



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

**Campagne de mesure des BTEX par
échantillonnage passif
Nouméa
du 02 au 16 août 2010**



Rapport d'étude - décembre 2010

Conditions de diffusion

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

A ce titre et compte tenu du statut d'organisme non lucratif, Scal-Air est garant 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 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'aura pas donné d'accord préalable.

Intervenants

- *Intervenants techniques :*

- Supervision technique : Alexandre TCHIN
- Assistance technique : Sylvain GLEYE, Laure LACHERETZ

- *Intervenants études :*

- Rédaction rapport / coordination : Sylvain GLEYE
- Tiers examens du rapport : Alexandre TCHIN, Carine SAINT-CHAMARAND
- Approbation finale : Laure LACHERETZ

Remerciements

Scal-Air souhaite remercier la Ville de Nouméa, EEC, l'OPT et l'Aérodrome de Magenta pour la mise à disposition des mâts d'éclairage et poteaux qui ont servi de supports aux échantillonneurs passifs.

SOMMAIRE

LISTES DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES	6
1. INTRODUCTION	7
2. PRESENTATION DE L'ETUDE.....	8
2.1. LES DIFFERENTS POLLUANTS SURVEILLES	8
2.1.1. Généralités	8
2.1.2. Benzène.....	8
2.1.3. Toluène.....	8
2.1.4. Ethylbenzène	9
2.1.5. Xylènes.....	9
2.1.6. Effets sur la santé	9
2.2. REGLEMENTATION ET CONCENTRATIONS DE REFERENCE.....	10
2.2.1. Réglementation européenne.....	10
2.2.2. Règlementation française	10
2.2.3. Réglementation en Nouvelle-Calédonie	11
2.2.4. Valeurs guides et recommandations	12
3. MISE EN ŒUVRE.....	13
3.1. MATERIEL ET TECHNIQUE DE MESURES.....	13
3.2. EMBLEMES ET CARACTERISTIQUES DES POINTS DE MESURE.....	14
4. RESULTATS ET COMMENTAIRES	16
4.1. INFLUENCE DE LA METEOROLOGIE	16
4.1.1. Directions et vitesses des vents dominants.....	16
4.1.2. Précipitations et températures.....	18
4.2. RESULTATS DES ANALYSES	20
4.2.1. Données brutes.....	20
4.2.2. Validation des données brutes	20
4.2.3. Analyse des résultats et commentaires.....	21
4.2.4. Représentativité annuelle.....	31
CONCLUSION	33
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34

Listes des sigles et acronymes utilisés

ASPA : Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution atmosphérique en Alsace

AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SEI : Seuil d'Evaluation Inférieur

SES : Seuil d'Evaluation Supérieur

VGAI : Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur

1. Introduction

Cette campagne de mesure par échantillonnage ou tube passif entre dans le cadre de la surveillance des composés Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène (BTEX) sur la ville de Nouméa.

La première du genre date de 2007 et comptait 10 sites de mesure. Il s'agissait d'une campagne exploratoire mise en place en partenariat avec l'ASPA¹.

Pour la présente campagne, 14 tubes ont été exposés sur différents sites de la ville. Sur les 10 points de mesure de la campagne 2007, 4 sont strictement identiques, 3 ont été légèrement déplacés, et 7 n'avaient pas fait l'objet de mesure.

Les sites ont été sélectionnés de manière à assurer un suivi des niveaux de BTEX sur les points ayant été identifiés comme les plus impactés en 2007.

Il s'agit également d'évaluer les niveaux de BTEX sur de nouveaux sites, où la population est susceptible d'être la plus exposée à ces polluants.



¹ SCAL-AIR. BTEX, campagne mesure, décembre 2007.

2. Présentation de l'étude

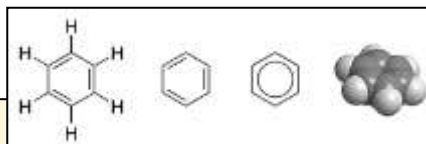
2.1. Les différents polluants surveillés

2.1.1. Généralités

Les BTEX (abréviation pour Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) sont des composés organiques mono-aromatiques volatils qui ont des propriétés toxiques. Ils peuvent notamment provoquer des lésions neurobiologiques, respiratoires ou génétiques. Malgré leurs propriétés toxiques, l'usage de ces composés a persisté, en raison en particulier de leur large spectre d'utilisation.

Les BTEX sont présents en grande quantité dans les essences et les produits pétroliers et sont utilisés intensivement comme solvants et réactifs dans de nombreux secteurs industriels et dans de nombreux procédés de fabrication.

2.1.2. Benzène



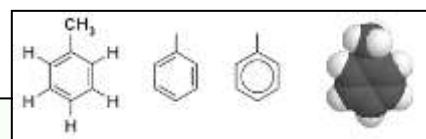
Physico-chimie

Le benzène (formule : C_6H_6) est un liquide volatil, avec une odeur aromatique. En fonction de l'environnement, du climat et de la concentration d'autres polluants, sa durée de vie dans l'atmosphère varie de quelques heures à quelques jours. La réaction avec les radicaux d'hydroxyle est sa voie de dégradation la plus importante mais il peut être aussi lessivé de l'air par la pluie (il est légèrement soluble dans l'eau).

Sources

Il peut être émis lors de la synthèse chimique d'hydrocarbures aromatiques substitués (éthylbenzène, phénol, cyclohexane...) et par les fours de cokerie. Outre ces sources industrielles, le benzène est présent naturellement dans le pétrole brut et l'essence. Les sources majeures d'émission sont les gaz d'échappement automobile mais aussi l'évaporation de l'essence pendant son stockage, son transport et sa distribution. La combustion du bois et d'énergies fossiles peut contribuer également à l'émission de benzène.

2.1.3. Toluène



Physico-chimie

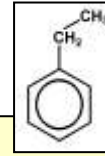
Le toluène ($C_6H_5-CH_3$) est un liquide non corrosif et volatil avec une odeur aromatique. Il est hautement volatil et faiblement soluble dans l'eau. C'est l'hydrocarbure le plus abondant dans la troposphère où sa réaction avec les radicaux hydroxyle est le mécanisme principal de sa destruction (durée de vie de plusieurs jours l'été à plusieurs mois l'hiver).

Sources

Le toluène est produit principalement par la conversion catalytique du pétrole, l'aromatization d'hydrocarbures aliphatiques et par les fours de cokerie. Il a plusieurs usages industriels (peinture, caoutchouc, imprimerie, cosmétique, adhésif et résine, réactif pour synthèse d'autres produits chimiques, constituant de carburants). Outre ces sources industrielles, il est également présent dans de nombreux produits ménagers (à des taux moyens de 12%).

La plus grande source d'émission est l'usage d'essence. Les usages domestiques de peintures, diluants et la fumée de cigarette représentent les sources principales de toluène dans les environnements intérieurs.

2.1.4. Ethylbenzène



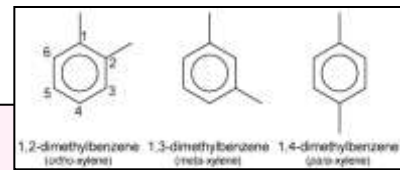
Physico-chimie

L'éthylbenzène ($C_2H_5-C_6H_5$) est un liquide sans couleur qui a la même odeur que l'essence. Il s'évapore à la température ambiante et les vapeurs sont plus lourdes que l'air. Il se dégrade par réaction photochimique dans l'atmosphère.

Sources

L'éthylbenzène est présent naturellement dans le goudron, le charbon et le pétrole. Il est utilisé comme réactif de synthèse comme dissolvant et entre dans la composition de l'asphalte et des carburants (l'essence contient environ 2% d'éthylbenzène en masse). Les produits de consommation contenant de l'éthylbenzène sont les pesticides, les colles de moquette, les vernis, les peintures et le tabac.

2.1.5. Xylènes



Physico-chimie

Les xylènes ($(CH_3)_2-C_6H_4$) s'évaporent et brûlent facilement, ils sont peu solubles dans l'eau. Ils peuvent être dégradés par photo oxydation dans l'atmosphère.

Sources

Les xylènes ne sont pas présents naturellement dans l'environnement, excepté dans la fumée des feux de forêt. Les sources anthropiques de xylènes sont le raffinage du pétrole et l'utilisation de dissolvants. Il est également présent dans les gaz d'échappement automobile et est émis par évaporation pendant le transport et la distribution d'essence. Les biogaz issus de la décomposition de déchets industriels et municipaux peuvent contenir également des xylènes.

2.1.6. Effets sur la santé

Le benzène est classé cancérigène pour l'homme d'après le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

La voie principale d'exposition au benzène chez l'homme est l'inhalation. Bien que le pétrole représente une source importante d'émissions atmosphériques du benzène (plus de 80 %), il est responsable de moins de 20 % du benzène inhalé par les êtres humains. La cigarette est la principale source de l'exposition des êtres humains au benzène.

Très lipophile et faiblement soluble dans l'eau, le benzène est distribué dans les tissus riches en graisse : les tissus adipeux et la moelle osseuse. Il est oxydé dans le foie en phénol qui subit des transformations aboutissant à des métabolites toxiques.

Si les BTEX possèdent en commun des effets aigus, ils diffèrent notablement entre eux dans le domaine de la toxicité chronique.

Il n'existe pas de seuil identifiable en dessous duquel le benzène ne présente pas de risque pour la santé humaine. En 1996, l'OMS a adopté comme valeur d'orientation un risque unitaire de 6×10^{-6} . Cette valeur signifie qu'une exposition d'un million de personnes pendant une vie entière (soit 70 ans), 24 heures sur 24, à la concentration en benzène dans l'air ambiant de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est susceptible d'induire un excès de décès par leucémie de 6 cas.

2.2. Réglementation et concentrations de référence

Pour les BTEX, les normes réglementaires existantes en matière de concentration atmosphérique concernent principalement le benzène. Il existe par ailleurs des valeurs guides et des recommandations concernant le toluène, l'éthylbenzène et le xylène.

2.2.1. Réglementation européenne

La directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 définit des valeurs de référence spécifiques pour le benzène.

Cette directive prend en considération les connaissances scientifiques les plus récentes et l'expérience des Etats membres dans le domaine de la qualité de l'air en Europe. Cette directive remplace les quatre précédentes directives concernant la surveillance de la qualité de l'air ambiant (96/62/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE), ainsi que la décision 97/101/CE du Conseil portant sur l'échange des données entre les Etats membres. Les polluants concernés par cette directive sont l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les PM10 et les PM2.5, le plomb, le monoxyde de carbone et l'ozone et le benzène.

Pour le benzène, la valeur limite est établie à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle depuis le 1^{er} janvier 2010. Les états membres doivent prendre les mesures nécessaires pour que les concentrations de benzène dans l'air ambiant ne dépassent pas cette valeur limite.

La directive définit également des seuils d'évaluation supérieur et inférieur. Le seuil d'évaluation inférieur (SEI) correspond à 40 % de la valeur limite, soit $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et le seuil d'évaluation supérieur (SES), à 70 % de la valeur limite, soit $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Un seuil d'évaluation est considéré comme dépassé s'il a été franchi durant au moins 3 ans au cours des cinq dernières années. Si les données disponibles concernent moins de cinq ans, il est possible de déterminer les dépassements de seuils d'évaluation en combinant des données issues de campagne de mesure de courtes durées pendant la période de l'année, avec des résultats obtenus à partir d'inventaires d'émissions ou de la modélisation.

2.2.2. Règulation française

Initialement, c'est le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 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, qui a fixé les valeurs de référence pour le benzène.

Ce décret a ensuite été modifié par le Décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des directives 1999/30/CE et 2000/69/CE.

Le Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air transpose la directive 2008/50/CE. Ce décret modifie la section 1 du chapitre I^{er} du titre II du Livre II du code de l'environnement métropolitain. Il rappelle la valeur limite pour la santé humaine de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle civile et l'objectif de qualité pour le benzène à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle civile.

Récapitulatif des valeurs réglementaires pour le benzène en France métropolitaine

Directives sources	Période de calcul de la moyenne	Valeur limite	Objectif de qualité	Seuil d'Evaluation Inférieur (SEI)	Seuil d'Evaluation Supérieur (SES)
Directive 2008/50/CE	Année civile	5 µg/m ³	/	2 µg/m ³ (40 % de la valeur limite)	3.5 µg/m ³ (70 % de la valeur limite)
Décret n° 2010-1250	Année civile	5 µg/m ³	2 µg/m ³	/	/

2.2.3. Réglementation en Nouvelle-Calédonie

Les réglementations citées ci-dessus ne sont pas directement applicables en Nouvelle-Calédonie. A ce jour, il n'existe pas de réglementation locale sur la qualité de l'air ambiant. Seules les réglementations provinciales des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), qui concernent les industries, fixent des préconisations applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels.

Pour le benzène, l'arrêté 11387-2009/ARR/DIMENC du 12/11/2009 qui concerne particulièrement le site industriel de Doniambo, les émissions dans l'air sont soumises à déclaration annuelle. Le seuil d'émission de benzène dans l'air est de 1000 Kg/an. Aucune valeur de référence ne concerne l'air ambiant.

A 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.

Avant cet arrêté, aucun texte réglementaire ne limitait la quantité de benzène dans les essences.

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.

2.2.4. Valeurs guides et recommandations

Le toluène n'est pas soumis à réglementation. L'OMS préconise cependant de ne pas dépasser les valeurs suivantes :

- 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 30 minutes (seuil de détection olfactif),
- 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 7 jours.

L'éthylbenzène n'est pas soumis à réglementation. L'OMS préconise de ne pas dépasser la valeur suivante :

- 22 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Les xylènes ne sont pas soumis à réglementation. L'OMS préconise de ne pas dépasser la valeur suivante :

- 4 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures (effets constatés sur des groupes de volontaires).

Pour le benzène, l'AFSSET propose également 4 Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur (VGAI) :

- VGAI long terme : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une durée d'exposition supérieure à 1 an
 - Limite correspondant à des effets hématologiques non cancérigènes,
- VGAI long terme : 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une durée d'exposition équivalent à la « vie entière »
 - Limite correspondant à des effets hématologiques cancérigènes,
- VGAI intermédiaire : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 1 an
 - Limite prenant en compte des effets cumulatifs du benzène et correspondant à des effets hématologiques non cancérigènes,
- VGAI court terme : 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 14 jours
 - Limite prenant en compte des effets cumulatifs du benzène et correspondant à des effets hématologiques non cancérigènes.

3. Mise en œuvre

3.1. Matériel et technique de mesures

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

La mesure d'un polluant par échantillonnage passif est basée sur le piégeage des molécules de polluant sur un absorbant chimique (ici du charbon actif). Dans le cas des BTEX, l'analyse se fait par chromatographie en phase gazeuse après traitement du charbon au sulfure de carbone.

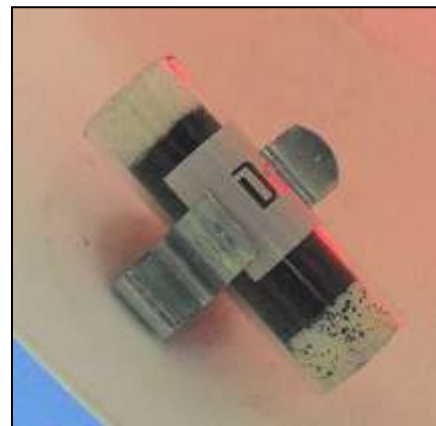
Les échantillonneurs utilisés sont constitués d'un cylindre en verre contenant le réactif et dans lequel l'air ambiant circule par diffusion passive. La quantité en polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration moyenne dans l'air durant la période d'exposition.

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

L'avantage de ce type de matériel réside dans le fait qu'il ne nécessite aucune maintenance ni source d'énergie et que sa mise en œuvre est simple et relativement peu coûteuse.

En revanche, ces dispositifs ne sont pas adaptés à la surveillance de la pollution de pointe, étant donné qu'ils fournissent des résultats moyens avec un « lissage » sur la durée d'exposition.

Les tubes ont été disposés sur le terrain par le personnel de Scal-Air selon les recommandations du fabricant et le protocole habituellement utilisé par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), puis envoyés pour analyse au laboratoire.



Caractéristiques des échantillonneurs utilisés (d'après les données fournies par le fabricant)

Temps d'exposition : 2 à 4 semaines

Débit d'échantillonnage : 6.44 ml/min à 20°C

Limite de détection : 0.4 µg/m³ pour 14 jours

Incertitude de mesure : 23 % pour des concentrations situées entre 1 et 5 µg/m³

*Le tube passif est clipsé dans sa boîte de protection.
Les supports d'éclairage public gérés par EEC et la Ville de Nouméa, ainsi que les poteaux OPT, sont généralement utilisés avec l'accord de ces partenaires pour fixer les boîtes.*

3.2. Emplacements et caractéristiques des points de mesure

La durée d'exposition des tubes a été fixée à deux semaines.

Certains points de la campagne d'essai de 2007 ont été conservés, d'autres déplacés ou ajoutés.

Les emplacements des points de mesure ont été sélectionnés de manière à évaluer l'exposition de la population dans des zones théoriquement soumises à des émissions de BTEX.

La campagne de 2007 comportait majoritairement des sites de typologie trafic. Celle de 2010 comporte également des sites de typologie industrielle.

Un site de typologie trafic se situe en priorité dans une zone représentative en termes de trafic et de population exposée (piétons, cyclistes, riverains, automobilistes). Le site doit être sous l'influence directe de la source linéaire, sans aucun obstacle. Dans notre situation, la proximité à des voiries à forte circulation a été privilégiée.

Un site de typologie industrielle a pour objectif de fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum auquel la population riveraine d'une source fixe est susceptible d'être exposée par des phénomènes de panache ou d'accumulation.

Le site doit se situer en proximité ou à l'intérieur d'une zone ou d'un site industriel caractéristique en termes d'activité industrielle et de quantités de polluants émis. Dans notre situation, les sites sont situés à proximité du site industriel de Doniambo et sous les vents annuels dominants de celui-ci.

Certains points d'exposition sont également situés à proximité de stations-service.

N° site	Emplacement	Typologie
1	Hotel de Ville	trafic
2	Motor Pool	trafic
3	Boulevard Exterieur	trafic - proximité station service
4	Rue Benebig	trafic
5	Rond point Berthelot	trafic
6	Rond point Magenta	trafic
7	Rond point Papeete	trafic
8	Route Baie des Dames	trafic
9	Station Logicoop	industrielle
10	Ndu	industrielle
11	Numbo	industrielle
12	Sainte Marie	trafic - proximité station service
13	Aerodrome	trafic
14	Rond point Patch	trafic - proximité station service

Points de mesure BTEX
Campagne de mesure par échantillonnage passif - Nouméa - du 02 au 16 août 2010



4. Résultats et commentaires

4.1. Influence de la météorologie

Les paramètres météorologiques conditionnent la manière dont évoluent les concentrations en polluants après leurs émissions dans l'air, dans le temps et dans l'espace.

La dispersion ou l'accumulation des polluants sont en premier lieu déterminées par la direction et la vitesse du vent.

Les précipitations ont pour effet de « laver » l'air de ces polluants. Cet effet s'appelle lessivage et il en résulte la diminution des concentrations en polluants dans l'air.

La technique de mesure par moyen passif permet d'obtenir uniquement des concentrations moyennes sur la période de mesure (15 jours). L'influence des paramètres météorologiques ne peut donc être interprétée que de façon globale sur l'ensemble de la période de mesure.

4.1.1. Directions et vitesses des vents dominants

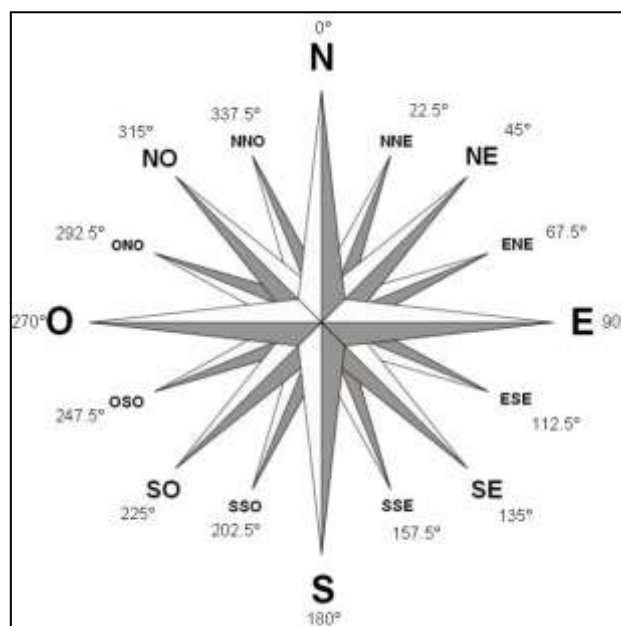
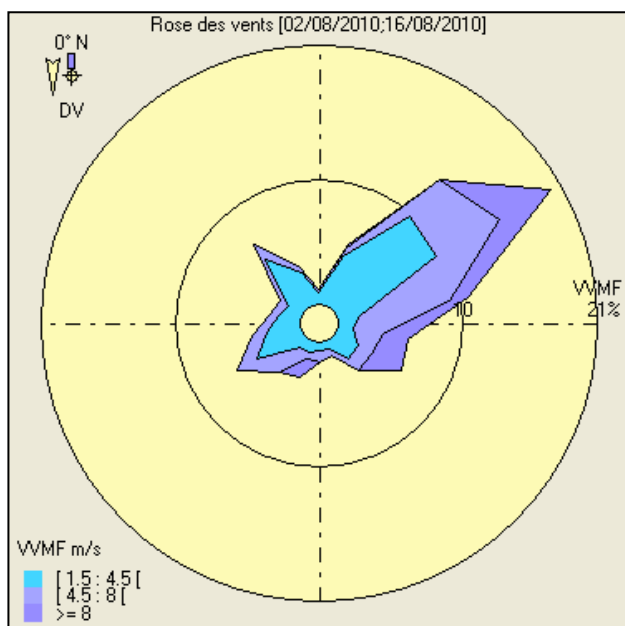
Les vents enregistrés durant la période d'études ont été majoritairement de secteurs Nord-Est et Sud-Ouest.

62 % des vents ont eu des vitesses inférieures à 4.5 m/s (environ 9 nœuds), ce qui marque une prédominance pour les vents de force faible sur la période d'étude.

Les conditions de vents faibles favorisent généralement l'accumulation des polluants au niveau de leurs sites d'émissions, par opposition aux vents modérés à soutenus, dont les vitesses sont comprises entre 15 et 20 nœuds (vents de forces 4 et 5 sur l'échelle de Beaufort).

A titre de comparaison, durant la campagne de mesure 2007, 52 % des vents relevés ont eu des vitesses supérieures à 4.5 m/s, soit des vents plutôt modérés à soutenus.

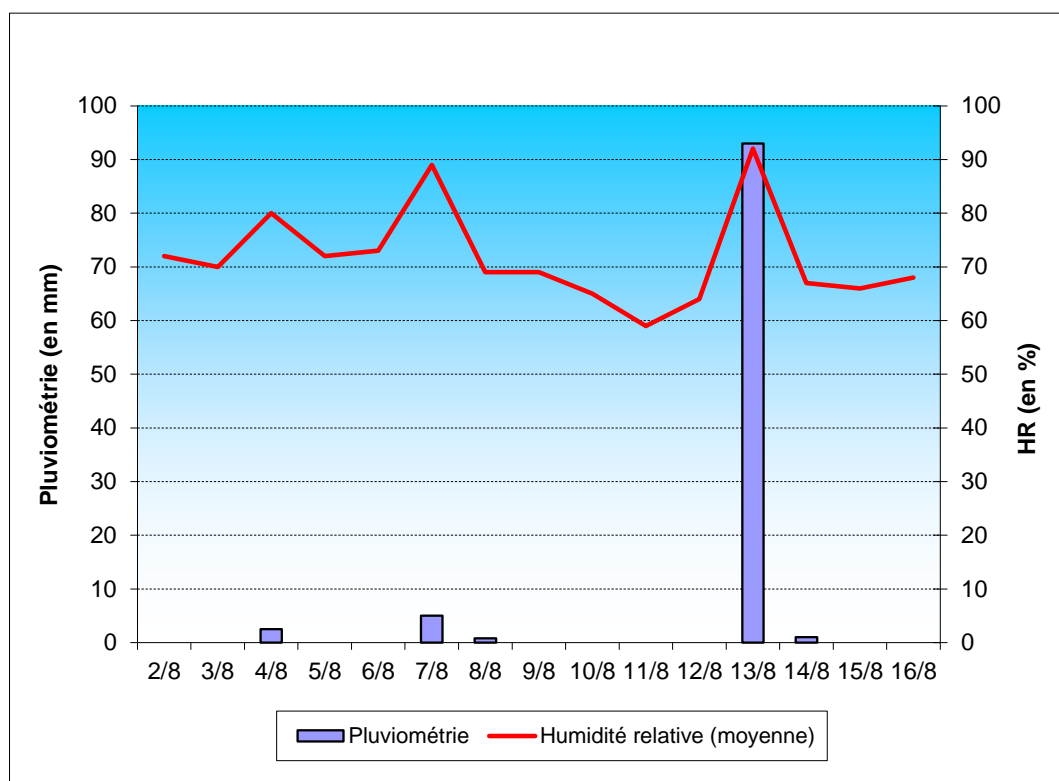
Rose des vents et analyse de la répartition des directions de vents sur la période d'étude,
d'après les données mises à disposition par Météo France



Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 min
d'après les données mises à disposition par Météo France

	<1.5	[1.5; 4.5[	[4.5; 8[	>= 8	Cumul
[350 : 10 [	2.1	0.9	0.3		1.2
[10 : 30 [	0.3	4.3	0.6	0.3	5.2
[30 : 50 [		9.7	4.0		13.7
[50 : 70 [	1.2	9.4	5.8	4.9	20.1
[70 : 90 [		1.8	7.3	1.5	10.6
[90 : 110 [		1.2	2.4	2.1	5.8
[110 : 130 [	0.6	2.1	1.2	2.7	6.1
[130 : 150 [		2.1	1.2		3.3
[150 : 170 [	0.6	0.6	0.6		1.2
[170 : 190 [		0.6	0.9		1.5
[190 : 210 [		0.9	0.6	1.5	3.0
[210 : 230 [	0.9	0.9	2.7		3.6
[230 : 250 [	0.3	4.3	1.8		6.1
[250 : 270 [	0.3	2.7	1.2		4.0
[270 : 290 [	1.5	1.8	0.6		2.4
[290 : 310 [		1.2	0.9		2.1
[310 : 330 [	0.3	5.2	1.5		6.7
[330 : 350 [	1.2	2.7	0.6		3.3
Cumul	9.4	52.6	34.3	13.1	100 %

4.1.2. Précipitations et températures



La température moyenne sur la durée de la campagne a été de 21° Celsius, ce qui correspond aux normales de saison.

L'humidité relative moyenne sur la durée de la campagne est de 72 %.

Si l'on exclut la journée du 13 août, les précipitations mesurées par Météo France ont été faibles.

La majeure partie des précipitations ont été observées le 13 août, avec une valeur de 93 mm relevée sur Nouméa.

Ces conditions de faible pluie sont particulièrement intéressantes pour une campagne de mesure de la qualité de l'air.

Ainsi, on peut considérer que les précipitations enregistrées sont restées faibles ou nulles durant plus de 90 % du temps et que les concentrations en polluants mesurées sont théoriquement proches des concentrations « réelles ».

	pluie MF mm	HR %	tempMF degreC
02/08/2010	0.0	72	22.4
03/08/2010	0.0	70	22.5
04/08/2010	2.5	80	20.9
05/08/2010	0.0	72	20.9
06/08/2010	0.0	73	23.1
07/08/2010	5.0	89	19.9
08/08/2010	0.8	69	19.8
09/08/2010	0.0	69	20.0
10/08/2010	0.0	65	21.1
11/08/2010	0.0	59	22.2
12/08/2010	0.0	64	23.9
13/08/2010	93.0	92	19.4
14/08/2010	1.0	67	19.9
15/08/2010	0.0	66	19.9
16/08/2010	0.0	68	20.6

Selon le fabricant des tubes à diffusion passive, il n'y a pas d'influence de la température sur la mesure pour des valeurs comprises entre 10 et 30 degrés. De la même manière, l'humidité relative n'a pas d'influence sur la mesure pour des valeurs comprises entre 20 et 80 %.



Echantillonneur passif BTEX et son flacon de stockage

4.2. Résultats des analyses

4.2.1. Données brutes

Les concentrations sont en microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les valeurs ne sont représentatives que pour le lieu de mesure immédiat.

N° site	Emplacement	Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ethylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	p-Xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	m-Xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	o-Xylène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Xylène total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Hotel de Ville	1.6	11.0	1.3	0.8	2.2	0.9	3.9
2	Motor Pool	1.2	6.3	0.9	0.8	0.7	0.5	2.0
3	Boulevard Exterieur	2.1	16.7	1.4	1.2	1.8	0.7	3.7
4	Rue Benebig	2.8	20.9	1.7	1.2	2.4	1.1	4.7
5	Rond point Berthelot	2.4	13.6	1.3	0.9	1.9	0.6	3.4
6	Rond point Magenta	2.5	16.3	1.4	1.1	2.1	0.9	4.1
7	Rond point Papeete	1.9	12.4	1.5	1.4	2.7	1.4	5.4
8	Route Baie des Dames	2.1	17.8	2.0	1.3	2.6	1.2	5.1
9	Station Logicoop	0.7	2.4	0.5	0.4	0.4	0.5	1.3
10	Ndu	0.5	1.1	0.4	0.4	0.6	0.4	1.4
11	Numbo	0.6	2.9	0.5	< 0.4	0.6	< 0.4	< 1.4
12	Sainte Marie	4.1	69.1	2.0	1.1	1.7	1.4	4.2
13	Aerodrome	1.0	6.9	0.8	0.6	1.0	0.6	2.3
14	Rond point Patch	2.0	15.4	1.4	0.8	1.4	0.9	3.1
15	Tube blanc labo	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4

4.2.2. Validation des données brutes

4.2.2.1. Analyse de l'échantillonneur passif « blanc »

Afin de vérifier que les échantillonneurs passifs n'ont pas été contaminés, un tube « blanc labo » a été utilisé. Ce tube est identique à ceux utilisés sur les points de mesure mais n'est pas exposé à l'air ambiant.

Ce tube blanc est resté au lieu de stockage climatisé durant toute la campagne de mesure.

La valeur affichée après analyse de ce tube est inférieure au seuil de détection de $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il n'y a donc pas eu de contamination des tubes.

4.2.2.2. Validation et correction des données brutes

Habituellement, pour les techniques de mesure par échantillonnage passif, il est possible d'appliquer un facteur correctif aux résultats bruts. Ce facteur est calculé à partir des données fournies par les analyseurs automatiques. Cette correction permet d'ajuster les valeurs brutes sur la base des mesures effectuées par des analyseurs électroniques.

Aucun analyseur automatique de BTEX n'étant actuellement intégré au réseau de mesure de Scal-Air, l'ajustement des résultats bruts par cette méthode n'est pas envisageable.

Les données brutes directement issues de l'analyse sont donc considérées ici comme données de références.

4.2.3. Analyse des résultats et commentaires

Cette partie présente une analyse globale et une analyse par polluant.

NB : la comparaison des résultats aux valeurs de référence annuelles, hebdomadaires ou journalières n'est pas possible car la période d'étude de 15 jours ne correspond pas aux périodes sur lesquelles sont basés ces seuils. Néanmoins, en l'absence de valeurs de référence directement exploitables, et du fait de la nécessité d'évaluer les niveaux de polluants mesurés, des comparaisons ont été faites à titre indicatif.

4.2.3.1. Analyse globale des niveaux de BTEX

On observe une corrélation assez marquée entre les niveaux de benzène, de toluène, d'éthylbenzène et de xylène sur les sites de mesure : de manière générale, un site impacté par le benzène l'est aussi pour les autres polluants.

Les sites de typologie trafic sont les plus impactés. Il s'agit des points suivants :

- *Hotel de Ville*
- *Boulevard Exterieur*
- *Rue Benebig*
- *Rond point Berthelot*
- *Rond point Magenta*
- *Rond point Papeete*
- *Route Baie des Dames*
- *Rond point Patch*

Le site le plus impacté est Sainte Marie. Ce site de mesure, placé eu sein même d'une station-service, a été soumis à deux sources majoritaires d'émissions de BTEX : la première, liée aux vapeurs de carburant émises lors des opérations de ravitaillement et la seconde, liée aux émissions du trafic automobile. Sur ce site, la concentration de benzène, 50 à 150 % plus élevée que sur la plupart des autres sites trafic, montre l'importance des émissions liées aux vapeurs de carburants. Il faut rappeler qu'actuellement en Nouvelle-Calédonie, il n'y a pas d'obligation de récupération des vapeurs d'essence à la pompe ni au niveau des camions citernes.

A noter que les sites 3 - *Boulevard Exterieur* et 14 - *Rond point Patch*, sont également situés à proximité d'une station-service, mais de manière plus périphérique que le site 12 - *Sainte Marie*, ce qui explique vraisemblablement les différences de niveaux de BTEX observées. Les

vapeurs de carburant peuvent se disperser rapidement dans l'air et les concentrations en polluants rapidement diminuer avec la distance à la source.

Le site 7 - *Rond point Papeete*, situé à proximité du dépôt de carburant de la ville, affiche une concentration en benzène du même ordre de grandeur que celles des autres sites trafic (1.9 µg/m³). Ce point de mesure n'a donc vraisemblablement pas été soumis à d'éventuelles émissions de BTEX provenant du dépôt de carburant.

Les sites de typologie industrielle placés à Logicoop, Numbo et N'du affichent les valeurs les plus faibles. Ces sites, avaient pour objectif initial de mesurer les concentrations de BTEX sous les vents dominants théoriques de la zone industrielle de Doniambo. Du fait de la très faible part des vents de secteurs Est-Sud-Est à Sud-Est durant la période de mesure, ces tubes n'ont donc pas pu remplir leur rôle.

A noter que ces conditions de vents ont par ailleurs permis de mesurer les niveaux de BTEX émis sur la zone industrielle de Numbo, niveaux qui se sont avérés très faibles.

Ce résultat est à corrélérer à une circulation automobile relativement réduite comparativement aux points de mesure trafic, et laisse supposer l'absence de source d'émission de BTEX à proximité immédiate du point de mesure sur la période d'étude.

Le site 13 - *Aérodrome*, situé au niveau du parking de l'aérodrome de Magenta n'a pas fait l'objet de valeurs significatives. Ce site, a été initialement choisi de manière à mesurer non seulement la part du trafic automobile de l'aérodrome, mais aussi celle des émissions liées au trafic aéroportuaire.

Les carburants utilisés au niveau de l'aérodrome de magenta² sont connus pour ne contenir qu'une très faible part de benzène. Néanmoins, ils peuvent contenir du toluène, de l'éthylbenzène et des xylènes dans des proportions non négligeables. Ces polluants pourraient potentiellement se retrouver en quantité dans l'air ambiant du fait des volumes de carburant intervenant (émissions et ravitaillement).

Le résultat affiché montre qu'il n'y a pas eu d'accumulation visible de BTEX au niveau du parking de l'aérodrome. Cela peut s'expliquer par un trafic aéroportuaire relativement réduit, mais aussi par une distance aux pistes relativement importante.

Le site 2 - *Motor Pool* placé au bord de la Route de l'Anse Vata est le site affichant les niveaux les plus faibles des sites de typologies « trafic » (hors Aérodrome).

Par comparaison à la première campagne de mesure des BTEX réalisée en 2007, les niveaux mesurés en 2010 sont du même ordre de grandeur.

Plus précisément, sur les points de mesure communs aux deux campagnes, les niveaux de benzène mesurés en 2010 sont légèrement supérieurs à ceux mesurés en 2007. Pour le xylène, la tendance s'inverse. Pour le toluène et l'éthylbenzène, les niveaux sont assez similaires.

N°site	Emplacement	Typologie Zone	Benzène		Toluène		Ethylbenzène		Xylène total	
			2007	2010	2007	2010	2007	2010	2007	2010
1	Hotel de Ville	trafic	1.6	1.6	14.9	11.0	1.8	1.3	7.1	3.9
5	Rond point Berthelot	trafic	1.8	2.4	13.4	13.6	1.6	1.3	6.3	3.4
8	Route Baie des Dames	trafic	1.9	2.1	22.4	17.8	2.5	2.0	9.8	5.1
9	Station Logicoop	industrielle	0.5	0.7	2.2	2.4	0.4	0.5	2.3	1.3

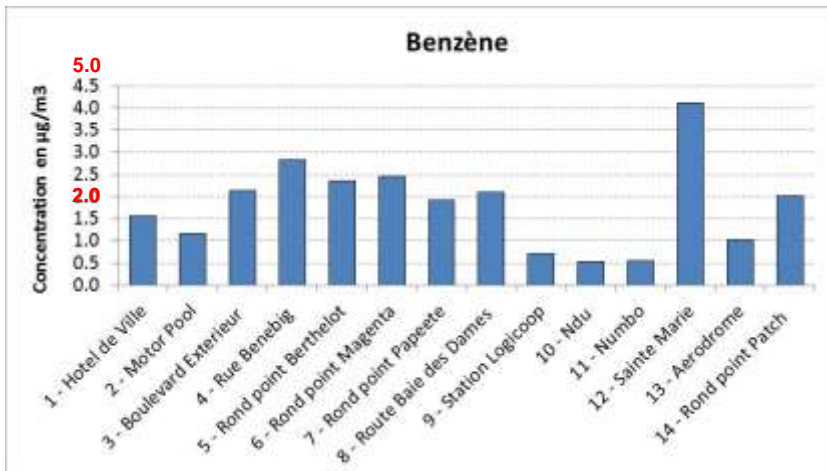
² de type AVGAZ pour les moteurs à piston et JETA1 pour les turboréacteurs.

Du fait des nombreux paramètres entrant en jeu, il est difficile d'interpréter ces différences :

On peut néanmoins citer les facteurs d'influence suivants :

- En premier lieu, les émissions de BTEX sont susceptibles de varier d'une campagne à l'autre. Les émissions sont directement liées à l'intensité du trafic automobile, celui-ci pouvant varier d'une année sur l'autre et selon les mois de l'année. Dans notre cas, la campagne de décembre 2007 s'est déroulée en partie durant les grandes vacances scolaires. Il s'agit d'un facteur minorant, car la circulation automobile est nettement réduite en cette période à Nouméa. Le nombre de véhicule en circulation a également pu augmenter entre 2007 et 2010.
- En outre, les vents visibles durant la campagne 2010 ont été moins favorables à la dispersion des polluants que les vents enregistrés en 2007, ce qui a favorisé une accumulation de polluants supérieure en 2010.
- D'autre part, 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, concernant notamment la réglementation du taux de benzène dans les essences, a eu pour effet une diminution probablement significative des émissions liées au trafic automobile.
- Enfin, le type d'échantillonneur passif utilisé est différent : de marque *Radiello* en 2007 et *Passam AG* en 2010. Bien que basé sur le même principe de fonctionnement, des différences liées au dispositif lui-même ne sont pas impossibles.

4.2.3.2. Le benzène

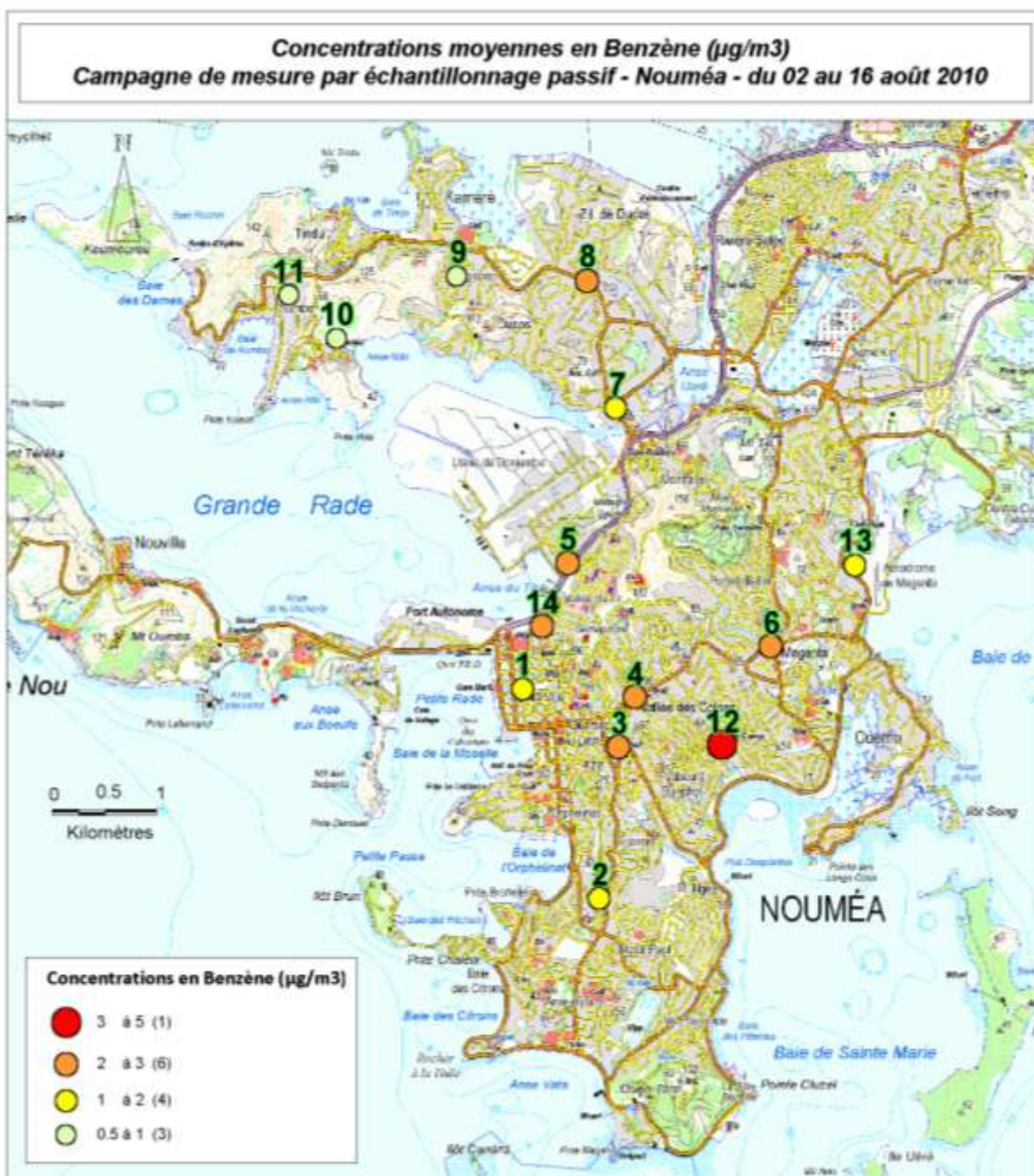


La moyenne sur l'ensemble des sites est de 1.8 µg/m³.

La valeur de l'objectif de qualité annuel de 2 µg/m³ est atteinte ou dépassée sur 7 sites de mesure sur 14.

La valeur numérique de la valeur limite annuelle de 5 µg/m³ n'a été atteinte sur aucun des sites.

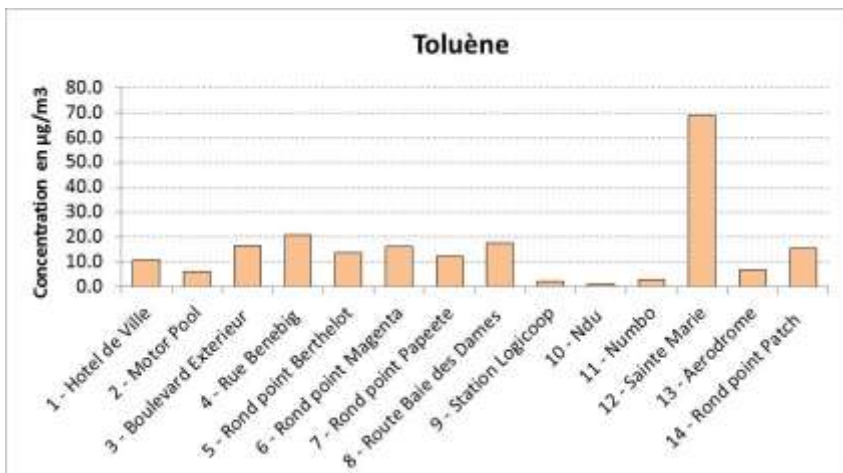
Le site le plus impacté est le 12 - Sainte Marie, avec 4.1 µg/m³. Le site le moins impacté est le 10 - Ndu, avec 0.5 µg/m³.



Concentrations moyennes en benzène : campagnes de mesure 2007 et 2010



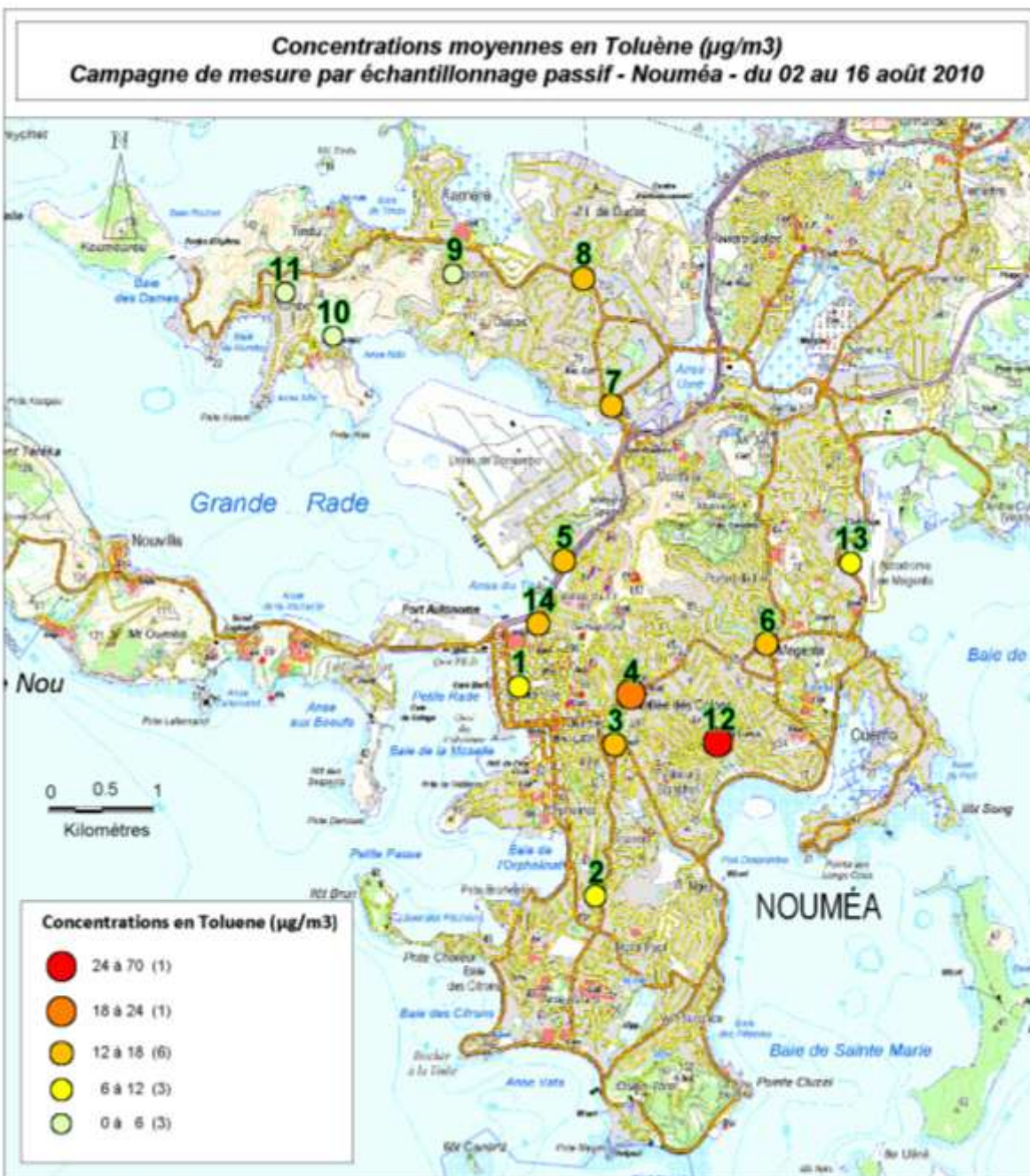
4.2.3.3. Le toluène



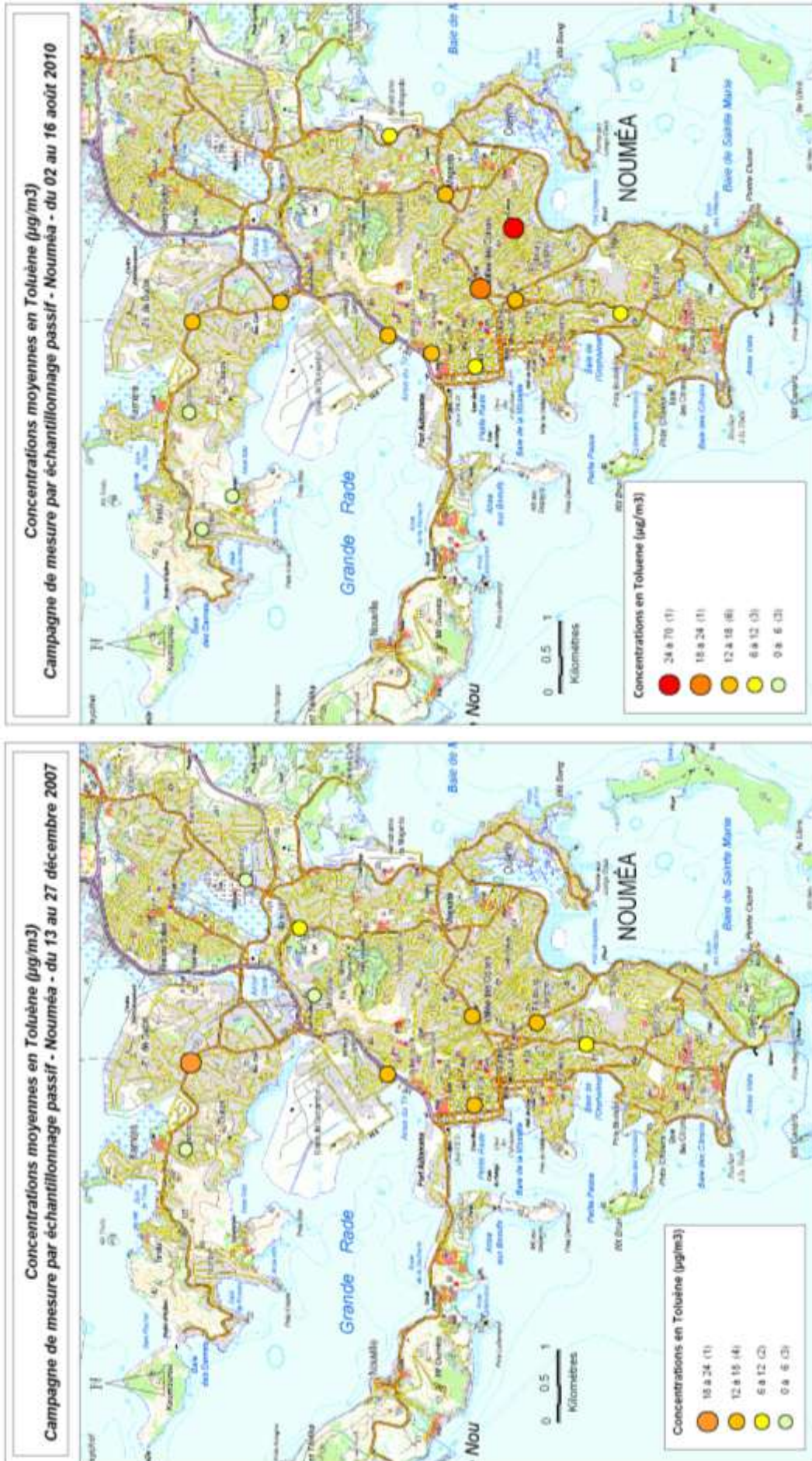
La moyenne sur l'ensemble des sites est de 15.2 µg/m³.

La valeur numérique de la valeur guide de l'OMS, de 260 µg/m³ en moyenne sur 7 jours, n'est atteinte sur aucun des sites.

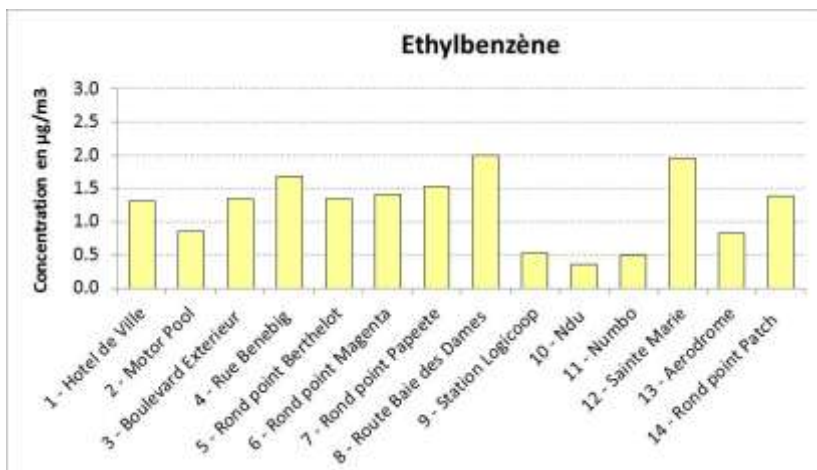
Le site le plus impacté est le 12 - Sainte Marie, avec 69.1 µg/m³. Le site le moins impacté est le 10 - Ndu, avec 1.1 µg/m³.



Concentrations moyennes en toluène : campagnes de mesure 2007 et 2010



4.2.3.4. L'éthylbenzène



La moyenne sur l'ensemble des sites est de $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

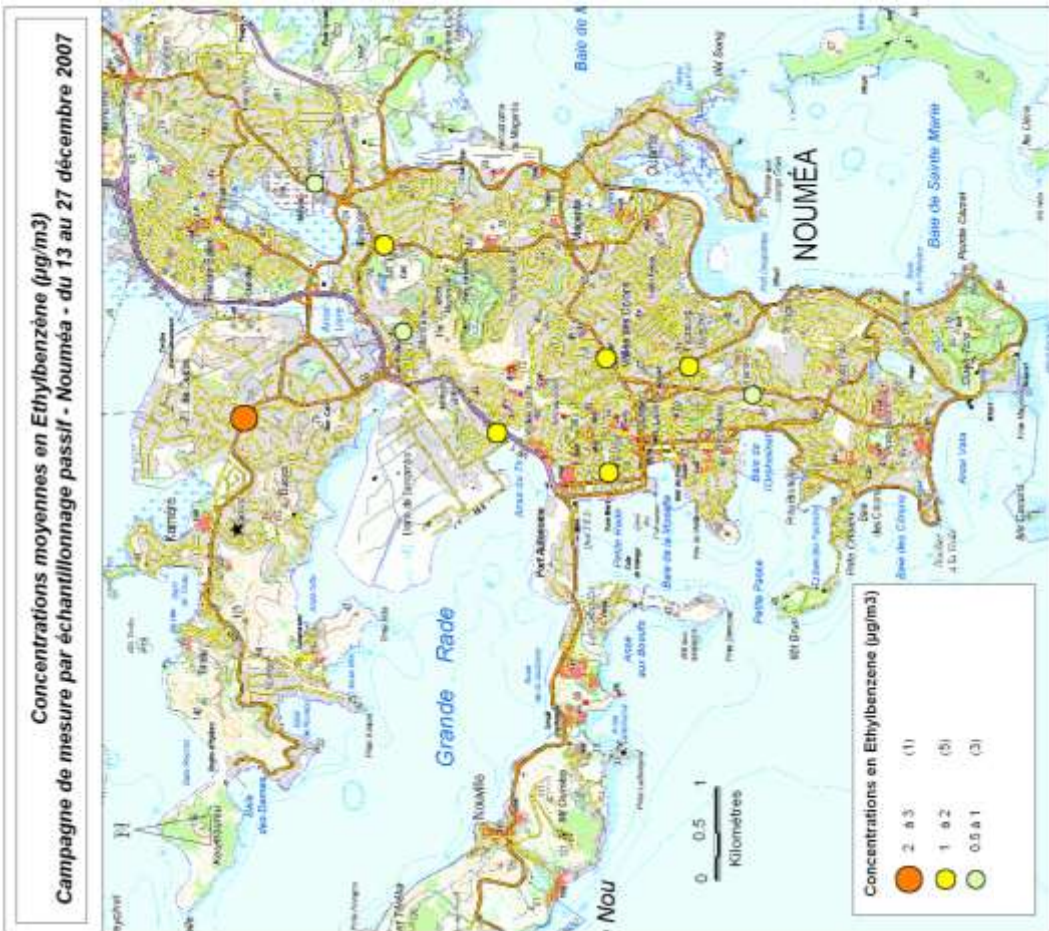
La valeur numérique de la valeur guide de l'OMS, de $22000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, n'est atteinte sur aucun des sites.

Les sites le plus impacté sont le 8 - Route de la Baie des Dames et le 12 - Sainte Marie, avec $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

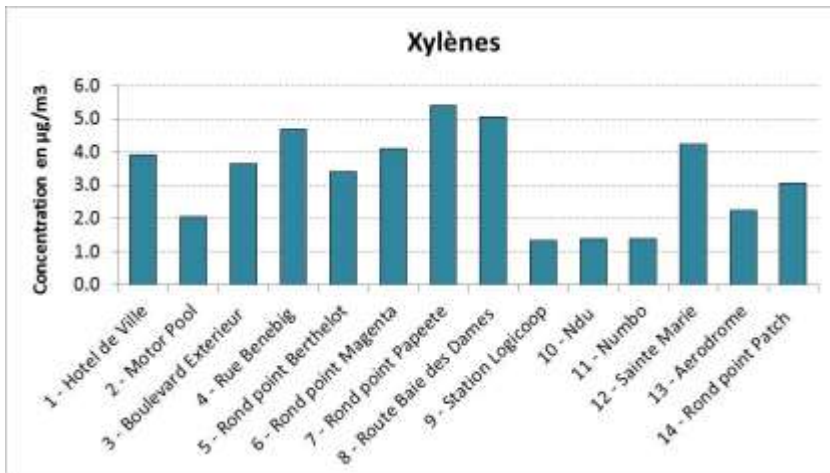
Le site le moins impacté est le 10 - Ndu, avec $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Concentrations moyennes en toluène : campagnes de mesure 2007 et 2010



4.2.3.5. Le xylène

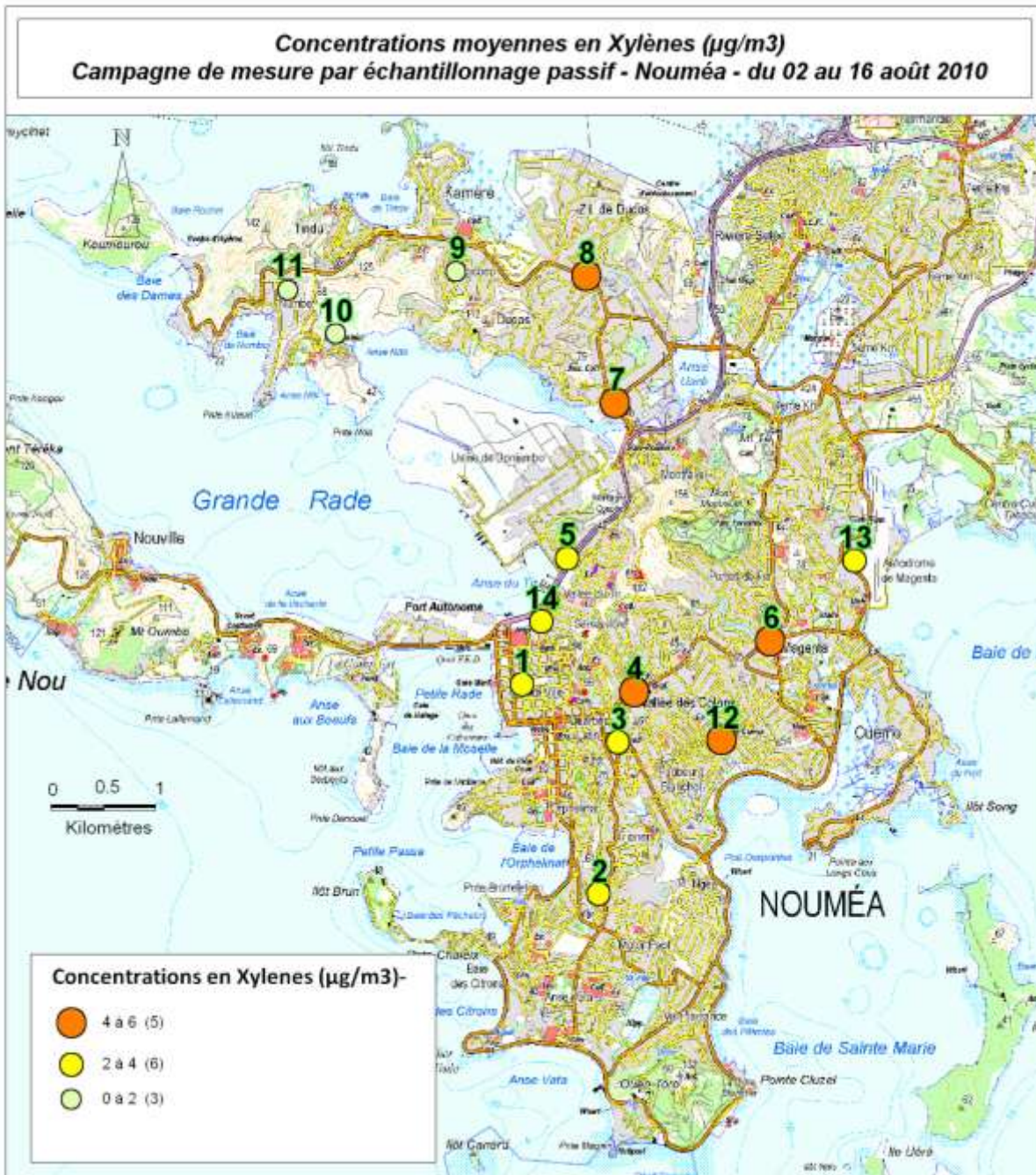


La moyenne sur l'ensemble des sites est de 3.3 µg/m³.

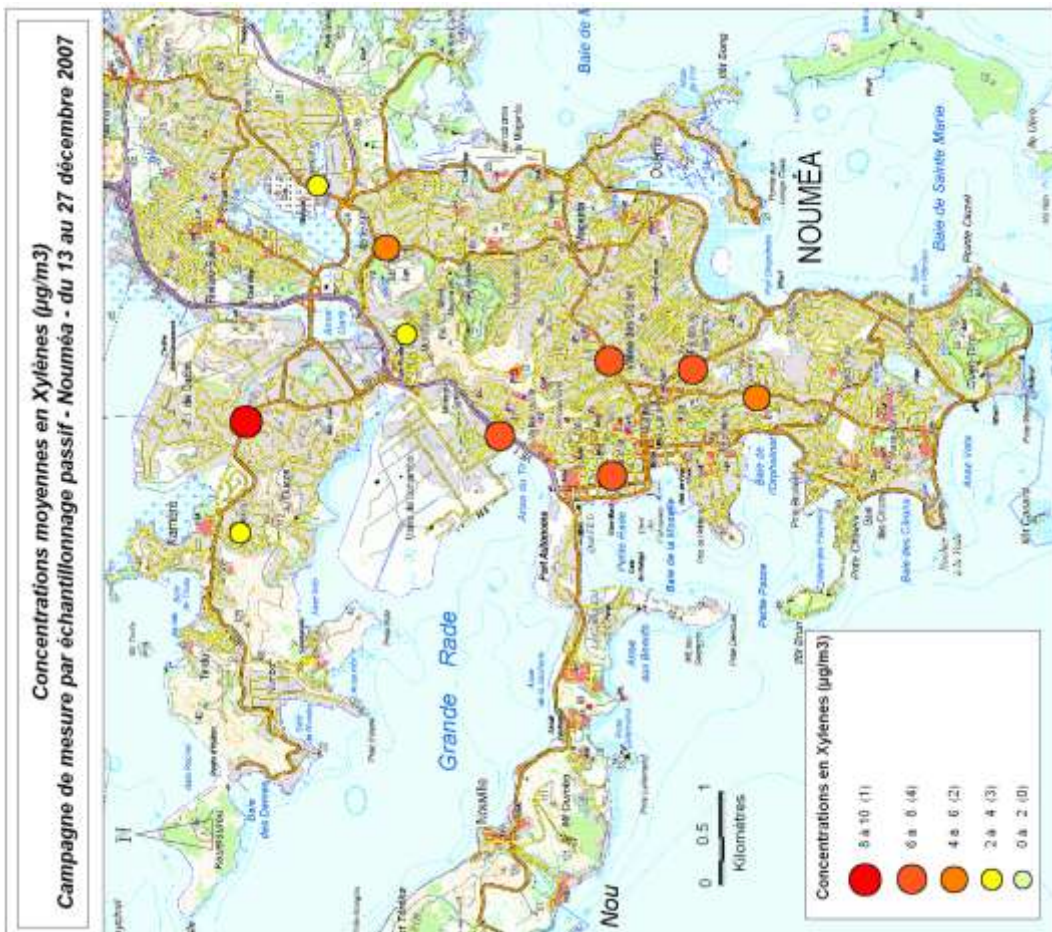
La valeur numérique de la valeur guide de l'OMS, de 4800 µg/m³ en moyenne sur 24 heures n'a été atteinte sur aucun des sites.

Le site le plus impacté est le 7 - Rond point Papeete avec 5.4 µg/m³.

Le site le moins impacté est le 9 - Station Logicoop, avec 1.3 µg/m³.



Concentrations moyennes en xylènes : campagnes de mesure 2007 et 2010



4.2.4. Représentativité annuelle

Selon la directive 2008/50/CE, la comparaison aux valeurs de référence annuelles n'est possible que si la période de mesure concerne au moins 14% de l'année. Plus précisément, il s'agit de réaliser une mesure journalière aléatoire par semaine répartie uniformément sur l'année, ou de réaliser huit semaines de mesure réparties uniformément sur l'année.

La période d'étude ne correspondant pas aux critères, les comparaisons aux valeurs annuelles de référence sont donc à prendre avec précaution et celles-ci sont faites uniquement à titre indicatif.

Conclusion

Les résultats de cette étude confirment les tendances observées lors de la campagne exploratoire de décembre 2007 : les valeurs mesurées pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont du même ordre de grandeur et les sites de typologie trafic connaissent les concentrations les plus élevées.

Pour le benzène, les valeurs mesurées sont néanmoins légèrement plus élevées qu'en 2007. Sur 14 points de mesure, 7 sont concernés par des concentrations supérieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la durée de la campagne, ce qui correspond à la valeur de l'objectif de qualité annuel. En revanche, aucun des sites n'est concerné par des niveaux supérieurs à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite annuelle).

Le site le plus impacté par le benzène, situé au cœur d'une station-service, affiche quant à lui une concentration de $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, proche de la valeur limite annuelle fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce site affiche également les valeurs les plus élevées pour le toluène et l'éthylbenzène. En considérant ce point de mesure situé à environ 3 mètres au-dessus des pompes, cela laisse présager de l'importance des valeurs de pointes pouvant être atteintes lors des opérations de ravitaillement, auxquelles est notamment soumis le personnel des stations-service.

A noter que la réglementation de 2009 limitant la quantité de benzène dans les essences a certainement contribué à diminuer les émissions liées au trafic automobile. Il est néanmoins difficile d'évaluer son impact réel du fait du manque d'informations précises sur les carburants importés. Les émissions globales liées au trafic routier dépendent également du nombre de véhicules en circulation sur la ville, chiffre qui a augmenté entre 2007 et 2010.

Les résultats de cette campagne invitent à poursuivre les mesures des polluants BTEX sur la ville de Nouméa. Il semble nécessaire de suivre l'évolution de leurs concentrations en raison notamment de l'accroissement du trafic automobile.

Du fait des valeurs élevées que sont susceptibles de connaître les stations-service et leur voisinage immédiat, une campagne ciblant spécifiquement ces établissements pourrait également être envisagée.

Selon les résultats des prochaines campagnes de mesure par échantillonnage passif, un suivi plus régulier, permettant de remplir les critères de représentativité annuelle, pourrait être envisagé sur certains sites.

A long terme, le recours à un équipement de type analyseur et/ou préleveur automatique pourrait s'avérer utile pour mesurer notamment les concentrations de benzène en continu ou sous la forme de campagnes régulières, sur des sites justifiant d'une telle surveillance.

Références bibliographiques

AIRMARAIX. *Qualification de l'état zéro de la qualité de l'air sur le projet de tracé de la liaison est-ouest (LEO) au Sud d'Avignon du 23 septembre au 6 décembre 2000*. Avignon. Novembre 2000.

AIRNORMAND. *Mesure de qualité de l'air dans la forêt du Madrillet et de La Londe-Rouvray avant la rocade Sud de Rouen - du 18/05/04 au 22/03/05*. Rapport d'étude n° E 04_09. Juin 2005.

ASPA. *Campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les chambres expérimentales du Laboratoire d'imagerie et de neurosciences cognitives à Strasbourg*. ASPA 07080701-I-D. Août 2007.

ASCOPARG. *Diagnostic Qualité de l'air intérieur dans les collèges de l'Isère*. Décembre 2009.

BUREAU VERITAS. *Rapport de campagne de mesure air - Projet contournement L2 Nord Marseille*. EV-RA-1Rap V2.7. 2009

INERIS. *Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air - Sources, mesures et concentrations*
RAPPORT D'ÉTUDE 21/12/2004 N°INERIS-DRC-04-56770-AIRE-n°1056-IZd

INERIS. *Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*. Données 2005 - 2006 (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène)

INERIS. *Fiches de données technico-économiques sur les substances chimiques en France*. Données 2005 - 2006 (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène)

LCSQA. *Mesure du benzène 4/5 - Comparaison des mesures de benzène réalisées sur un site industriel par trois méthodes (analyseur automatique de BTEX, tube actif et tube passif Radiello)*. Novembre 2008.

OMS. *Air Quality Guidelines for Europe*. World Health Organization. Copenhagen, 2nd Ed. 2000

SCAL-AIR. *Campagne de mesure BTEX*. Nouméa. Décembre 2007