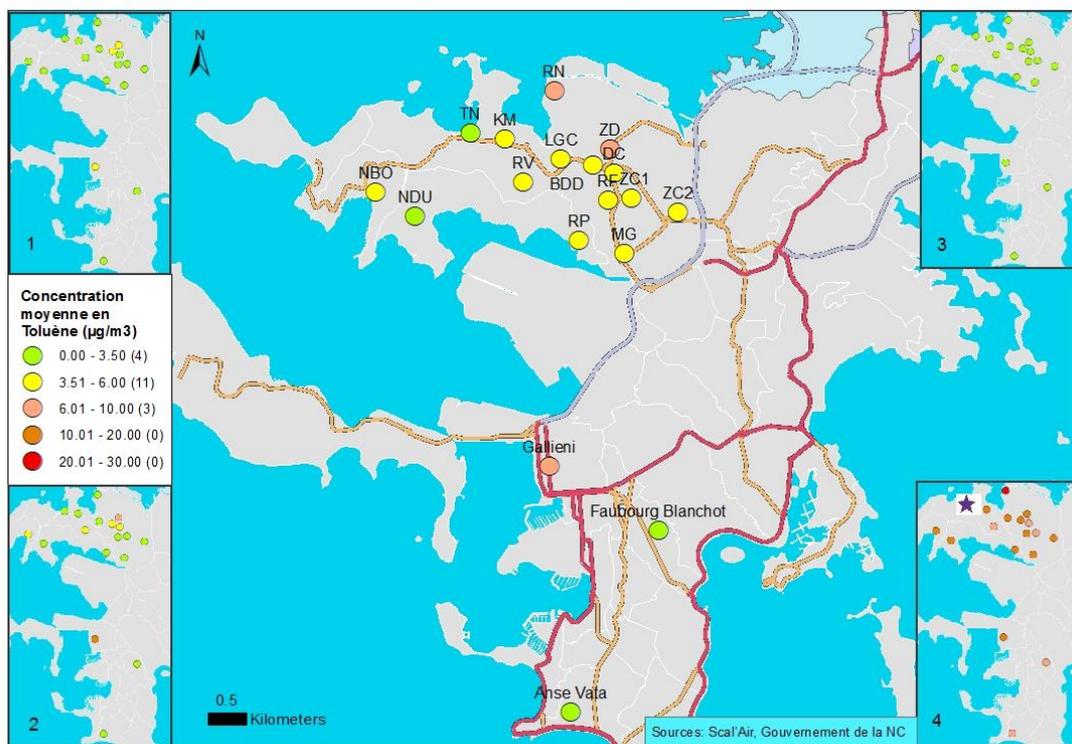


Figure 26 : Représentation spatiale des concentrations en toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Le toluène est le composé organique volatil le plus représentatif en termes de concentration et de répartition spatiale (figure 25).

La carte des concentrations en toluène révèle une légère variation saisonnière. Dans l'ensemble, les taux de toluène sont faibles dans l'air, sauf lors de la 4^e campagne. Plusieurs hypothèses sont susceptibles d'expliquer cette hausse.

Premièrement, un potentiel biais lié au moyen de mesure. On rappelle la variabilité des mesures de toluène entre les tubes « doublons » qui était supérieure à celle des autres polluants (annexe 2). De plus, les tubes blancs n'ont pas permis d'écartier l'éventualité d'une contamination des tubes. Ceci-dit la variabilité est localisée sur le site « Newton ».

Deuxièmement, les conditions météorologiques. Des vents moyens qui auraient empêché la diffusion des polluants, et la température plus élevée aurait favorisé la volatilité du toluène.

Enfin, une hausse éventuellement corrélée à la reprise des classes et des activités dans le secteur, sachant que le toluène est en partie émis par le trafic routier.

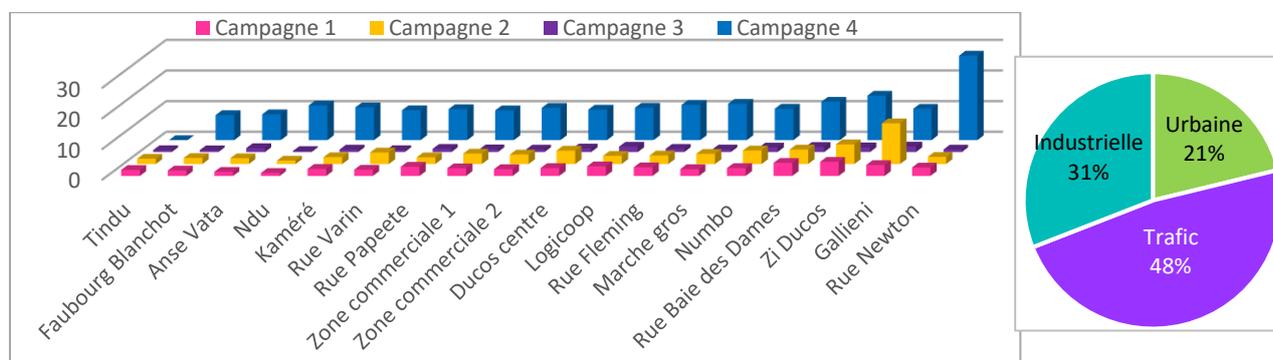


Figure 27 : Concentration moyenne en toluène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en toluène par typologie (%)

Dans le centre de la zone de Ducos, le toluène a été relevé de manière relativement homogène (figure 26). Toutefois, trois sites sont plus impactés par le toluène : deux sites en zone industrielle qui sont la Rue Newton, la Zi Ducos ; et le site trafic de Gallieni.

Le site de Gallieni a des concentrations similaires voire supérieures à celles des sites de type industriel (figure 27). D'ailleurs, d'après le diagramme, les concentrations en toluène sont deux fois plus importantes en site trafic (*i.e.* Gallieni) qu'ailleurs dans Ducos. En effet, le toluène étant un polluant principalement issu du transport routier, il est cohérent qu'il y ait de tels niveaux dans la rue Gallieni où la circulation est fréquente (annexe 1).

Sur le site de Newton, le taux de toluène varie de $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $27.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur a été relevée lors de la campagne de mars 2016, et correspond à la valeur maximale de l'étude.

Certains sites comme « Tindu » ou « Ndu », plus éloignés du centre de Ducos, sont moins concernés par la présence de toluène dans l'air ambiant sur la majeure partie de l'année comme le montre la carte des concentrations globales et par campagne.

À titre comparatif, les sites urbains du Faubourg et de l'Anse Vata ont des tendances similaires avec des concentrations comprises entre 2 et $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'absence d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et d'axes routiers importants à proximité directe de ces sites explique vraisemblablement ces faibles quantités de toluène.

4.2.1.2 Situation par rapport aux valeurs de référence

Le toluène n'est pas soumis à la réglementation au niveau européen. L'Organisation Mondiale de la Santé préconise cependant de ne pas dépasser les valeurs suivantes :

- $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 30 minutes
- $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 7 jours

Dans le cadre de cette étude, nous sommes en mesure de comparer les concentrations moyennes mesurées sur chaque campagne au seuil recommandé pour 7 jours (OMS). Au regard des résultats obtenus, les valeurs en toluène sont très largement inférieures à ce seuil dans la zone industrielle de Ducos, comme sur les sites positionnés hors de Ducos. Même si le toluène a atteint $27.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cela représente seulement 1/10 de la valeur recommandée pour la santé.

4.2.2 Le benzène

Le benzène est un composé organique volatil reconnu cancérigène, qui tend à être remplacé pour réduire son utilisation. Parmi, les COV il fait partie des substances communément appelées « BTEX ». En somme, le benzène est le 5^e composant le plus important dans la présente étude (figure 26).

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $0.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations annuelles moyennes par site varient de 0.49 à $1.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit entre un niveau vert à beige d'après la classification de la figure ci-dessous.

Valeurs par site: Les valeurs observées sont comprises entre 0.30 à $2.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine sont relativement homogènes allant de $0.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 4). À titre indicatif, la valeur moyenne obtenue lors d'une étude des BTEX menée sur Nouméa en 2011 ($2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$)¹², équivaut à plus du double des présentes valeurs maximales (*i.e.* $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.2.2.1 Représentations cartographiques et interprétations



Figure 28 : Représentation spatiale des concentrations en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Dans l'ensemble, les concentrations en benzène tendent à être plus importantes sur la ZI Ducos et également en site trafic routier (Rue Gallieni). Les points de mesures faisant l'objet des concentrations les plus faibles sont les sites urbain et péri-urbain du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata, ainsi que les points excentrés de la ZI Ducos (NDu, Tindu et Numbo). Ainsi, il existe une disparité dans la répartition des concentrations, à des niveaux faibles, entre la ZI Ducos et les

sites « trafic » d'une part et les zones urbaines et péri-urbaines de Nouméa d'autre part. De très légères différences inter-campagnes sont également visibles.

À l'année, l'air à proximité du site témoin du Faubourg Blanchot est le moins chargé en benzène. Dans Ducos peu de sites ont de si faibles concentrations en benzène.

Globalement, à l'échelle annuelle et en période fraîche (cartes de gauche), les taux de benzène restent relativement faibles ($0.51 - 1.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Certains sites de Ducos ont des concentrations ambiantes de benzène du même ordre de grandeur que celles de l'Anse Vata.

Le site Gallieni est le plus impacté par le benzène (figure 28), avec des taux moyens toutes l'année ($m = 1.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En comparaison, le benzène avait été relevé à $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur deux semaines lors de la campagne des BTEX en 2012¹². Les présentes moyennes hebdomadaires comptent pour la moitié de cette valeur.

Les niveaux de benzène peuvent être ponctuellement plus élevés, notamment lors de la campagne de mars, où la valeur maximale de $2.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène a été relevée sur le site de la Rue Newton (figure 28).

Le benzène se retrouve majoritairement en sites de typologie « trafic » et « industrielle ». Les différentes sources du benzène sont décrites en annexe 1.

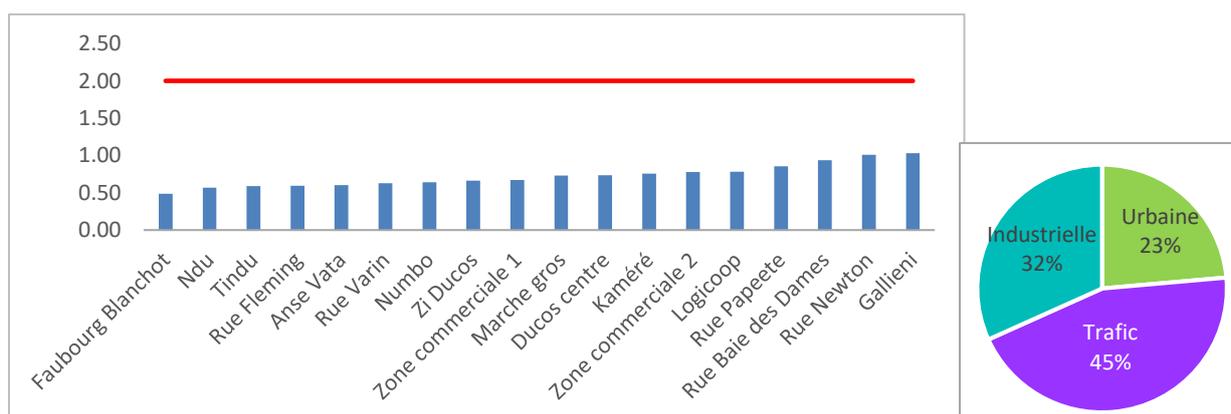


Figure 29 : Concentration moyenne en benzène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en benzène par typologie (%)

4.2.2.2 Situation par rapport aux normes

Le benzène est le seul composé règlementé en terme de qualité de l'air.

- Valeur limite à ne pas dépasser en moyenne annuelle : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Objectif de qualité en moyenne annuelle : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Dans l'air intérieur, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que l'exposition au benzène, même aux plus infimes quantités, représente un risque potentiel pour la santé.

Dans le cadre de l'étude des COV, la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est atteinte sur aucun site. À titre indicatif, on constate que l'objectif de qualité annuel a lui aussi été respecté bien que nous ne disposons pas de données suffisantes pour affirmer la représentativité du benzène à l'année.

4.2.3 Le m-p-xylène

Le m-p-xylène est un des COV avec les plus fortes concentrations relevées durant cette étude.

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $1.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant qu'annuellement les concentrations sur site varient de la couleur verte à rouge, d'après la classification de la figure ci-dessous, donc de 0.34 à $6.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs par site : Les valeurs observées sont comprises entre 0.13 et $23.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations hebdomadaires moyennes sont relativement homogènes allant de $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $2.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 4).

4.2.3.1 Représentations cartographiques et interprétations

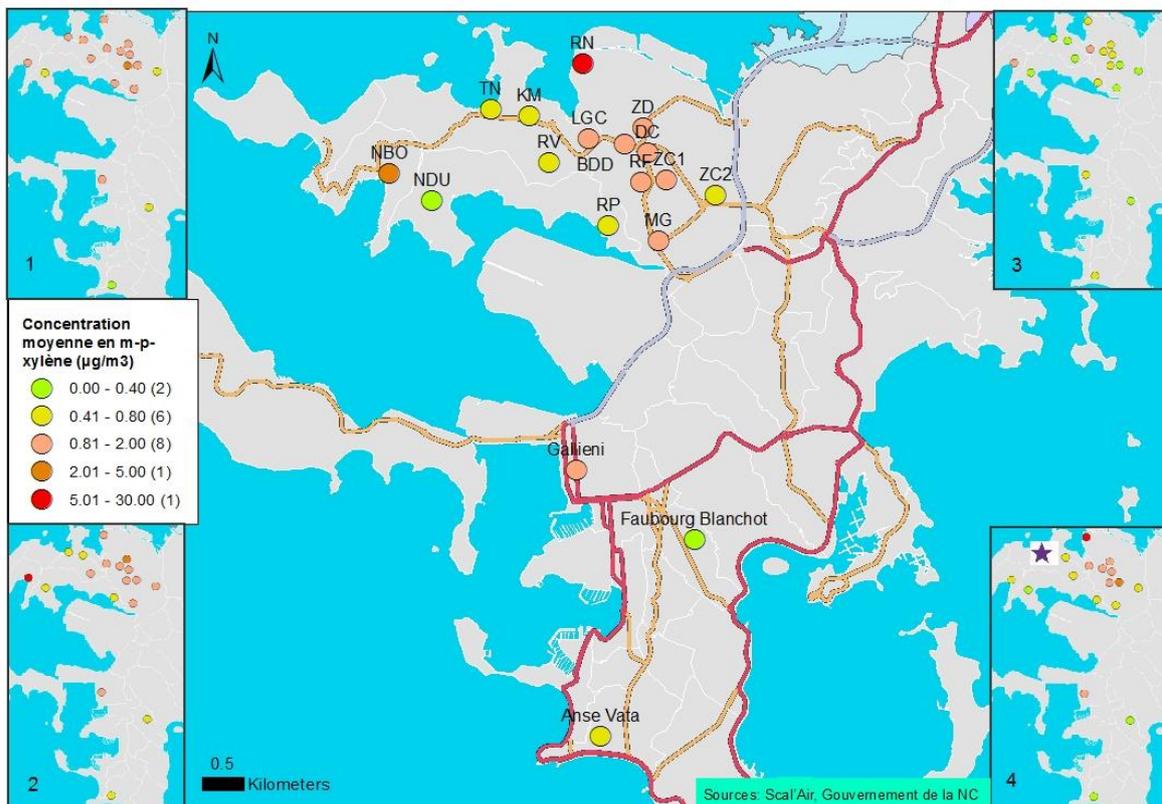


Figure 30 : Représentation spatiale des concentrations en m-p-xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

L'hyper-centre de Ducos loge la majorité des points de mesures avec les niveaux les plus importants en m-p-xylène dans l'air ambiant ($0.81 - 2.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport à l'ensemble de la zone d'étude. Ces niveaux se retrouvent également aux abords du site « trafic » de la rue Gallieni. Les sites « Rue Newton » et « Numbo » ont été plus impactés par le m-p-xylène mais de manière ponctuelle (figure 31). D'ailleurs, 50% du m-p-xylène a été mesuré en zone industrielle (figure 31).

Le site le moins impacté est celui de « Ndu » où les niveaux de polluants sont les mêmes que ceux des sites de fond de l'Anse Vata et du Faubourg Blanchot.

Les différentes sources du m-p-xylène sont décrites en annexe 1.

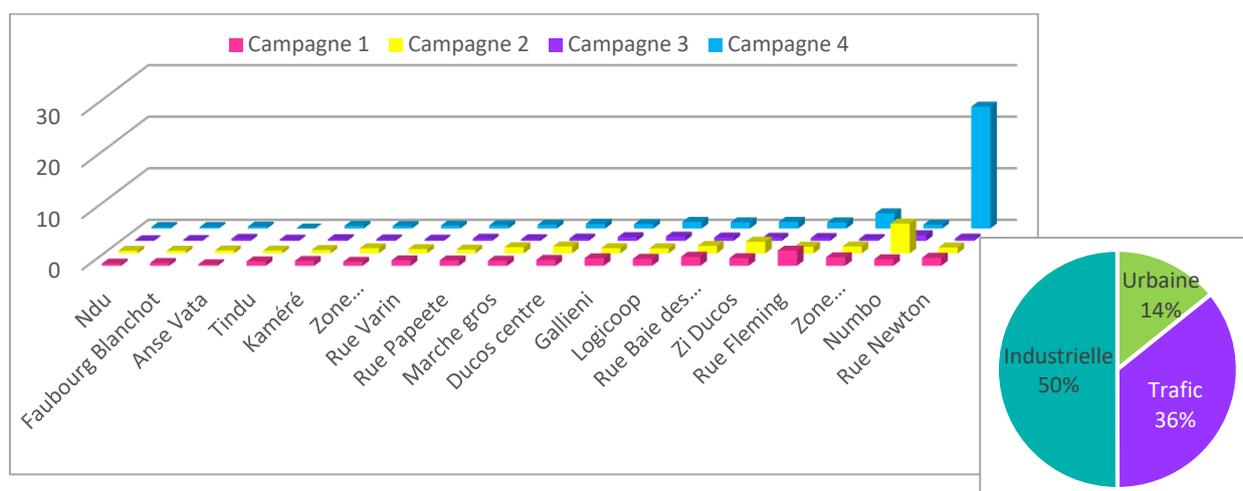


Figure 31 : Concentration moyenne en m-p-xylène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en m-p-xylène par typologie (%)

4.2.3.2 Situation par rapport aux normes

Le xylène contient des pourcentages variables d'isomères. Le m-p-xylène est toujours le constituant principal. Ni le xylène, ni le m-p-xylène ne sont règlementés dans l'air ambiant au niveau européen.

Pour autant, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise des valeurs à ne pas dépasser.

- Valeur guide de l'OMS : $4\ 800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de xylène dans l'air ambiant sur 24h.

Cette valeur est définie pour une référence temporelle (24h) différente de notre étude ne permettant pas une véritable comparaison mais elle est utilisée à titre indicatif. En cela, aucune des valeurs mesurées n'ont franchi cette valeur. Il convient de préciser que les présentes données sont inférieures à la valeur guide de l'OMS d'un facteur 100.

4.2.4 Le o-xylène

Valeur globale : La moyenne globale de o-xylène sur l'ensemble des campagnes est de $0.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations sur site varient de 0.15 à $3.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit entre un niveau vert à orange d'après la classification de la figure ci-dessous.

Valeurs par site : Les valeurs observées sont comprises entre 0.07 et $11.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations hebdomadaires moyennes vont de $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $1.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 4).

4.2.4.1 Représentations cartographiques et interprétations

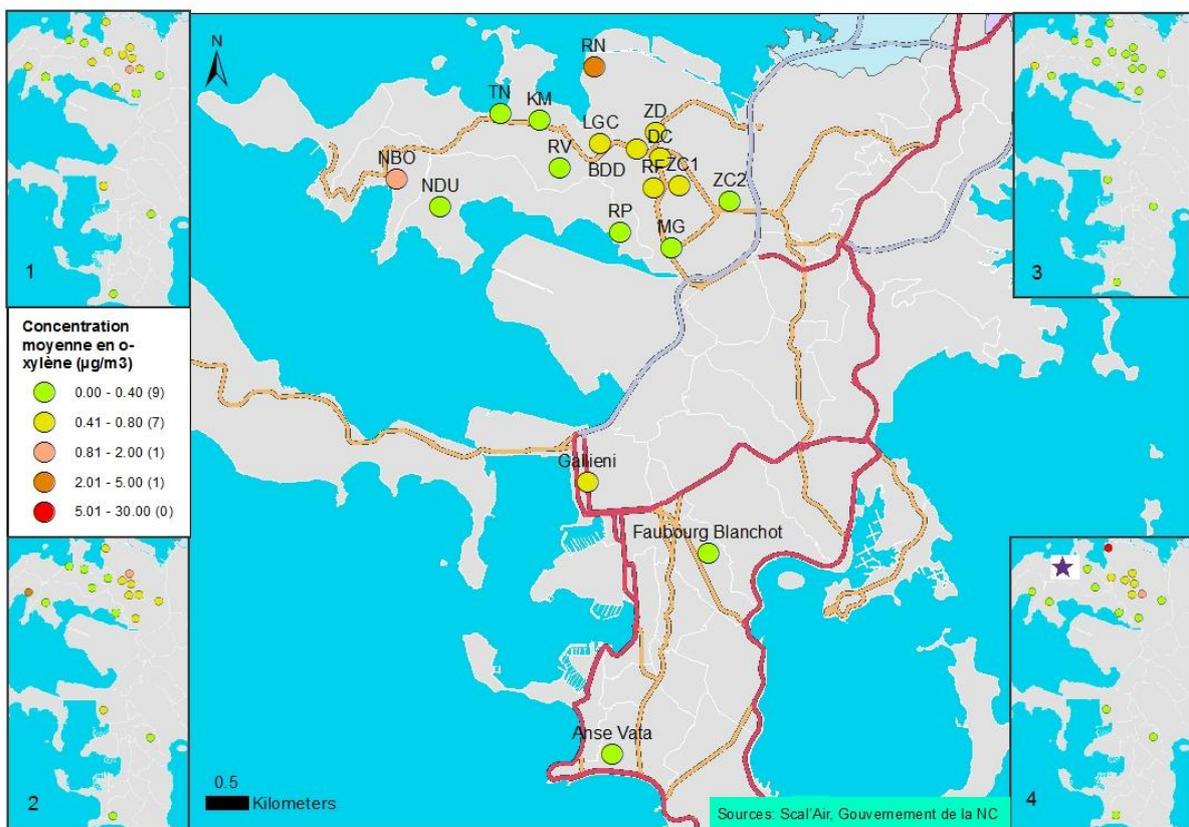


Figure 32 : Représentation spatiale des concentrations en o-xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Comme le m-p-xylène, le o-xylène est un isomère du xylène, mais en pourcentage plus faible que le m-p-xylène. La classification de ces deux substances étant la même, il est possible d'en comparer les concentrations pour chaque campagne et chaque point de mesure.

On remarque des similitudes dans la répartition du o-xylène par rapport au m-p-xylène, majoritairement concentrés dans le centre de la ZI de Ducos.

Globalement, les concentrations en o-xylène sont faibles à très faibles et ponctuellement plus importantes sur certains points de mesures.

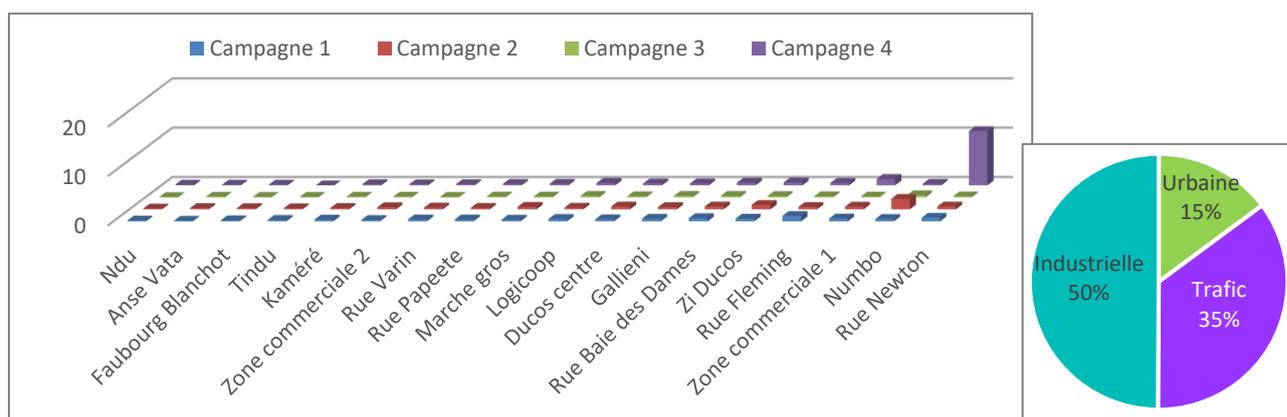


Figure 33 : Concentration moyenne en o-xylène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en o-xylène par typologie (%)

Le site le moins impacté est celui de « Ndu », dont les niveaux sont semblables à ceux mesurés en sites urbains. Autour de l’hyper-centre de Ducos les taux sont relativement similaires aussi.

Au centre de Ducos, les niveaux de o-xylène sont faibles, comme ceux mesurés en site trafic. En extérieur, des sites ont été plus impactés notamment ceux de Numbo et de la rue Newton. Ce dernier est d’ailleurs de loin, le plus impacté par le o-xylène dans la zone d’étude (figure 33).

Ce polluant est en partie caractéristique des sites en zone industrielle (diagramme). Les différentes sources du o-xylène sont décrites en annexe 1.

4.2.4.2 Situation par rapport aux normes

Le o-xylène est un isomère du xylène ; ni l’un ni l’autre n’est réglementé.

Pour autant, l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise des valeurs à ne pas dépasser.

- Valeur guide de l’OMS : $4\,800\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ de xylène dans l’air ambiant sur 24h.

Cette valeur est définie pour une référence temporelle de 24h, or dans la présente étude la moyenne est hebdomadaire. Par conséquent, les valeurs ne permettent pas une véritable comparaison mais sont utilisées à titre indicatif. En cela, aucune des valeurs de référence n’a été franchie.

4.2.5 L'éthylbenzène

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $0.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations par site varient de 0.18 à $3.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit entre un niveau vert à orange d'après la classification de la figure ci-dessous.

Valeurs par site : Les valeurs observées varient de 0.08 à $12.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine sont différentes d'une campagne à l'autre, allant de $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $1.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 4). À titre indicatif, notre moyenne (*i.e.* $1.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est inférieure à la valeur obtenue sur deux semaines lors de l'étude des BTEX menée sur Nouméa en 2011 ($1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$)¹².

4.2.5.1 Représentations cartographiques et interprétations

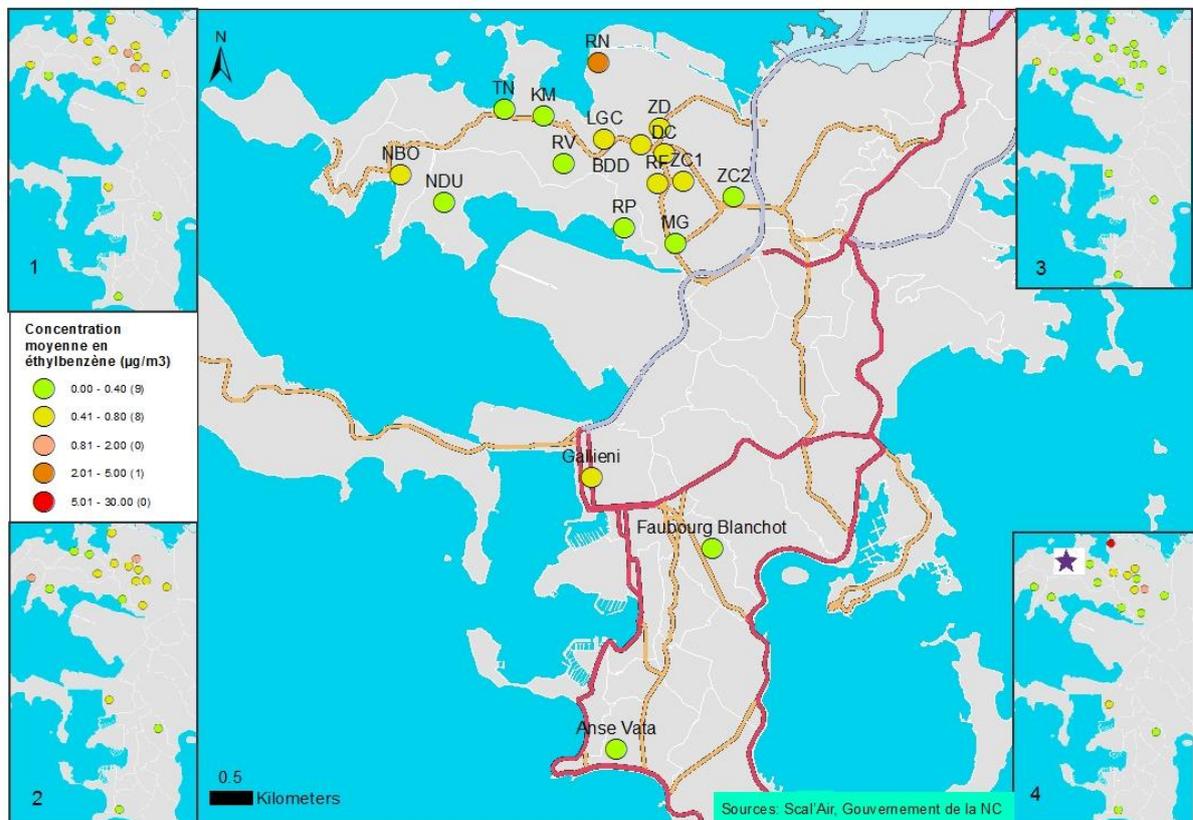


Figure 34 : Représentation spatiale des concentrations en éthylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Bien que les taux diffèrent légèrement d'une période d'échantillonnage à l'autre, les concentrations d'éthylbenzène se maintiennent à de faibles niveaux dans la zone d'étude de Nouméa.

En périphérie du centre de Ducos les niveaux d'éthylbenzène sont très faibles, semblables à ceux mesurés dans les sites urbains de l'Anse Vata et du Faubourg Blanchot.

Le centre de Ducos présente des niveaux d'éthylbenzène comparables à celui mesuré en site trafic (rue Gallieni).

« Ndu » et « Rue Newton » sont respectivement les sites le moins et le plus impacté par cette substance. La figure 35 met en évidence un pic d'éthylbenzène en mars sur le site de la rue Newton.

Les différentes sources de l'éthylbenzène sont décrites en annexe 1.

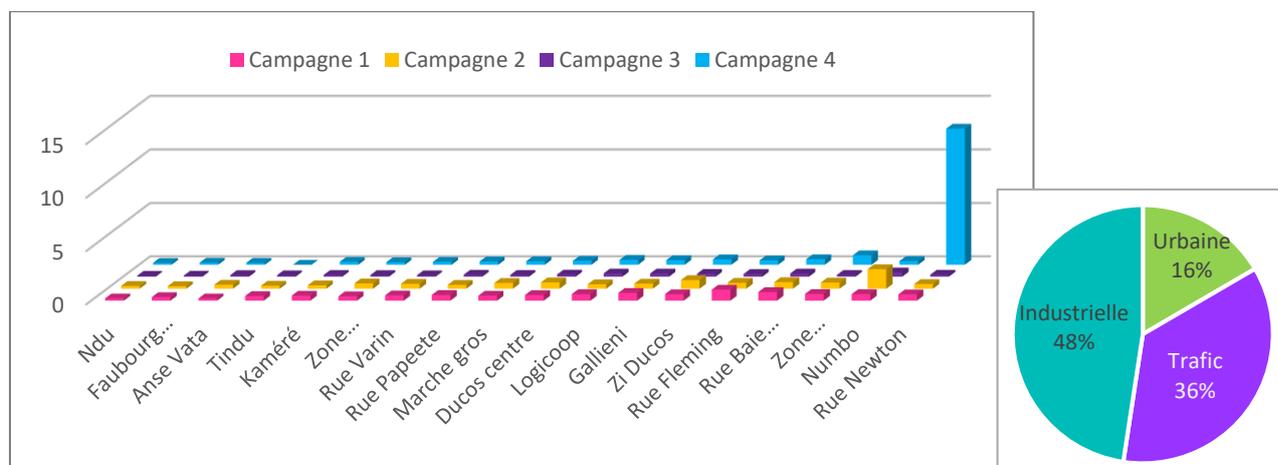


Figure 35 : Concentration moyenne en éthylbenzène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en éthylbenzène par typologie (%)

4.2.5.2 Situation par rapport aux normes

L'éthylbenzène n'est pas soumis à la réglementation au niveau européen. Ceci-dit il est classé cancérogène potentiel selon le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).¹³

Pour autant, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise une valeur à ne pas dépasser.

- Valeur guide de l'OMS : 22 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'éthylbenzène dans l'air ambiant à l'année.

Sur l'étude entière, la moyenne maximale d'éthylbenzène de 3.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est inférieure à ce seuil d'un facteur 1000.

4.2.6 Le n-décane

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $1.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations par site varient de 0.90 à $2.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit entre un niveau beige à rouge d'après la classification de la figure ci-dessous.

Valeurs par site : Les valeurs observées sont comprises entre 0.22 et $3.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine sont relativement différentes d'une campagne à l'autre, allant de $0.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $1.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 1).

4.2.6.1 Représentations cartographiques et interprétations



Figure 36 : Représentation spatiale des concentrations en n-décane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Le n-décane a une répartition spatiale étendue (figure 36). Les cartes détaillées des concentrations par campagne confirment cette tendance. À l'échelle annuelle, le n-décane est mesuré en niveau médian sur l'ensemble de Nouméa, à l'exception du site « Newton » dont les concentrations sont nettement supérieures (*i.e.* $2.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le site trafic de Gallieni est le moins affecté par le n-décane, avec une moyenne annuelle de $0.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les quantités de n-décane sont relativement similaires dans les sites de fond urbain (*i.e.* Anse Vata, Faubourg Blanchot) ainsi que dans certains lieux de Ducos. Ce polluant est aussi bien mesuré en site urbain, en site trafic qu'en site industriel (figure 37). Les différentes sources du n-décane sont décrites en annexe 1.

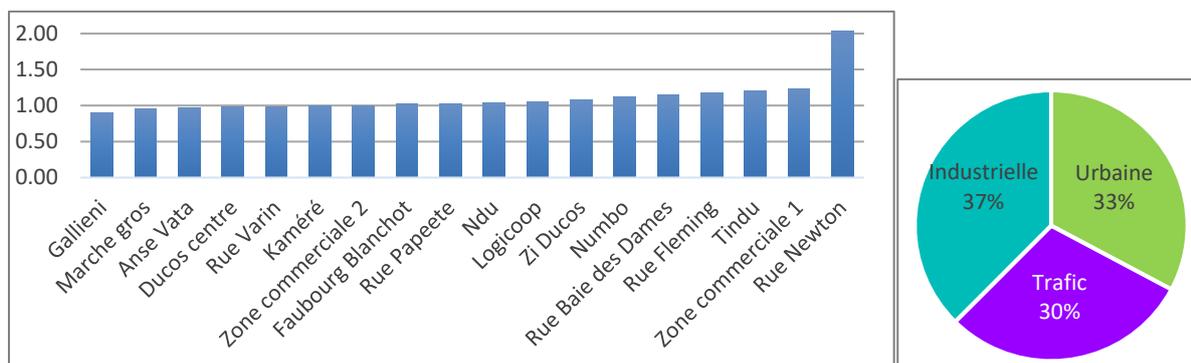


Figure 37 : Concentration moyenne en n-décane par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en n-décane par typologie (%)

4.2.6.2 Situation par rapport aux normes

Aucun cadre réglementaire, ni préconisation, concernant l'air ambiant n'existent pour le n-décane à l'heure actuelle.

4.2.7 Le n-undécane

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $1.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations par site varient de 0.77 à $1.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs par site : Les valeurs observées sont comprises entre 0.16 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine vont de $0.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $1.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 1).

4.2.7.1 Représentations cartographiques et interprétations



Figure 38 : Représentation spatiale des concentrations en n-undécane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Sur une année, le n-undécane est présent sur toute la zone de Nouméa à des concentrations ambiantes de 0.71 à 1.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme l'indique la figure ci-dessus. En période estivale (campagne 3 et 4), les concentrations en n-undécane ont tendance à être inférieures.

Les taux les plus faibles sont observés dans la rue Gallieni. Les sites urbains présentent des concentrations légèrement au-dessus en moyenne annuelle. Le site de la rue Newton montre les taux les plus importants.

Grossièrement on constate, au sein de Ducos, des similarités avec les sites témoins :

- Les valeurs de n-undécane sont proches de celle de Gallieni : notamment rue Papeete, Zone commerciale 2, et Kaméré.
- Les valeurs de n-undécane sont proches de ceux mesurés en sites urbains : Baie des Dames, Logicoop, Rue Fleming et Tindu.

Ce polluant est aussi bien mesuré en site urbain, en site trafic qu'en site industriel (figure 39). Les différentes sources du n-undécane sont décrites en annexe 1.

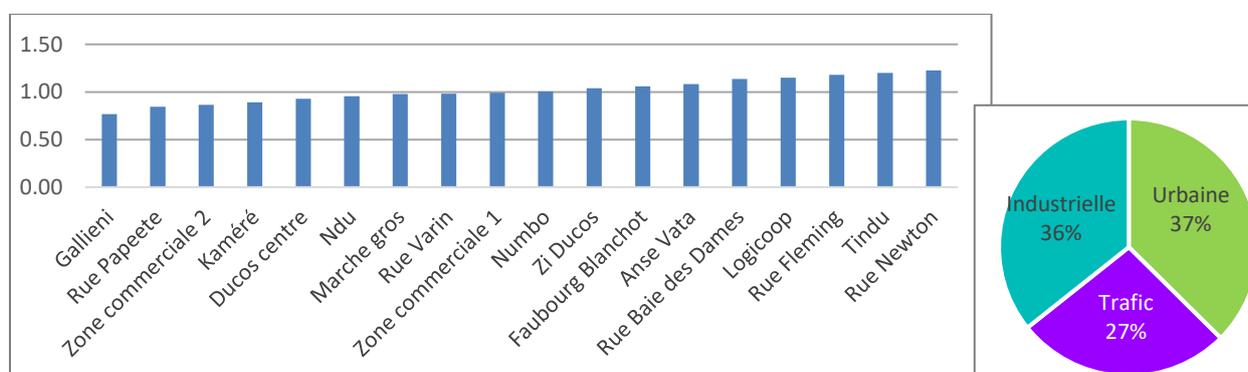


Figure 39 : Concentration moyenne en n-undécane par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en n-undécane par typologie (%)

4.2.7.2 Situation par rapport aux normes

Aucun cadre réglementaire, ni préconisation dans l'air ambiant n'existent pour le n-undécane à l'heure actuelle.

4.2.8 Le 1,2,4-tri-méthylbenzène

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $0.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations par site varient de 0.25 à $1.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs par site : Les valeurs observées sont comprises entre 0.14 et $1.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine vont de $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $0.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 1).

4.2.8.1 Représentations cartographiques et interprétations



Figure 40 : Représentation spatiale des concentrations en 1,2,4-tri-méthylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Le 1,2,4-tri-méthylbenzène a une répartition hétérogène sur la zone de Nouméa d'après la carte de répartition spatiale. Quelle que soit la saison, ce polluant ne dépasse pas la valeur de $1.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (couleur beige) comparé aux polluants précédemment analysés.

Le site de Gallieni recense la plus grande concentration en 1,2,4-tri-méthylbenzène, et celui de Ndu recense la plus petite (figure 41).

Les valeurs de pointe se trouvent au centre de la zone industrielle de Ducos, à des niveaux proches de ceux mesurés en site de typologie « trafic ». L'extérieur de l'hyper-centre de Ducos montre des concentrations plus faibles.

L'air des sites de fond urbains contient de faibles quantités de 1,2,4-tri-méthylbenzène, proches mais supérieures à celle du site « Ndu ».

Les différentes sources du 1,2,4-tri-méthylbenzène sont décrites en annexe 1.

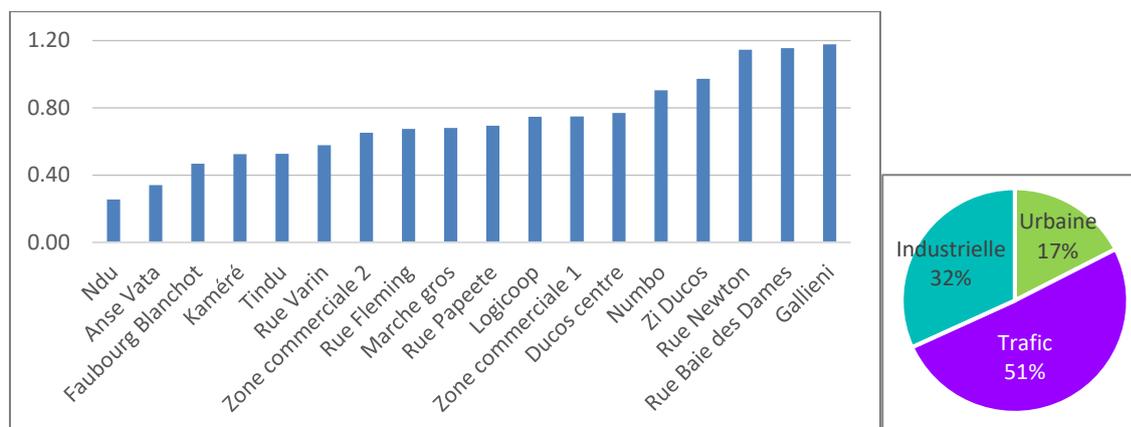


Figure 41 : Concentration moyenne en 1,2,4-tri-méthylbenzène par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en 1,2,4-tri-méthylbenzène par typologie (%)

4.2.8.2 Situation par rapport aux normes

Le 1,2,4-tri-méthylbenzène n'est pas encadré par la réglementation de la qualité de l'air en Europe.

4.2.9 Le 2-éthyl-1-hexanol

Valeur globale : La moyenne globale sur l'ensemble des campagnes et des sites est de $0.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que les concentrations par site varient de 0.25 à $1.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit entre un niveau vert à beige d'après la classification de la figure ci-dessous.

Valeurs par site : Les valeurs observées sont comprises entre 0.14 et $1.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'étude.

Valeurs moyennes par campagne : Les concentrations moyennes obtenues sur une semaine vont de $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 3) à $0.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (campagne 1).

4.2.9.1 Représentations cartographiques et interprétations

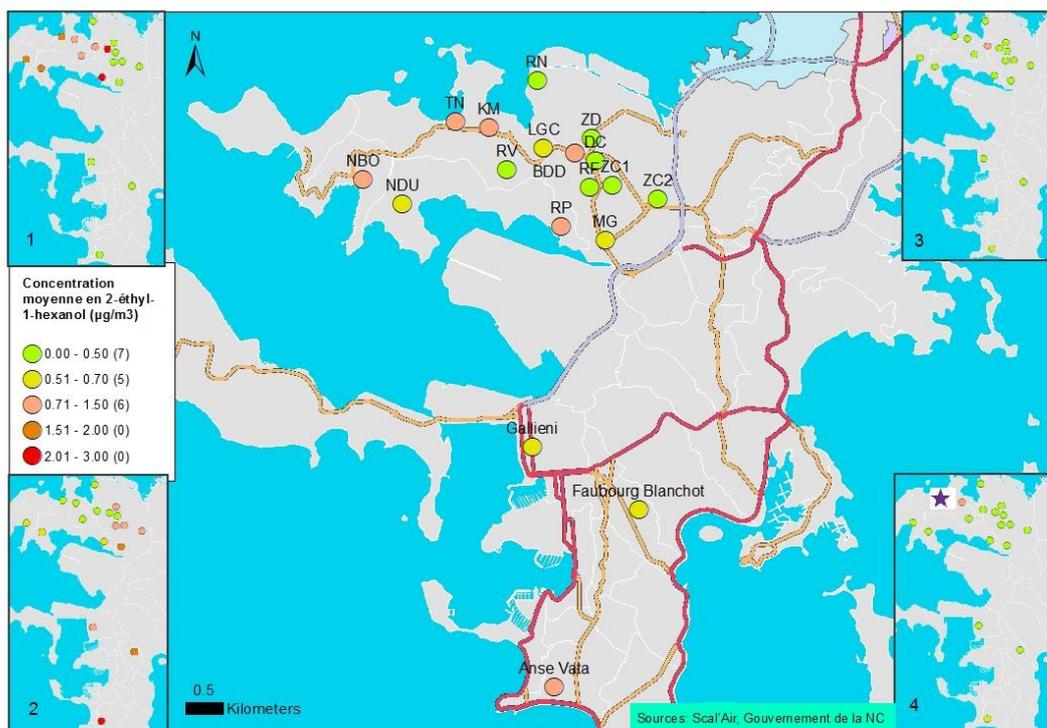


Figure 42 : Représentation spatiale des concentrations en 2-éthyl-1-hexanol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone de Nouméa à l'échelle de l'année et par campagne de mesures

Le composé 2-éthyl-1-hexanol est réparti de manière hétérogène sur les quartiers étudiés de Nouméa. Les résultats montrent des disparités saisonnières à la fois en termes de localisation et de quantité de polluant. En saison estivale (carte 3 et 4), les concentrations de 2-éthyl-1-hexanol sont généralement très faibles sur le périmètre d'étude. En saison hivernale (carte 1 et 2), on remarque une sectorisation ouest/est de la répartition spatiale de cette substance. Par ailleurs, on remarque que les concentrations sont inversement proportionnelles de la campagne de juin à septembre 2015 (figure 43 ; campagne 1 et 2).

On constate des tendances inverses quant à la plupart des polluants précédemment vus : c'est-à-dire que les sites généralement moins impactés par les polluants sont ici parmi les plus impactés.

Le site le moins affecté par le 2-éthyl-1-hexanol est celui de Ducos centre avec une concentration visiblement inférieure (figure 43). Le site « Rue Papeete » a la plus haute concentration.

L'hyper centre de Ducos est relativement peu concerné par le 2-éthyl-1-hexanol comme le montre les cartes de répartition spatiale du polluant. Ponctuellement dans Ducos, on relève des sites avec de faibles concentrations en 2-éthyl-1-hexanol, comme les sites de Gallieni (type trafic) et du Faubourg Blanchot (type urbain). Au niveau du site de l'Anse Vata, les concentrations relevées ont été verte à jaune durant trois campagnes, et plus élevées (rouge) lors de la campagne de septembre (n°2).

Les différentes sources du 2-éthyl-1-hexanol sont décrites en annexe 1.

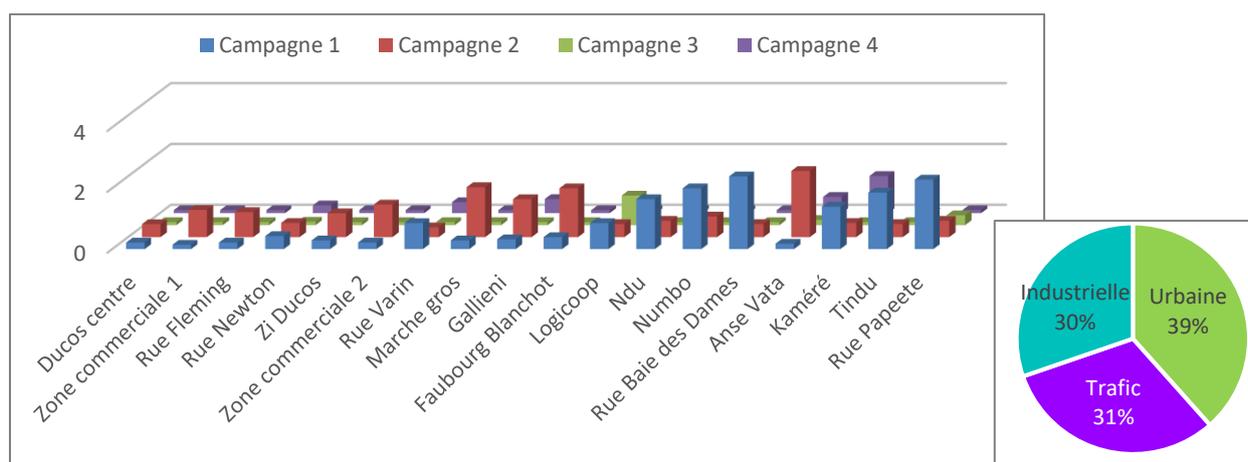


Figure 43 : Concentration moyenne en 2-éthyl-1-hexanol par site et par campagne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); et proportion des concentrations moyennes en 2-éthyl-1-hexanol par typologie (%)

4.2.9.2 Situation par rapport aux normes

Aucun cadre réglementaire n'est défini pour le 2-éthyl-1-hexanol en terme de qualité de l'air ambiant.

4.2.10 Substances particulières

Des substances se sont ponctuellement distinguées en certains lieux et campagnes. Il est intéressant de les relever afin d'en comprendre leur(s) origine(s) qui semble(nt) alors localisée(s).

➤ Le n-butyl-acétate

Ce COV est utilisé dans des domaines variés (solvant dans l'industrie ou constituant de produits ménagers et industriels). Les différentes sources sont décrites en annexe 1.

Le n-butyl-acétate a été relevé en quantité supérieure (jusqu'à 4 fois sa concentration moyenne) sur certains points comparés au reste de la zone d'échantillonnage, sans corrélation visible avec la force ou la direction du vent. On a constaté que ces occurrences avaient lieu dans l'hyper centre de Ducos notamment sur les sites « Rue Flemming », « Logicoop », et « Zi Ducos », ainsi que sur le site « Rue Newton ».

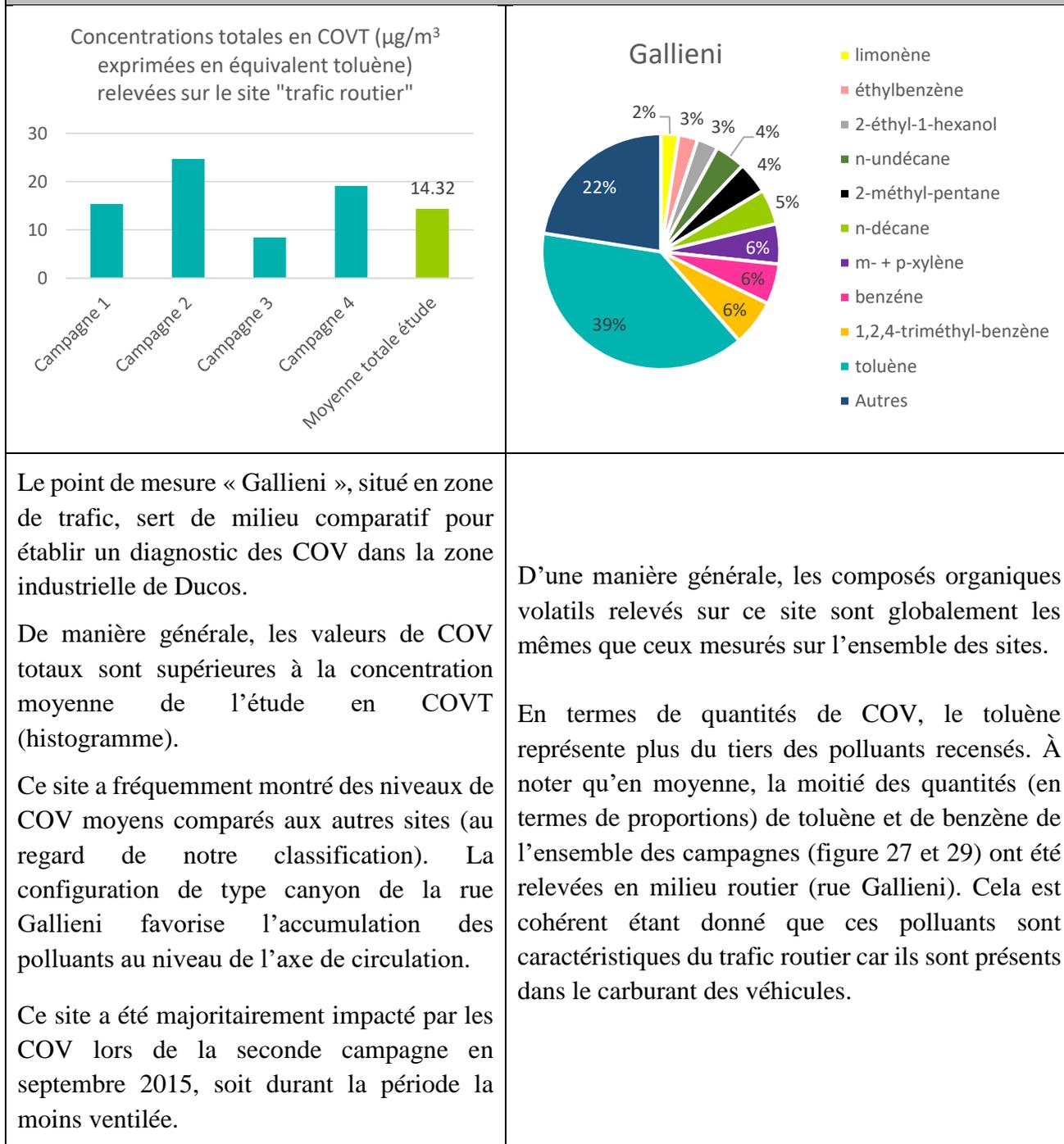
Il n'existe pas de valeurs réglementaires pour l'air ambiant.

4.3 Résultats par site de mesure

Les objectifs de cette section sont de :

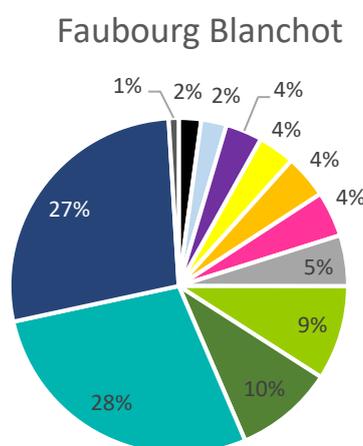
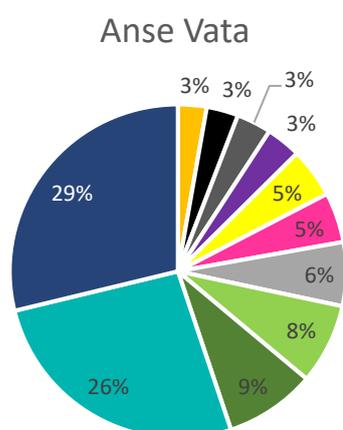
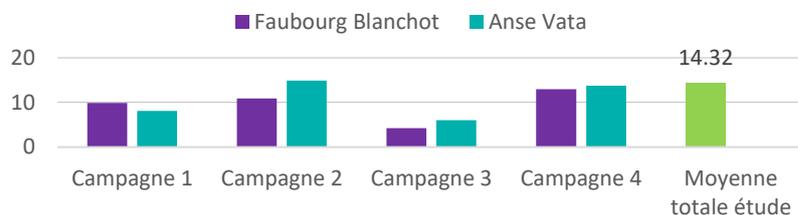
- Caractériser les niveaux de pollution ambiante par les COV selon les typologies de site,
- Identifier les sites préoccupants, qui pourraient éventuellement faire l'objet d'un suivi particulier,
- Déterminer les COV majeurs de ces points de mesures.

4.3.1 Site trafic : Gallieni



4.3.2 Site urbain : Anse Vata et Faubourg Blanchot

Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ exprimées en équivalent toluène) relevées sur les sites "urbains" par campagne



- 2-méthyl-pentane
- n-nonane
- m- + p-xylène
- limonène
- 1,2,4-triméthyl-benzène
- benzène
- 2-éthyl-1-hexanol
- n-décane
- n-undécane
- toluène
- Autres
- 2-éthoxy-éthanol

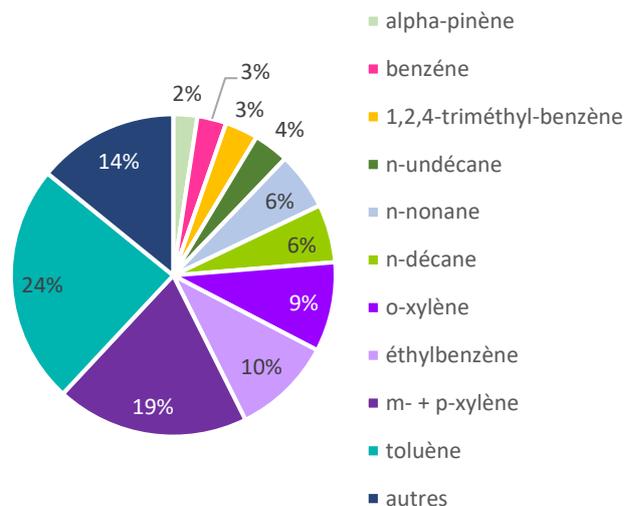
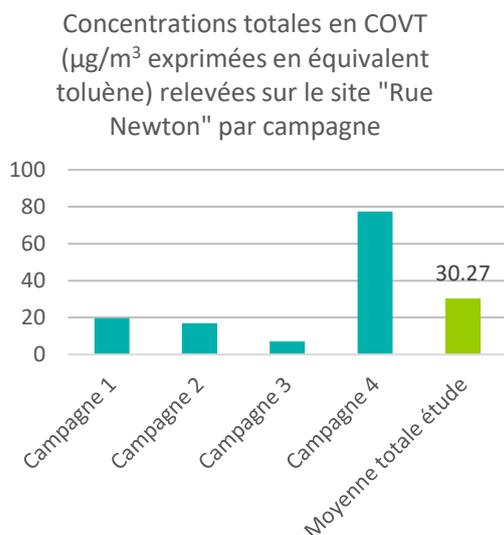
Les sites de fond urbains servent de sites témoins pour évaluer la pollution dans la zone industrielle de Ducos. Les quantités de COV mesurées sur ces lieux sont plus faibles que la quantité moyenne de COVT obtenue durant l'étude (histogramme). L'air ambiant de ces sites est donc généralement peu et le moins impacté par les COV.

Les sites de l'Anse Vata et du Faubourg Blanchot présentent des taux de polluants similaires (histogramme), bien que légèrement plus faible au Faubourg Blanchot, avec sensiblement des compositions d'air ambiant et des profils de concentrations par COV similaires (diagrammes). Parmi les BTEX, 3 ont été relevés, dont le toluène qui est le principal COV mesuré, très représenté spatialement dans la présente étude. Le benzène et le m-p-xylène sont enregistrés en plus faibles proportions. Ensuite, le n-undécane et le n-décane sont quantifiés à hauteur de 8 à 10%.

Les BTEX sont principalement issus du transport routier. Les peintures, les colles pour sol, vernis à bois, moquettes, etc, libèrent également des BTEX et certains autres polluants mesurés. À noter que le limonène est un composé qui peut être caractéristique des zones habitables car il se trouve dans des produits d'entretien, des parfums d'intérieur et des désodorisants.

En milieu urbain, les concentrations de composés organiques volatils sont moindres par rapport à la zone industrielle de Ducos dans le cadre de notre étude. Pour autant, la typologie n'est pas un argument exclusif car les COV sont en majeure partie issus du secteur résidentiel et tertiaire, soit 37% en Nouvelle-Calédonie en 2014 (figure 1). L'hypothèse la plus probable veut que les conditions météorologiques majeures, en l'occurrence les alizées, expliquent, entre autres, les très faibles concentrations en COV dans ces zones, grâce à la dispersion des polluants.

4.3.3 Site industriel : Rue Newton



Le site de mesures placé dans la Rue Newton, de type industriel, est celui ayant eu la plus grande concentration de COV de l'étude à l'échelle annuelle.

C'est au cours de la campagne de décembre 2015, que la qualité de l'air ambiant de cette zone était la moins impactée par la présence de COV. Deux hypothèses peuvent expliquer cela. Dans un premier temps, les quantités de COV pouvaient être si faibles qu'elles n'ont pas été détectées. Dans un second temps, les vents forts enregistrés à cette période ont permis la dispersion des polluants.

En revanche, l'impact des COV à la période de mars 2016 (campagne 4), a été considérable par rapport aux autres campagnes.

En ce point de mesure, 24 COV ont été détectés, parmi ceux prédéfinis, les neuf autres COV sont en-dessous du seuil de quantification.

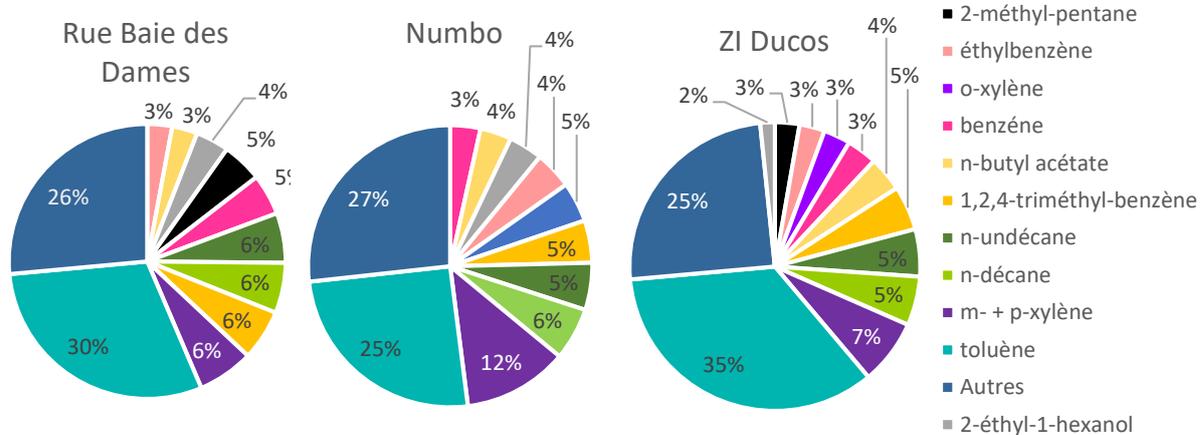
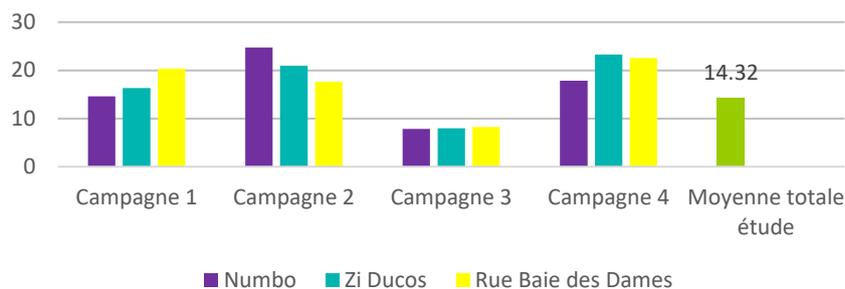
Le diagramme indique la prédominance de deux polluant à l'échelle annuelle : le toluène (24%) et le m-p-xylène (19%). Tous deux ont des sources d'émissions communes telles que le transport routier, les peintures, vernis et colles. Les BTEX sont essentiellement relevés sur ce site.

Le benzène ne représente que 3% des COV totaux mesurés, pour autant il est le seul COV ayant des valeurs limites réglementaires. La valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a pas été franchie. L'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est également respecté si l'on considère la moyenne globale de l'étude. À noter à titre indicatif que la concentration relevée a ponctuellement dépassé les $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sur le site « Rue Newton » ($2.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) au cours de la campagne 4.

Le « n-nonane » et « n-décane » étaient généralement mesurés de manière homogène sur la zone d'étude. Mais nous avons constatés que les concentrations maximales étaient mesurées dans la rue Newton.

4.3.4 Site industriel : Baie des Dames, ZI Ducos et Numbo

Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ exprimées en équivalent toluène) relevées sur les sites "Numbo", "ZI Ducos" et "Baie des Dames" par campagne



Les sites « Baie des Dames », « ZI Ducos » et « Numbo », sont les sites les plus exposés aux COV totaux après le site « Rue Newton » (figure 12). Les deux premiers sites (BDD et ZD) sont géographiquement proches l'un de l'autre, tandis que celui de Numbo est excentré à l'ouest de la zone industrielle de Ducos.

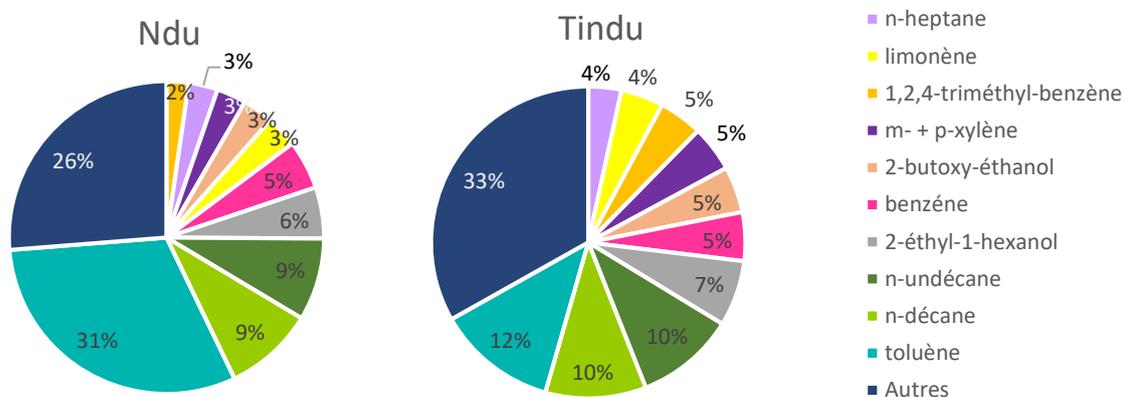
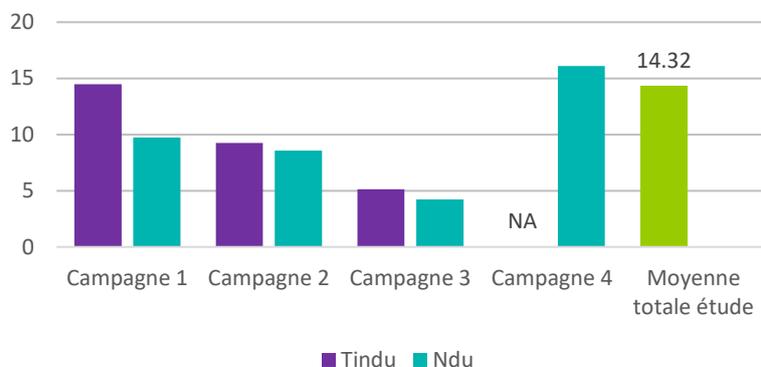
Les concentrations totales en COV totaux sont au-dessus de la moyenne globale ($14.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) durant les $\frac{3}{4}$ de l'étude. Globalement, les sites présentent des profils de concentrations similaires aussi bien pour les COV mesurés que par leurs niveaux de concentrations.

À nouveau le toluène est le principal COV détecté. Le m-p-xylène est le second COV le plus mesuré sur ces sites. Les concentrations de benzène relevées ont été en-deçà du seuil réglementaire de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et ont également respecté l'objectif de qualité.

Le n-butyl-acétate a été relevé parmi les 10 principales substances uniquement sur ces trois sites.

4.3.5 Site industriel : Ndu et Tindu

Concentrations totales en COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ exprimées en équivalent toluène) relevées sur les sites "Ndu" et "Tindu" par campagne



Les sites « Ndu » et « Tindu », de typologie industrielle, se situent à l'ouest du centre de Ducos. D'une manière générale les valeurs rencontrées dans ces zones sont généralement inférieures à la concentration moyenne totale en COVT ($14.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$), et généralement très proches des teneurs obtenues en zones urbaines. Les sites « Ndu » et « Tindu » ont tendance à se comporter comme des sites de typologie urbaine, bien qu'ils soient dans le quartier de Ducos. Il est donc intéressant de relever que la zone industrielle de Ducos ne présente pas les mêmes répartitions de polluants au sein de Ducos et donc que les enjeux sont nuancés.

Au niveau de ces deux points de mesures, le toluène est manifestement le plus représenté. Les 5 COV prédominants sont les mêmes sur ces deux sites. Les profils de concentrations par COV sont également très proches des sites de typologie urbaine. En effet, on remarque la présence de limonène, COV essentiellement mesurés sur les sites l'Anse Vata et du Faubourg Blanchot.

5. Conclusions et perspectives

Les composés organiques volatils sont utilisés dans de nombreux secteurs d'activités, industrielles ou artisanales. La zone de Ducos héberge à la fois des industries et des habitations, amenant donc la problématique de l'impact sanitaire des COV sur les populations à proximité.

Cette première étude a permis d'améliorer les connaissances sur le sujet en dressant un premier état des lieux des niveaux de COV sur Nouméa :

- Les COV sont globalement présents sur l'ensemble des sites étudiés.

Les COV ont une répartition spatiale étendue. Ces polluants se retrouvent aussi bien sur la zone industrielle de Ducos, qu'en zone de trafic routier (centre-ville), ou encore qu'en zones urbaines (Faubourg Blanchot et Anse Vata).

- Les valeurs réglementaires sont respectées.

Pour rappel, les COV ne bénéficient quasiment pas de cadre réglementaire en terme de qualité de l'air. Le benzène est l'unique COV réglementé en Métropole dans ce cadre et qui dispose d'une valeur limite. Sur l'ensemble de l'étude, les concentrations de benzène ont été inférieures au seuil réglementaire de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de même l'objectif de qualité fixé par l'OMS à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle a été respecté, bien que nos données ne soient pas annuellement représentatives.

- Dans la zone de Ducos, certains sites s'apparentent aux sites témoins.

Les sites de Gallieni (*i.e.* trafic), de l'Anse Vata et du Faubourg Blanchot (*i.e.* urbains) ont été analysés dans la perspective de servir de « témoin », afin d'évaluer les concentrations de COV dans la zone industrielle de Ducos. Comme prévu, les sites urbains montrent des taux de COV inférieurs à la zone d'étude. Cependant, contrairement aux idées de départ, les taux de COV totaux en zone de trafic sont similaires voire plus importants qu'en zone industrielle.

De ce fait, il serait judicieux d'analyser plusieurs sites de type « trafic routier » lors de la prochaine campagne de mesures des COV afin de compléter ces résultats. D'autant que lors des campagnes des BTEX, le site de Gallieni disposait de taux de polluants parmi les plus faibles de la zone d'étude.

- Dans la zone industrielle de Ducos, les substances relevées et leurs concentrations diffèrent d'un lieu à un autre.

Effectivement, le site de « Newton » est généralement plus impacté par les COV dans l'air ambiant comparé à la zone d'étude. De même, dans l'hyper centre de Ducos (*i.e.* RF, DC, ZD, ZC1, BDD), les concentrations sont légèrement supérieures aux sites alentours.

Parallèlement, au sein de la presqu'île de Ducos, les sites les plus éloignés de la zone industrielle se distinguent avec des concentrations très similaires à celles mesurées au niveau des sites de fond urbains notamment « Ndu » et « Tindu ». Ces derniers, avec des concentrations très faibles, s'apparentent donc aux sites des quartiers Sud de Nouméa à savoir l'Anse Vata et le Faubourg Blanchot.

Il n'existe pas de valeur de référence pour les COV totaux en air ambiant. Ceci-dit, à titre indicatif, l'AFSSET préconise de ne pas dépasser 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de COVT en air intérieur sur 28 jours⁸, en cela les résultats sont bien inférieurs à ce seuil.

➤ Un panel de COV pertinent

Tous les COV initialement sélectionnés pour être analysés dans cette étude n'ont pas été détectés sur la zone d'étude. Une gamme de substances est communément présente sur la zone d'étude à savoir le toluène, les xylènes, n-décane, et n-undécane. À noter que le toluène est la substance majeure quantitativement et spatialement parlant, tout en respectant les valeurs de référence.

Il ne sera pas nécessaire de réitérer l'analyse des 33 COV lors des prochaines campagnes de mesures des COV. Seuls une quinzaine seront pertinents (figure 25), soient ceux qui ont été détectés (les quinze premiers).

➤ Les perspectives

L'étude a fourni des éléments d'aide à la décision quant à la surveillance de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie. En l'occurrence en 2017, le second Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA) en Nouvelle-Calédonie est en cours de rédaction. Au vu des résultats, il n'est pas indispensable de mettre en place un suivi en continu des composés organiques volatils sur la ville de Nouméa.

Néanmoins, il serait intéressant de suivre les COV retenus dans notre étude, particulièrement et prioritairement le benzène, ainsi que d'autres composés éventuels cités ci-dessus, à intervalles réguliers afin d'évaluer l'évolution des taux dans l'air ambiant. D'autant que l'Europe et la Métropole s'inscrivent dans une perspective de réduction des niveaux de COV dans l'air et que l'arrêté du 19 avril 2017 impose le suivi des COV, en tant que précurseurs d'ozone, aux organismes compétents. D'autres substances préoccupantes en termes de toxicité humaine qui pourraient être considérées dans les analyses futures :

- 1,3-butadiène, cancérigène probable⁵, réglementés en Europe en tant que précurseurs d'ozone
- Formaldéhyde, cancérigène avéré, réglementés en Europe en tant que précurseurs d'ozone

6. Annexes

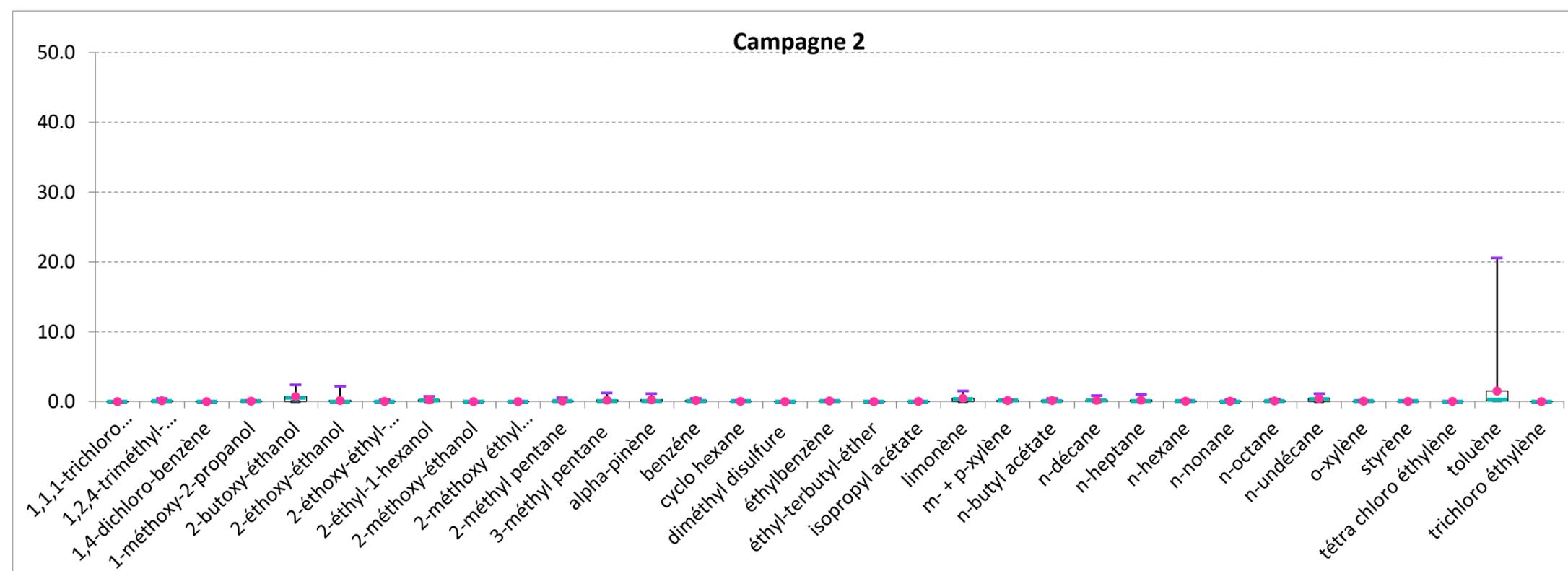
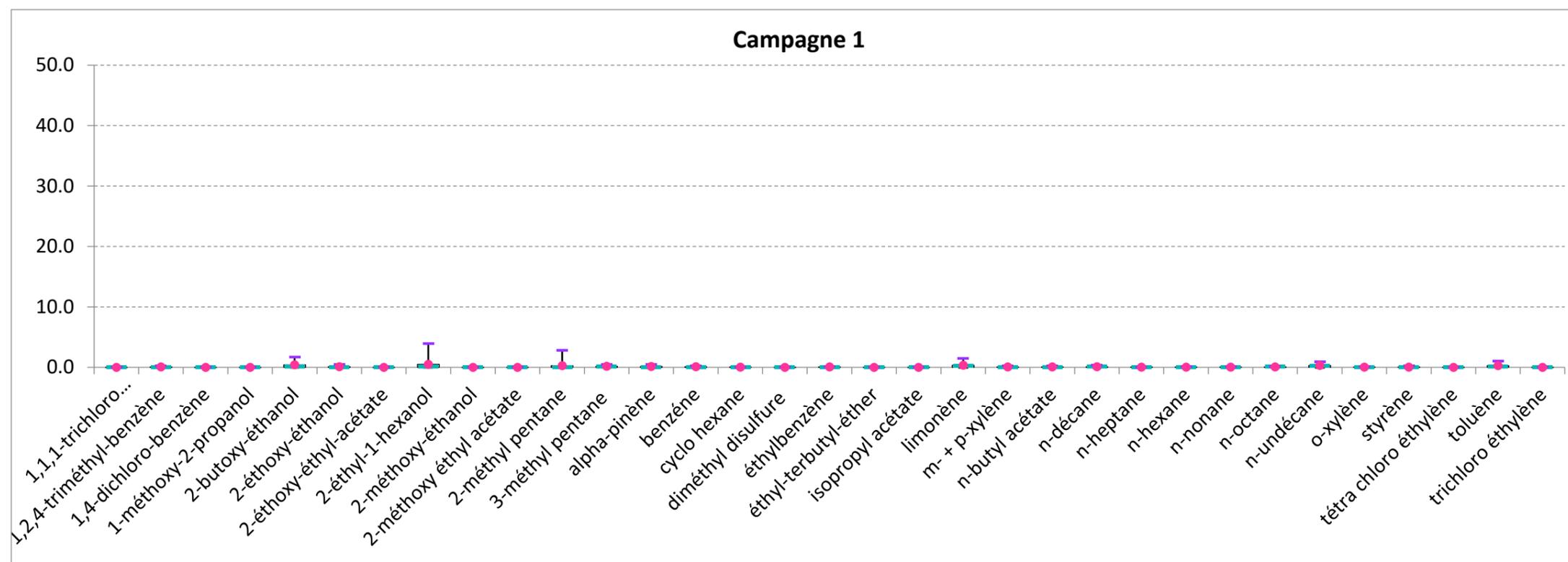
Annexe 1 : Détails des polluants étudiés

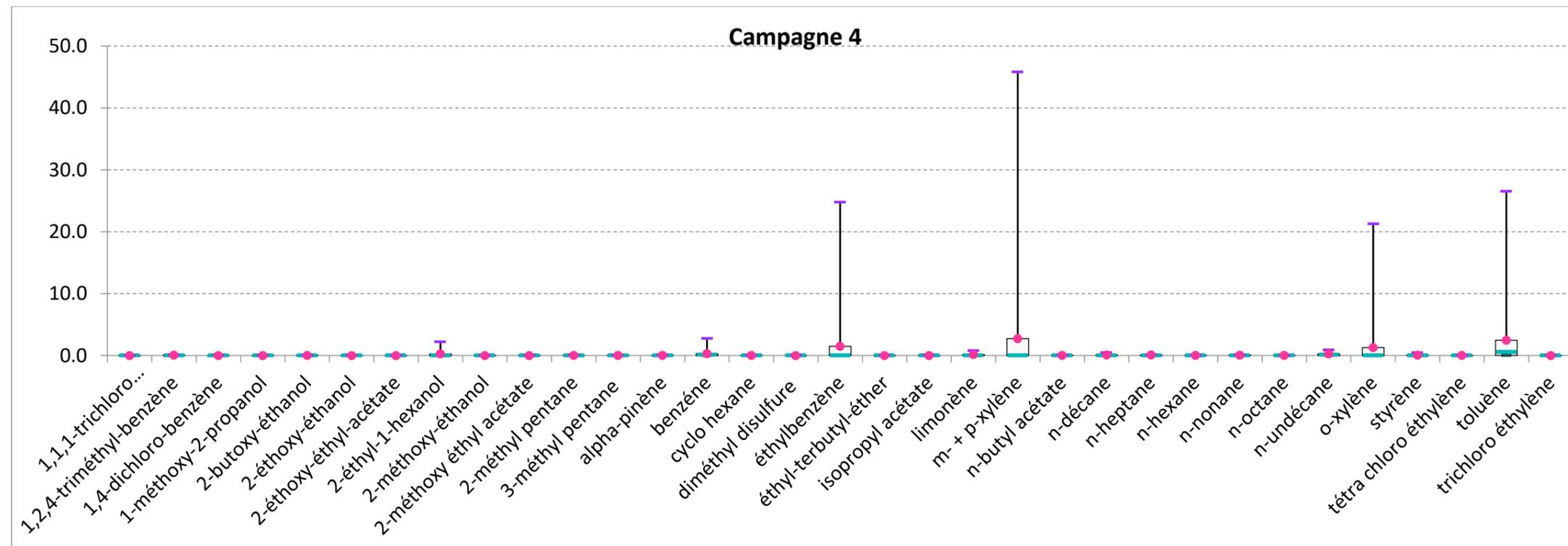
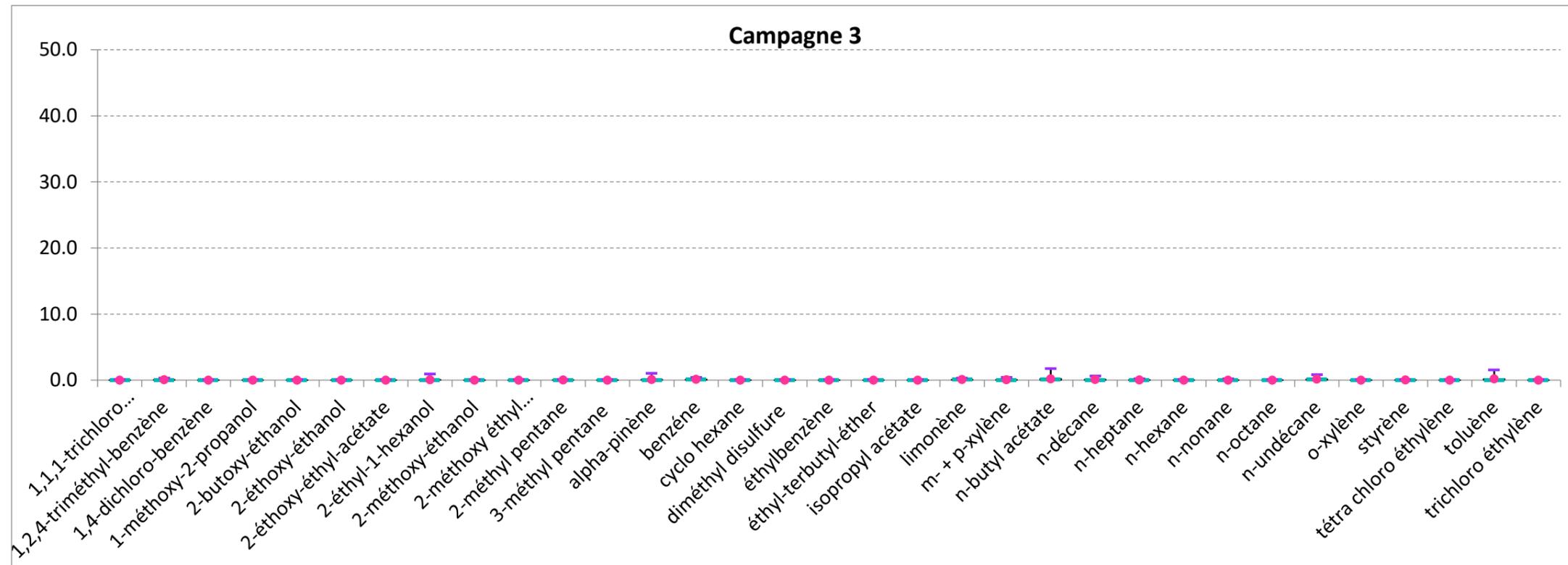
Famille chimique	Substance	Sources majoritaires	Propriétés physiques	Risques sanitaires (non exhaustif)
Acétate	n-butyl acétate	Solvant utilisé dans des domaines variés : - Solvant dans l'industrie (peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, industrie cosmétique). - Constituant de produits divers (dégraissant, cosmétiques) ; d'entretien ménager et industriels (mécanique et métallurgique); phytosanitaires (fongicides, herbicides); de traitement des bois.	Liquide incolore, d'odeur fruitée, volatil	Irritation des muqueuses respiratoires et oculaires
	Isopropyl acétate	Solvant de résines, solvant d'encre d'imprimerie		
Alcane	n-décane	Fabrication de produit organique. Contenus dans white-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant.	Liquide incolore, odeur d'hydrocarbure	
	n-nonane	Composant du pétrole communément appelé le kérozène, utilisé pour le chauffage, et l'essence des "jets". Il est aussi utilisé comme solvant et comme additif au carburant. Présent dans de nombreuses huiles de plantes.	Liquide incolore	
	n-undécane	Contenus dans white-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, nettoyants pour sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant.	Liquide incolore	
	n-heptane	Transport routier, raffinerie (produits pétroliers), solvant pour colles, encres, caoutchoucs et matières plastiques. Solvant d'extraction.	Liquide incolore, faible odeur	Irritant pour la peau, somnolences et vertiges potentiel
	n-hexane	Transport routier (évaporation d'essence), raffinerie: produits pétroliers. Solvant pour la fabrication des polymères, polyoléfines, caoutchoucs synthétiques.	Liquide incolore, odeur d'hydrocarbure, très volatil	Irritant pour la peau, somnolences, vertiges, risque d'effet graves pour la santé en cas d'exposition prolongée
	n-octane	Sources très nombreuses : Les industries chimiques, les utilisations de produits solvantés en industrie et ailleurs, l'utilisation de peinture, les transports,...	Liquide incolore	Irritants pour la peau, somnolences et vertiges potentiels
	2-méthyl pentane 3-méthyl pentane			
Alcool	2-éthyl-1-hexanol	Solvant de colorants, solvant de résines. Utilisé dans la fabrication d'une variété de produits. Il fait partie des alcools de synthèse les plus importants	Liquide incolore et clair	
Composé organique aromatique	Styrène	Le styrène est utilisé essentiellement pour la fabrication de matières plastiques et caoutchoucs : polystyrènes ; matières plastiques transparentes; copolymères de certaines substances (ABS, SAN, MBS, SBR) ; polyesters insaturés et polyesters insaturés renforcés (fibres de verre). Il est également utilisé en synthèse organique.	Liquide incolore à jaunâtre, visqueux, odeur plaisante	Irritation des muqueuses oculaire et respiratoire, de la peau. Les effets aigus et chroniques portent principalement sur le système nerveux central
Ethers et esters	1-méthoxy-2-propanol	Utilisés principalement comme solvants dans l'industrie des peintures, vernis, laques et encres d'imprimerie. Composants de produits d'entretien ménagers et industriels, dégraissants pour pièces métalliques, colles. On le retrouve dans l'industrie électronique, l'industrie du cuir, les produits phytopharmaceutiques, les cosmétiques... Le PGME est utilisé comme intermédiaire de synthèse, en particulier pour la fabrication de l'acétate.	Liquide incolore	
	2-butoxy éthanol	- Solvant dans l'industrie des peintures, vernis, laques et encres d'imprimerie; l'industrie pharmaceutique, l'industrie électronique, dans la formulation de certaines colles; dans les colorants capillaires. - Produit entrant dans la formulation d'agents de nettoyage ménagers et industriels (produits d'entretien divers, lave-vitres, nettoyants moquette, dégraissants pour pièces métalliques, détachants textiles, agents anti-rouille...) - Intermédiaire de synthèse organique, notamment pour la fabrication de l'acétate de 2-butoxyéthyle.	Liquide incolore	
	2-éthoxy éthanol	Il a été utilisé principalement comme : - solvant pour la fabrication des peintures, laques et vernis, encres d'imprimerie ; - solvant dans l'industrie des matières plastiques, de la nitrocellulose, de certains colorants pour l'industrie textile et l'industrie du cuir... ; - intermédiaire de synthèse ; - antigel pour carburants d'aviation.	Liquide incolore, odeur agréable	
	2-éthoxy éthyl acétate	NA	Liquide incolore, odeur agréable	
	2-méthoxy éthyl acétate	Solvant (fabrication des laques, encres d'imprimerie, industrie des matières plastiques, de la nitrocellulose, des dérivés cellulose...). Industries textile, photographique.	Liquide incolore, odeur agréable	
	2-méthoxy éthanol	Utilisé comme solvant pour de nombreuses fins telles que des vernis, des colorants et des résines. Il est également utilisé comme additif dans les solutions de dégivrage d'avion.	Liquide incolore	
Hydrocarbure aliphatique	Trichloro éthylène	Utilisé en industrie, intermédiaire de synthèse, comme solvants pour vernis, peintures, colles, teintures de tissus, décapants, lubrifiants, formulation d'adhésifs Dégraissage et nettoyage (en phase vapeur) des métaux. Détachant pour l'industrie du textile et du vêtement	Liquide incolore, odeur douce rappelant celle du chloroforme	CMR (Cancérogène, mutagène, reprotoxique) probable
	Cyclo hexane	Utilisé comme solvant apolaire dans l'industrie chimique, mais aussi comme réactif pour la production industrielle de l'acide adipique et du caprolactame, intermédiaires utilisés dans la production du nylon.	Liquide incolore, odeur agréable	
Hydrocarbures aromatiques	1,2,4-triméthyl-benzène	Intermédiaire de synthèse. Constituant de solvants pétroliers (white-spirit ordinaire, solvant naphta, solvants aromatiques, etc. ...) utilisés pour la formulation de diluants, peintures, vernis, encres, pesticides. Fabrication de parfums, fabrication de résines. Constituants de carburants et de goudrons.	Liquide incolore, odeur aromatique très forte	Irritant pour les voies respiratoires
	Benzène	Transport routier, fumée de cigarette, produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration. Issu de l'industrie pétrolière et de la combustion de certains produits. Utilisation dans l'essence, les encres, les peintures, les colles et par de nombreux secteurs industriels : fabrication d'élastomères (ex: semelles des chaussures) de plastiques, de résines, de colorants, de pesticides, de produits pharmaceutiques, de détergents, de dissolvants. Secteurs résidentiel et tertiaire qui en sont la source d'émission principale (74,7% en 2008)	Liquide incolore, odeur aromatique	Benzène est un cancérigène avéré, responsable de leucémie
	Éthylbenzène	Transport routier, pesticides, colles de moquette, les vernis, les peintures et le tabac. Fabrication du styrène, comme intermédiaire de synthèse de produits organiques, solvants dans l'industrie des peintures et revêtements, etc, dans les carburants. Et éléments de la vie quotidienne : aliments, eau potable	Liquide incolore, odeur aromatique caractéristique	Irritation, cancérogène probable pour l'homme par le CIRC
	m- + p-xylène	Transport routier, peintures, vernis, colles. Présent dans les carburants pour voiture à essence seulement. Présent dans les insecticides. Composé traceur des activités de peintures automobile, carrosserie.		Nocif, mais pas suffisamment documenté
	o-xylène	Transport routier, peintures, vernis, colles. Composé appartenant à la famille du toluène. Insecticides. Présent dans les carburants pour voiture à essence seulement.	Liquide, odeur sucrée	Nocif, mais pas suffisamment documenté

	Toluène	Transport routier et solvant pour peintures, vernis, encres d'imprimerie, colles, cires, etc. ; solvant d'extraction dans l'industrie cosmétique, l'industrie pharmaceutique. Intermédiaire de synthèse pour la fabrication de nombreux produits : benzène et xylènes, phénol, nitrotoluène, etc. Le toluène est utilisé, en mélange avec le benzène et les xylènes, comme additif de carburants.	Liquide incolore, odeur aromatique	Reprotoxique. En cours de révision
Terpène	Alpha-pinène	Terpène le plus courant dans la nature. Désodorisant, parfum d'intérieur, produits d'entretien, bois, insecticides, solvants,	Liquide clair, odeur de sapin	Irritation
	Limonène	Désodorisant, parfum d'intérieur, produits d'entretien, bois.		
	1,1,1-trichloro éthane	Dégraissage des métaux, le nettoyage dans diverses industries ou la formulation de colle	Liquide incolore, odeur éthérée, volatil	
	1,4-dichloro benzène	Utilisé comme pesticide, désinfectant et désodorisant	Solide incolore, odeur forte	
	Diméthyl disulfure		Liquide incolore, odeur très désagréable	
	Éthyl terbutyl éther	Additif pour carburant oxygéné couramment utilisé dans la production d'essence à partir de pétrole brut.	Liquide incolore	
	Tétra chloro éthylène	Il n'existe pas à l'état naturel. Il est largement utilisé comme solvant industriel, c'est d'ailleurs le plus courant des solvants. Utilisations : dégraissage et nettoyage de pièces métalliques ; nettoyage à sec des vêtements (dans les pressing) ; finissage des textiles ; extraction des huiles et graisses ; intermédiaire de synthèse.	Liquide incolore, volatil	Cancérogène probable pour l'homme par le CIRC Précurseurs d'ozone, dangereux pour l'environnement car il se dégrade très lentement.

Sources : INRS¹⁴, CSST¹⁵, AIR PACA², ATMO ALSACE¹⁶.

Annexe 2 : Boxplot représentant la variabilité des mesures de polluants entre les doublons de tubes passifs posés sur chaque site, au cours de chaque campagne





Annexe 3 : Concentrations brutes en µg/m³ (moyennes des doublons) par COV relevées sur chaque site lors de la campagne 1 menée en juin 2015.

		Résultats_Campagne_1																																
N° progr.	Nom du site	1,1,1-trichloro éthane	1,2,4-triméthyl-benzène	1,4-dichlorobenzène	1-méthoxy-2-propanol	2-butoxy-éthanol	2-éthoxy-éthanol	2-éthoxy éthyl acétate	2-éthyl-1-hexanol	2-méthoxy éthanol	2-méthoxy éthyl acétate	2-méthyl-pentane	3-méthyl-pentane	alpha-pinène	benzène	cyclo hexane	diméthyl disulfure	éthylbenzène	éthyl terbutyl éther	isopropyl acétate	limonène	m- + p-xylène	n-butyl acétate	n-décane	n-heptane	n-hexane	n-nonane	n-octane	n-undécane	o-xylène	styrène	tétrachloroéthylène	toluène	trichloro-éthylène
1	Anse Vata	0.10	0.40	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.18	0.10	0.10	0.88	0.18	0.13	0.51	0.10	0.10	0.22	0.10	0.10	0.40	0.31	0.11	1.32	0.14	0.18	0.32	0.19	0.98	0.14	0.19	0.10	1.38	0.10
2	Faubourg Blanchot	0.10	0.65	0.10	0.10	0.26	0.10	0.10	0.39	0.10	0.10	0.28	0.26	0.21	0.48	0.09	0.10	0.34	0.10	0.10	0.60	0.56	0.10	1.69	0.22	0.22	0.44	0.34	1.66	0.23	0.15	0.10	1.80	0.10
3	Gallieni	0.10	1.68	0.10	0.10	0.60	0.10	0.10	0.32	0.10	0.10	0.92	0.50	0.13	1.16	0.09	0.10	0.73	0.10	0.10	0.56	1.48	0.11	1.28	0.30	0.48	0.34	0.25	1.06	0.56	0.19	0.10	3.57	0.10
4	Marche gros	0.10	0.91	0.10	0.09	0.42	0.10	0.10	0.29	0.10	0.10	0.42	0.30	0.48	0.70	0.11	0.10	0.48	0.10	0.10	0.76	1.00	0.23	1.19	0.32	0.26	0.32	0.30	1.40	0.35	0.17	0.14	2.26	0.10
5	Zone commerciale 2	0.10	0.77	0.10	0.10	0.44	0.10	0.10	0.21	0.10	0.10	0.42	0.28	0.21	0.90	0.07	0.10	0.42	0.10	0.10	0.32	0.79	0.19	1.14	0.20	0.24	0.34	0.23	0.89	0.29	0.19	0.10	2.24	0.10
6	Zone commerciale 1	0.10	1.03	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.10	0.10	0.58	0.26	0.10	0.72	0.11	0.10	0.64	0.10	0.10	0.16	1.65	0.46	1.74	0.28	0.34	0.39	0.23	1.40	0.60	0.19	0.10	2.53	0.10
7	Rue Fleming	0.10	0.96	0.10	0.12	0.21	0.10	0.10	0.21	0.10	0.10	0.68	0.30	0.48	0.62	0.11	0.10	1.03	0.10	0.10	0.36	2.94	3.37	1.56	0.28	0.32	0.44	0.32	1.62	1.12	0.17	0.10	2.84	0.10
8	Ducos centre	0.10	1.00	0.10	0.10	0.13	0.10	0.10	0.21	0.10	0.10	0.82	0.42	0.13	0.66	0.11	0.10	0.54	0.10	0.10	0.40	1.15	0.69	1.37	0.26	0.34	0.41	0.30	1.02	0.44	0.21	0.18	2.59	0.10
9	Zi Ducos	0.10	1.37	0.10	0.11	0.16	0.19	0.10	0.29	0.10	0.10	0.70	0.52	0.32	0.64	0.18	0.10	0.61	0.10	0.10	0.56	1.49	0.64	1.53	0.40	0.48	0.61	0.38	1.19	0.58	0.21	0.10	4.62	0.10
10	Rue Newton	0.10	1.84	0.10	0.09	0.16	0.13	0.10	0.43	0.10	0.10	0.58	0.34	1.12	0.88	0.15	0.10	0.60	0.10	0.10	0.68	1.57	0.67	3.61	0.56	0.36	3.69	0.49	1.78	0.75	0.19	0.40	2.77	0.10
11	Rue Baie des Dames	0.10	1.70	0.10	0.10	0.24	0.15	0.10	2.39	0.10	0.10	1.12	0.68	0.32	0.90	0.17	0.10	0.81	0.10	0.10	0.64	1.76	0.77	1.92	0.48	0.60	0.73	0.47	1.61	0.66	0.51	0.09	4.27	0.10
12	Logicoop	0.10	0.93	0.10	0.13	0.55	0.34	0.10	0.86	0.10	0.10	0.68	0.76	0.56	0.72	0.15	0.10	0.62	0.10	0.10	1.39	1.36	1.14	1.60	0.34	0.40	0.56	0.38	1.78	0.50	0.24	0.09	3.16	0.10
13	Rue Varin	0.10	0.70	0.10	0.11	0.95	0.27	0.10	0.86	0.10	0.10	0.42	0.46	0.37	0.64	0.09	0.10	0.50	0.10	0.10	0.84	1.07	0.67	1.53	0.26	0.30	0.39	0.30	1.53	0.41	0.17	0.10	2.07	0.10
14	Kaméré	0.10	0.84	0.10	0.10	0.18	0.21	0.10	1.39	0.10	0.10	0.48	0.44	0.56	0.66	0.11	0.10	0.48	0.10	0.10	0.72	0.96	0.56	1.67	0.28	0.32	0.39	0.34	1.23	0.37	0.19	0.10	2.31	0.10
15	Tindu	0.10	0.77	0.10	0.10	1.45	0.37	0.10	1.86	0.10	0.10	0.38	0.58	0.48	0.66	0.09	0.10	0.44	0.10	0.10	0.92	0.86	0.42	1.76	0.34	0.26	0.44	0.38	1.79	0.31	0.21	0.10	1.97	0.10
16	Ndu	0.10	0.33	0.10	0.10	0.92	0.19	0.10	1.64	0.10	0.10	0.26	0.24	0.24	0.44	0.10	0.10	0.22	0.10	0.10	0.68	0.44	0.27	1.58	0.20	0.12	0.36	0.38	1.23	0.19	0.15	0.10	1.00	0.10
17	Numbo	0.10	0.84	0.10	0.10	0.84	0.17	0.10	2.00	0.10	0.10	0.44	0.36	0.32	0.61	0.11	0.10	0.62	0.10	0.10	0.68	1.29	0.67	1.72	0.24	0.30	0.41	0.40	1.32	0.50	0.21	0.10	2.60	0.10
18	Rue Papeete	0.10	1.00	0.10	0.10	0.18	0.10	0.10	2.28	0.10	0.10	2.30	0.62	0.24	0.79	0.13	0.10	0.54	0.10	0.10	0.88	1.06	0.31	1.65	0.28	0.46	0.44	0.36	1.19	0.41	0.32	0.10	3.01	0.10
Concentration moyenne par COV		0.10	0.98	0.10	0.10	0.44	0.16	0.10	0.89	0.10	0.10	0.69	0.42	0.35	0.70	0.12	0.10	0.54	0.10	0.10	0.64	1.21	0.63	1.66	0.30	0.33	0.61	0.34	1.37	0.47	0.21	0.12	2.61	0.10

Annexe 4 : Concentrations brutes en µg/m³ (moyennes des doublons) par COV relevées sur chaque site lors de la campagne 2 menée en septembre 2015.

		Résultats_Campagne_2																																
N° progr.	Nom du site	1,1,1-trichloro éthane	1,2,4-triméthyl-benzène	1,4-dichlorobenzène	1-méthoxy-2-propanol	2-butoxy-éthanol	2-éthoxy-éthanol	2-éthoxy éthyl acétate	2-éthyl-1-hexanol	2-méthoxy éthanol	2-méthoxy éthyl acétate	2-méthyl-pentane	3-méthyl-pentane	alpha-pinène	benzène	cyclo hexane	diméthyl disulfure	éthylbenzène	éthyl terbutyl éther	isopropyl acétate	limonène	m- + p-xylène	n-butyl acétate	n-décane	n-heptane	n-hexane	n-nonane	n-octane	n-undécane	o-xylène	styrène	tétrachloroéthylène	toluène	trichloro-éthylène
1	Anse Vata	0.10	0.47	0.10	0.10	1.00	1.35	0.10	2.17	0.10	0.10	0.38	0.94	0.40	0.75	0.09	0.10	0.38	0.10	0.10	1.31	0.57	0.15	1.33	0.24	0.30	0.46	0.24	2.00	0.27	0.17	0.09	1.90	0.10
2	Faubourg Blanchot	0.10	0.65	0.10	0.10	0.26	0.13	0.10	1.61	0.10	0.10	0.42	0.28	0.32	0.51	0.07	0.10	0.24	0.10	0.10	0.72	0.52	0.08	1.28	0.24	0.26	0.34	0.25	1.53	0.25	0.32	0.10	1.97	0.10
3	Gallieni	0.10	0.95	0.10	0.10	0.66	0.10	0.10	1.25	0.10	0.10	1.08	0.50	0.16	0.95	0.18	0.10	0.48	0.10	0.10	0.40	1.02	0.21	1.28	0.32	0.50	0.39	0.32	1.02	0.46	0.21	0.10	13.30	0.10
4	Marche gros	0.10	1.00	0.10	0.18	1.39	0.43	0.25	1.64	0.10	0.10	1.16	1.04	1.20	0.92	0.17	0.10	0.54	0.10	0.10	1.71	1.21	0.62	1.85	0.56	0.66	0.78	0.70	1.87	0.52	0.19	0.12	3.35	0.10
5	Zone commerciale 2	0.10	0.86	0.10	0.11	0.68	0.13	0.10	1.07	0.10	0.10	0.62	0.42	0.48	1.10	0.11	0.10	0.50	0.10	0.10	0.60	1.00	0.37	1.56	0.44	0.44	0.58	0.32	1.28	0.44	0.24	0.09	3.10	0.10
6	Zone commerciale 1	0.10	0.96	0.10	0.11	0.55	0.10	0.10	0.89	0.10	0.10	0.68	0.36	0.48	0.77	0.17	0.10	0.58	0.10	0.10	0.44	1.34	0.75	1.81	0.56	0.40	0.63	0.23	1.15	0.56	0.23	0.09	3.42	0.10
7	Rue Fleming	0.10	0.72	0.10	0.15	0.89	0.11	0.10	0.82	0.10	0.10	0.56	0.42	0.48	0.70	0.11	0.10	0.56	0.10	0.10	0.52	1.29	1.63	1.60	0.40	0.32	0.51	0.23	1.40	0.50	0.24	0.10	2.79	0.10
8	Ducos centre	0.10	0.91	0.10	0.11	0.21	0.10	0.10	0.43	0.10	0.10	2.62	1.18	0.16	1.03	0.24	0.10	0.60	0.10	0.10	0.40	1.34	0.46	1.17	0.59	1.18	0.49	0.21	1.02	0.58	0.24	0.12	4.37	0.10
9	Zi Ducos	0.10	0.95	0.10	0.29	0.66	0.13	0.10	0.78	0.10	0.10	0.72	0.44	0.40	0.68	0.41	0.10	0.81	0.10	0.10	0.80	2.26	0.96	1.37	0.79	0.56	0.53	0.17	1.79	0.89	0.24	0.10	6.43	0.10
10	Rue Newton	0.10	1.45	0.10	0.13	0.66	0.17	0.10	0.46	0.10	0.10	0.54	0.32	1.28	0.63	0.09	0.10	0.44	0.10	0.10	0.60	1.15	0.56	2.57	0.46	0.32	3.02	0.66	1.32	0.58	0.23	0.16	2.33	0.10
11	Rue Baie des Dames	0.10	1.17	0.10	0.11	0.29	0.10	0.10	0.43	0.10	0.10	1.14	0.58	0.32	1.10	0.20	0.10	0.62	0.10	0.11	0.52	1.44	0.96	1.17	0.67	0.58	0.49	0.21	1.32	0.58	0.23	0.09	4.72	0.10
12	Logicoop	0.10	0.72	0.10	0.10	0.24	0.10	0.10	0.43	0.10	0.10	0.50	0.24	0.13	0.85	0.11	0.10	0.42	0.10	0.10	0.37	0.98	0.79	0.99	0.57	0.28	0.34	0.17	0.89	0.35	0.21	0.10	2.66	0.10
13	Rue Varin	0.10	0.79	0.10	0.10	0.21	0.10	0.10	0.32	0.10	0.10	1.10	0.48	0.10	0.72	0.13	0.10	0.46	0.10	0.10	0.20	0.83	0.23	1.12	0.48	0.60	0.34	0.15	0.94	0.37	0.15	0.10	3.77	0.10
14	Kaméré	0.10	0.58	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.46	0.10	0.10	0.52	0.26	0.24	0.83	0.09	0.10	0.32	0.10	0.10	0.52	0.65	0.31	1.19	0.42	0.30	0.34	0.13	1.02	0.29	0.19	0.10	2.23	0.10
15	Tindu	0.10	0.49	0.10	0.10	0.13	0.10	0.10	0.43	0.10	0.10	0.38	0.24	0.16	0.70	0.07	0.10	0.28	0.10	0.10	0.48	0.54	0.19	1.24	0.61	0.22	0.34	0.17	0.94	0.23	0.17	0.10	1.72	0.10
16	Ndu	0.10	0.35	0.10	0.09	0.29	0.10	0.10	0.54	0.10	0.10	0.20	0.12	0.13	0.70	0.09	0.10	0.26	0.10	0.10	0.37	0.50	0.13	1.33	0.85	0.14	0.32	0.17	1.24	0.19	0.17	0.10	1.13	0.10
17	Numbo	0.10	1.61	0.10	0.21	0.68	0.10	0.10	0.68	0.10	0.10	1.14	0.62	0.21	0.77	0.15	0.10	1.83	0.10	0.10	0.33	5.77	1.65	1.51	0.69	0.68	0.46	0.23	1.36	2.14	0.25	0.10	4.41	0.10
18	Rue Papeete	0.10	0.75	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.54	0.10	0.10	0.92	0.42	0.10	1.03	0.13	0.10	0.36	0.10	0.10	0.21	0.73	0.15	1.12	0.47	0.48	0.41	0.17	0.85	0.33	0.19	0.10	2.18	0.10
Concentration moyenne par COV		0.10	0.86	0.10	0.13	0.50	0.20	0.11	0.83	0.10	0.10	0.82	0.49	0.37	0.82	0.15	0.10	0.54	0.10	0.10	0.58	1.29	0.57	1.42	0.52	0.46	0.60	0.26	1.27	0.53	0.21	0.10	3.65	0.10

Annexe 5 : Concentrations brutes en µg/m³ (moyennes des doublons) par COV relevées sur chaque site lors de la campagne 3 menée en décembre 2015.

		Résultats_Campagne_3																																
N° progr.	Nom du site	1,1,1-trichloro éthane	1,2,4-triméthyl-benzène	1,4-dichlorobenzène	1-méthoxy-2-propanol	2-butoxy-éthanol	2-éthoxy-éthanol	2-éthoxy éthyl acétate	2-éthyl-1-hexanol	2-méthoxy éthanol	2-méthoxy éthyl acétate	2-méthyl-pentane	3-méthyl-pentane	alpha-pinène	benzène	cyclo hexane	diméthyl disulfure	éthylbenzène	éthyl terbutyl éther	isopropyl acétate	limonène	m- + p-xylène	n-butyl acétate	n-décane	n-heptane	n-hexane	n-nonane	n-octane	n-undécane	o-xylène	styrène	tétrachloroéthylène	toluène	trichloro-éthylène
1	Anse Vata	0.10	0.28	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.14	0.08	0.10	0.53	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10	0.17	0.41	0.27	0.60	0.14	0.09	0.17	0.10	0.61	0.14	0.14	0.10	1.30	0.10
2	Faubourg Blanchot	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.20	0.10	0.53	0.07	0.07	0.14	0.10	0.47	0.11	0.10	0.10	0.61	0.10
3	Gallieni	0.10	0.99	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.46	0.22	0.10	0.94	0.10	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10	0.73	0.21	0.49	0.15	0.27	0.17	0.09	0.36	0.32	0.16	0.10	1.81	0.10
4	Marche gros	0.10	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.37	0.17	0.10	0.56	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.14	0.34	0.10	0.58	0.17	0.20	0.21	0.07	0.47	0.18	0.16	0.10	0.87	0.10
5	Zone commerciale 2	0.10	0.46	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.12	0.44	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10	0.20	0.31	0.18	0.62	0.17	0.14	0.21	0.07	0.54	0.16	0.14	0.10	0.83	0.10
6	Zone commerciale 1	0.10	0.36	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.19	0.09	0.10	0.56	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.08	0.38	0.10	0.60	0.10	0.10	0.17	0.09	0.47	0.18	0.16	0.10	0.90	0.10
7	Rue Fleming	0.10	0.48	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.26	0.10	0.27	0.45	0.08	0.10	0.25	0.10	0.10	0.31	0.59	0.73	0.66	0.21	0.14	0.25	0.13	0.54	0.25	0.30	0.10	1.06	0.10
8	Ducos centre	0.10	0.52	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.82	0.36	0.12	0.56	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.17	0.46	0.09	0.55	0.14	0.39	0.21	0.07	0.40	0.23	0.14	0.21	1.20	0.10
9	Zi Ducos	0.10	0.79	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.27	0.14	0.12	0.53	0.06	0.10	0.27	0.10	0.10	0.14	0.62	1.01	0.64	0.17	0.17	0.29	0.09	0.43	0.28	0.27	0.10	1.58	0.10
10	Rue Newton	0.10	0.60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.15	0.07	0.81	0.44	0.10	0.10	0.19	0.10	0.10	0.44	0.46	0.12	0.82	0.15	0.12	0.54	0.11	0.94	0.21	0.18	0.10	0.84	0.10
11	Rue Baie des Dames	0.10	0.71	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.53	0.24	0.10	0.70	0.10	0.10	0.30	0.10	0.08	0.12	0.67	0.21	0.66	0.19	0.27	0.25	0.09	0.58	0.30	0.26	0.07	1.68	0.10
12	Logicoop	0.10	0.67	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.97	0.10	0.10	0.29	0.14	0.19	0.92	0.10	0.10	0.30	0.10	0.10	0.37	0.83	0.37	0.82	0.24	0.19	0.33	0.14	1.05	0.30	0.21	0.10	1.78	0.10
13	Rue Varin	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.07	0.12	0.39	0.10	0.10	0.14	0.10	0.10	0.14	0.26	0.10	0.57	0.07	0.09	0.15	0.10	0.44	0.11	0.14	0.10	0.64	0.10
14	Kaméré	0.10	0.32	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.07	0.10	0.47	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.07	0.34	0.12	0.57	0.09	0.10	0.17	0.09	0.40	0.14	0.16	0.10	0.83	0.10
15	Tindu	0.10	0.32	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.10	0.41	0.10	0.10	0.14	0.10	0.10	0.14	0.26	0.25	0.63	0.24	0.07	0.17	0.07	0.87	0.11	0.13	0.10	0.64	0.10
16	Ndu	0.10	0.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10	0.12	0.44	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.15	0.13	0.10	0.63	0.05	0.10	0.12	0.09	0.69	0.07	0.14	0.10	0.35	0.10
17	Numbo	0.10	0.56	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.34	0.17	0.10	0.58	0.10	0.10	0.41	0.10	0.10	0.10	1.11	0.17	0.61	0.17	0.21	0.21	0.07	0.44	0.44	0.19	0.10	1.51	0.10
18	Rue Papeete	0.10	0.42	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.32	0.10	0.10	0.46	0.21	0.10	0.77	0.10	0.10	0.19	0.10	0.10	0.10	0.44	0.14	0.59	0.21	0.26	0.27	0.13	0.54	0.19	0.14	0.10	1.08	0.10
Concentration moyenne par COV		0.10	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.28	0.14	0.16	0.56	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.17	0.47	0.24	0.62	0.15	0.16	0.22	0.09	0.57	0.21	0.17	0.10	1.08	0.10

Annexe 6 : Concentrations brutes en µg/m³ (moyennes des doublons) par COV relevées sur chaque site lors de la campagne 4 menée en mars 2016.

		Résultats_Campagne_4																																	
N° progr.	Nom du site	1,1,1-trichloro éthane	1,2,4-triméthyl-benzène	1,4-dichlorobenzène	1-méthoxy-2-propanol	2-butoxy-éthanol	2-éthoxy-éthanol	2-éthoxy éthyl acétate	2-éthyl-1-hexanol	2-méthoxy éthanol	2-méthoxy éthyl acétate	2-méthyl-pentane	3-méthyl-pentane	alpha-pinène	benzène	cyclo hexane	diméthyl disulfure	éthylbenzène	éthyl terbutyl éther	isopropyl acétate	limonène	m- + p-xylène	n-butyl acétate	n-décane	n-heptane	n-hexane	n-nonane	n-octane	n-undécane	o-xylène	styrène	tétrachloroéthylène	toluène	trichloro-éthylène	
1	Anse Vata	0.10	0.23	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.54	0.10	0.10	0.12	0.06	0.10	0.61	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.50	0.37	0.10	0.60	0.33	0.10	0.19	0.11	0.74	0.14	0.15	0.10	8.44	0.10	
2	Faubourg Blanchot	0.10	0.27	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.16	0.08	0.10	0.66	0.10	0.10	0.19	0.10	0.10	0.19	0.30	0.10	0.58	0.24	0.12	0.17	0.09	0.58	0.16	0.18	0.10	8.17	0.10	
3	Gallieni	0.10	1.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.47	0.10	0.10	0.76	0.31	0.10	1.07	0.10	0.10	0.42	0.10	0.10	0.74	0.86	0.08	0.53	0.49	0.41	0.24	0.14	0.62	0.38	0.20	0.10	10.22	0.10	
4	Marche gros	0.10	0.34	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.50	0.23	0.10	0.75	0.09	0.10	0.33	0.10	0.10	0.43	0.74	0.16	0.22	0.57	0.33	0.14	0.12	0.16	0.32	0.18	0.10	11.87	0.10	
5	Zone commerciale 2	0.10	0.52	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.31	0.16	0.10	0.68	0.10	0.10	0.23	0.10	0.10	0.46	0.48	0.12	0.69	0.39	0.19	0.21	0.14	0.74	0.22	0.18	0.10	10.54	0.10	
6	Zone commerciale 1	0.10	0.65	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.31	0.12	0.10	0.64	0.10	0.10	0.88	0.10	0.10	0.46	2.95	0.28	0.80	0.39	0.19	0.24	0.12	0.95	1.31	0.22	0.10	9.74	0.10	
7	Rue Fleming	0.10	0.54	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.29	0.12	0.10	0.60	0.10	0.10	0.40	0.10	0.10	0.58	1.19	1.49	0.91	0.53	0.19	0.28	0.21	1.15	0.48	0.24	0.10	11.52	0.10	
8	Ducos centre	0.10	0.65	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.56	0.25	0.10	0.69	0.10	0.10	0.37	0.10	0.10	0.58	0.91	0.28	0.82	0.57	0.31	0.24	0.14	1.28	0.40	0.20	0.18	9.97	0.10	
9	Zi Ducos	0.10	0.77	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.45	0.21	0.10	0.80	0.11	0.10	0.50	0.10	0.10	0.50	1.30	0.44	0.75	0.59	0.35	0.28	0.12	0.74	0.58	0.29	0.10	14.51	0.10	
10	Rue Newton	0.10	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.26	0.10	0.10	0.27	0.12	0.13	2.10	0.09	0.10	12.72	0.10	0.10	0.54	23.63	0.34	1.13	0.59	0.21	0.80	0.23	0.87	11.00	0.46	0.12	27.58	0.10	
11	Rue Baie des Dames	0.10	1.04	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.85	0.39	0.10	1.03	0.07	0.10	0.52	0.10	0.10	0.58	1.21	0.36	0.84	0.49	0.45	0.38	0.18	1.03	0.54	0.27	0.10	12.53	0.10	
12	Logicoop	0.10	0.65	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.35	0.17	0.10	0.64	0.07	0.10	0.46	0.10	0.10	0.81	1.28	1.49	0.80	0.88	0.29	0.31	0.16	0.87	0.48	0.20	0.10	10.58	0.10	
13	Rue Varin	0.10	0.52	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.36	0.10	0.10	0.41	0.19	0.13	0.76	0.10	0.10	0.27	0.10	0.10	0.93	0.58	0.40	0.71	0.43	0.23	0.24	0.12	1.03	0.24	0.22	0.10	9.76	0.10	
14	Kaméré	0.10	0.36	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.22	0.10	0.10	0.31	0.14	0.10	1.06	0.10	0.10	0.27	0.10	0.10	0.62	0.52	0.46	0.58	0.41	0.17	0.21	0.12	0.90	0.24	0.29	0.10	10.71	0.10	
15	Tindu	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
16	Ndu	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.04	0.10	0.69	0.10	0.10	0.17	0.10	0.10	0.27	0.30	0.10	0.62	0.23	0.08	0.19	0.08	0.66	0.16	0.20	0.10	11.34	0.10	
17	Numbo	0.10	0.61	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.62	0.27	0.20	0.60	0.10	0.10	0.35	0.10	0.10	0.73	0.74	0.16	0.64	0.45	0.41	0.21	0.12	0.91	0.32	0.18	0.10	10.26	0.10	
18	Rue Papeete	0.10	0.61	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.85	0.37	0.10	0.84	0.07	0.10	0.31	0.10	0.10	0.58	0.63	0.10	0.73	0.53	0.45	0.38	0.23	0.78	0.30	0.20	0.10	10.13	0.10	
Concentration moyenne par COV		0.10	0.57	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.24	0.10	0.10	0.43	0.19	0.11	0.84	0.09	0.10	1.09	0.10	0.10	0.56	2.24	0.38	0.70	0.48	0.26	0.28	0.14	0.82	1.02	0.23	0.11	11.64	0.10	

7. Références bibliographiques

¹ Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), 2014. *Mesure des COV précurseurs d'ozone*. 71 p.

² Association pour la Surveillance de l'étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace (ASPA), 2010. *Suivi des 31 COVNM précurseurs d'ozone mesurés en continu en Alsace*. 28 p.

³ Air Paris, 2006. *Surveillance des Composés Organiques Volatils à proximité du centre de production de PSA Peugeot Citroën à Aulnay-sous-Bois (93)*. 46 p.

⁴ CCI Champagne-Ardenne, mars 2015. Fiche n°22. La réglementation environnementale. *Réglementation applicable aux composés organiques volatils (COV) et aux particules fines pour les industriels*. [en ligne].

Disponible sur < http://www.veillestrategique-champagne-ardenne.fr/IMG/pdf/22reglementation_applicable_cov_particules_fines.pdf > (consulté en juin 2017).

⁵ Association pour la surveillance de la qualité de l'air de la région de l'étang de Berre et de l'ouest des Bouches-du-Rhône (Air PACA), octobre 2005. *Les composés organiques volatils de la directive européenne relative à l'ozone*. 28 p.

⁶ CCI info. Réglementation applicable aux composés organiques volatils (COV) et aux particules fines pour les industriels. La réglementation environnementale. Mars 2015, fiche n°22. [en ligne].

Disponible sur < http://www.veillestrategique-champagne-ardenne.fr/IMG/pdf/22reglementation_applicable_cov_particules_fines.pdf > (consulté en juin 2017).

⁷ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS). *Mesure des Composés Organiques Volatils*. Le bulletin de la mesure et de la caractérisation des polluants dans les rejets atmosphériques. N°1.

⁸ Agence Française de Sécurité Sanitaire et de l'Environnement et du Travail (AFSSET). Avis de l'agence française de sécurité sanitaire et de l'environnement et du travail relatif à une procédure d'évaluation des risques sanitaires concernant les composés organiques volatils (COV) et le formaldéhyde émis par les produits de construction. [en ligne]. Saisine AFSSET n°2004/011. (Consulté en août 2017).

⁹ Association pour la surveillance de la qualité de l'air du Pays de la Loire (Airpl), juin 2016. *Evaluation de la qualité de l'air intérieur – Habitations du lieu-dit Tragouet*. 23 p.

¹⁰ Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques en France (OMINEA). *Rapport national d'inventaire*. 10^{ème} Edition. 1309 p.

¹¹ Fondazione Salvatore Maugeri-IRCCS, février 2004. Note technique E1 à E6. Composés organiques volatils (COV) – désorbés thermiquement.

¹² SCAL' AIR, juin 2012. *Campagne de mesure des BTEX par échantillonnage passif – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011*. 30 p.

¹³ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS). Fiche polluant. [en ligne]. Édition 25.05.2005. (Consulté en juillet 2017).

¹⁴ Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail (INRS). Fiche toxicologique. [en ligne]. Édition 2011. (Consulté en juillet 2017).

¹⁵ Commission des Normes, de l'Equipe, de la Santé et de la Sécurité au Travail (CNESST). Répertoire toxicologique. [en ligne]. (Consulté en juillet 2017).

¹⁶ Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace (ATMO ALSACE), décembre 2015. *Collège du Parc à Illkirch – Rapport relatif à la campagne de mesure qui s'est déroulée du 20 au 27 octobre 2015*. 16 p.