



Association Calédonienne de Surveillance de la Qualité de
l'Air

**Campagne de mesure des BTEX par
échantillonnage passif – Nouméa
du 08 au 22 juin 2011**



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 : Dominique Blanc, Jacques Sanon, Sylvain GLEYE

- *Intervenants études :*

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

Remerciements

Scal-Air souhaite remercier la Ville de Nouméa, EEC et l'OPT 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. Réglementation 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	19
4.1.1. Directions et vitesses des vents dominants.....	19
4.1.2. Précipitations et températures.....	21
4.2. RESULTATS DES ANALYSES	22
4.2.1. Données brutes.....	22
4.2.2. Analyse de l'échantillonneur passif « blanc »	22
4.2.3. Analyse des résultats et commentaires.....	23
4.2.4. Représentativité annuelle.....	28
CONCLUSION.....	29
ANNEXE : RESULTATS DES MESURES 2007, 2010 ET 2011	30

Listes des sigles et acronymes utilisés

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.

Il s'agit d'évaluer l'exposition de la population dans des zones théoriquement soumises à des émissions de BTEX.

La première campagne menée par Scal-Air, réalisée en 2007, comptait 10 sites de mesure.

En 2010, une seconde campagne a été menée sur 14 points de mesures.

En 2011, 9 sites correspondant à ceux ayant fait l'objet de concentrations proches ou supérieures à la valeur de l'objectif de qualité annuel ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2010 ont été conservés. Ces sites sont quasiment tous de typologie trafic, c'est-à-dire, situés à proximité immédiate d'axes routiers importants.



Figure 1 : Echantillonneurs ou tubes passifs avant exposition

2. Présentation de l'étude

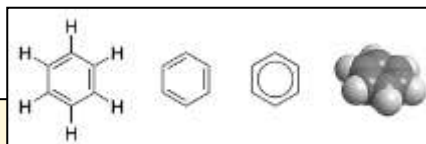
2.1. Les différents polluants surveillés

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



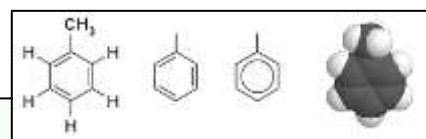
Physico-chimie

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

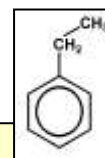
Le toluène ($C_6H_5-CH_3$) est un liquide non corrosif et volatil avec une odeur aromatique. Il est hautement volatil et faiblement soluble dans l'eau. C'est l'hydrocarbure le plus abondant dans la troposphère où sa réaction avec les radicaux hydroxyle est le mécanisme principal de sa destruction (durée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



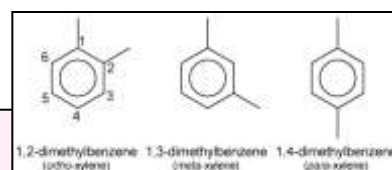
Physico-chimie

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, 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. Réglementation 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 1^{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.

Tableau 1 : 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 cependant 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 cependant 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 cancérogènes,
- 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 cancérogènes,
- 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 cancérogènes,
- 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 cancérogènes.

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.

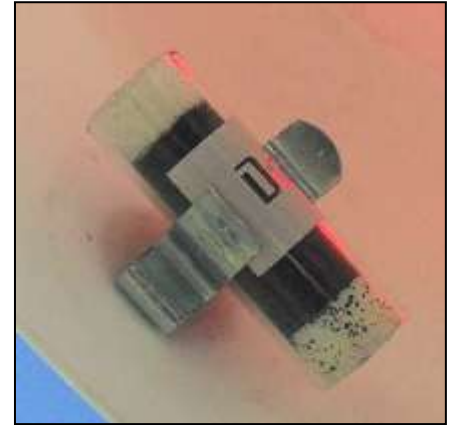


Figure 2 : Tube passif clipsé sur son support



Figure 3 : 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

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

3.2. Emplacements et caractéristiques des points de mesure

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

Les 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. Sur la base des résultats des campagnes 2007 et 2010, 9 sites de typologie « trafic » ont été identifiés.

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.

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

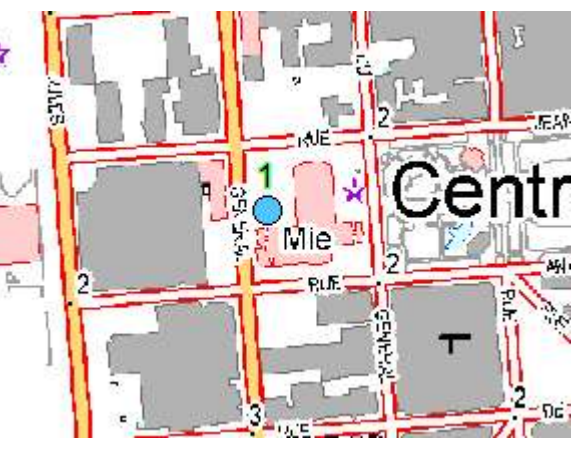


Tableau 2 : Liste des points de mesure – campagne par échantillonnage passif BTEX - Nouméa 2007, 2010 et 2011

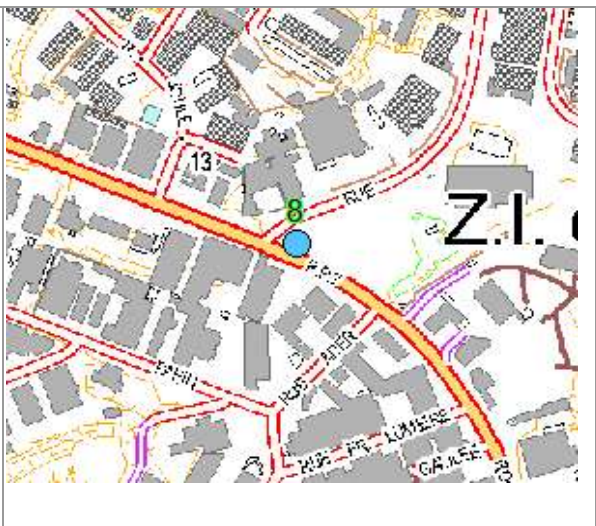
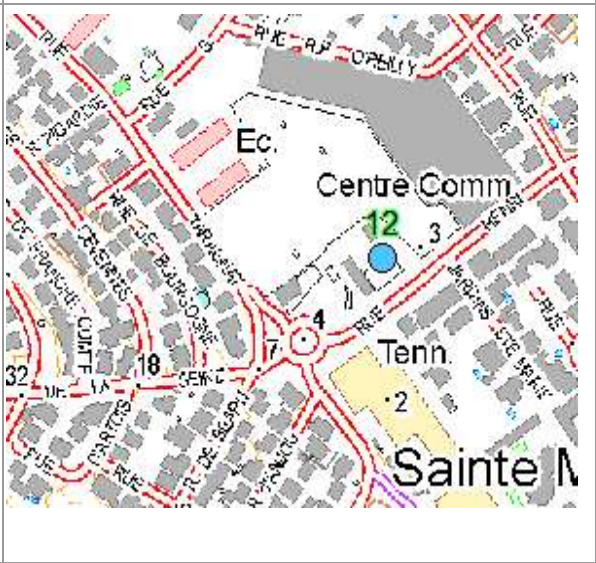
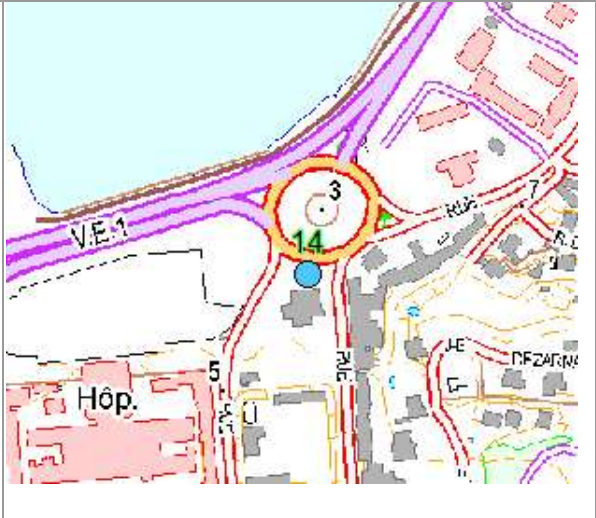
N° site	Nom site	Typologie	BTEX		
			2007	2010	2011
1	Hotel de Ville	trafic	x	x	x
2	Motor Pool	trafic	x	x	
3	Boulevard Extérieur	trafic - proximité station service	x	x	x
4	Rue Benebig	trafic	x	x	x
5	Rond point Berthelot	trafic	x	x	x
6	Rond point Magenta	trafic		x	x
6_bis	Ecole PK6	trafic	x		
7	Rond point Papeete	trafic		x	x
7_bis	Portes d'argent	trafic	x		
8	Route Baie des Dames	trafic	x	x	x
8_bis	Station Montravel	urbaine sous influence industrielle	x		
9	Station Logicoop	industrielle	x	x	
10	Ndu	industrielle		x	
11	Numbo	industrielle		x	
12	Sainte Marie	station service		x	x
13	Aerodrome	trafic		x	
14	Rond point Patch	trafic - proximité station service		x	x
			N=10	N=14	N=9



Figure 4 : Points de mesure – campagne de mesure par échantillonnage passif BTEX – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011

Tableau 3 : Localisation des points de mesure – campagne de mesure par échantillonnage passif BTEX – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011

N°	Points de mesure 2011	
1		Hotel de Ville
3		Boulevard Exterieur
4		Rue Benebig

<p>8</p>		<p>Route Baie des Dames</p>
<p>12</p>		<p>Sainte Marie</p>
<p>14</p>		<p>Rond point Patch</p>

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 : des vents faibles favorisent l'accumulation de polluants à proximité de leurs lieux d'émission, tandis que des vents forts participent à leurs dispersions dans l'atmosphère. Ainsi, les vents forts ont généralement pour effet de diminuer les concentrations en polluants à proximité des axes routiers, tandis qu'ils peuvent favoriser de fortes teneurs localisées par dispersion d'un panache de fumées industrielles.

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 observés durant la campagne de mesure ont été de directions variables et de vitesses majoritairement faibles. En effet, près de 70 % des vents sont de vitesse inférieure à 4.5 m/s (environ 9 nœuds).

Ces conditions de vent sont assez similaires à celles observées lors de la campagne de mesure d'août 2010, avec pour cette campagne 2011, une prédominance de vents faibles légèrement plus marquée.

Les conditions de vents faibles favorisent généralement l'accumulation des polluants au niveau de leurs sites d'émissions, qui peuvent être des axes routiers ou des points d'émissions ponctuels.

Tableau 4 : Vents horaires à 10 mètres, moyennés sur 10 min, d'après les données mises à disposition par Météo France

	[0 : 1.5 [	[ 1.5 : 4.5 [	[ 4.5 : 8 [	>= 8	Cumul
[350 : 10 [	3.6	1.7			5.3
[10 : 30 [	0.8	3.6			4.4
[30 : 50 [	1.1	8.9	0.6		10.6
[50 : 70 [	0.6	7.2	5.0		12.8
[70 : 90 [	0.6	3.1	2.5		6.1
[90 : 110 [	0.6	2.8	3.6		6.9
[110 : 130 [	0.3	4.2	3.3		7.8
[130 : 150 [	0.3	3.6	1.4		5.3
[150 : 170 [		0.3	1.1	0.3	1.7
[170 : 190 [		0.6		0.3	0.8
[190 : 210 [		3.1	1.7		4.7
[210 : 230 [		3.6	0.6		4.2
[230 : 250 [		1.7	2.2	0.3	4.2
[250 : 270 [	0.6	0.6	1.9	0.3	3.3
[270 : 290 [	0.3	1.9	1.4		3.6
[290 : 310 [	0.6	3.3	0.6		4.4
[310 : 330 [	0.3	3.3	3.3		6.9
[330 : 350 [	0.3	6.1	0.6		6.9
Cumul	9.7	59.4	29.7	1.1	100 %

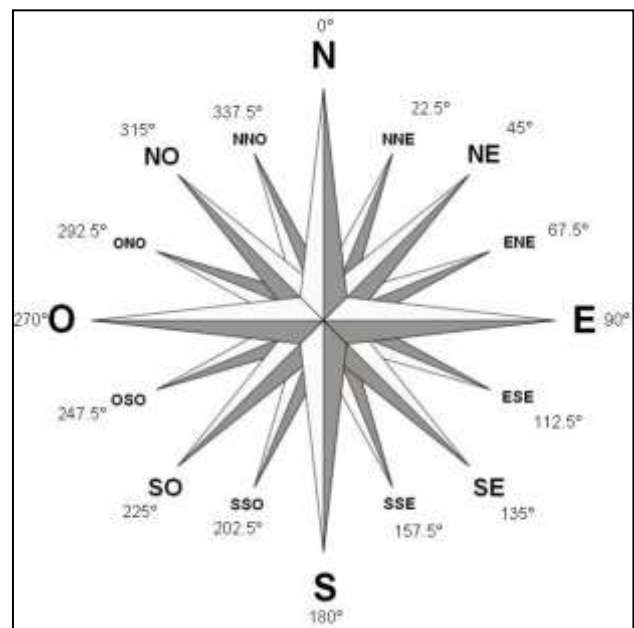
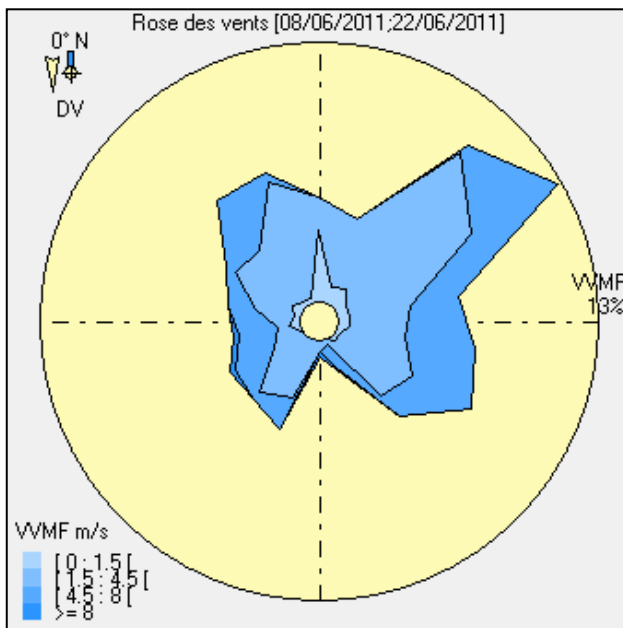


Figure 5 : Rose des vents sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France

4.1.2. Précipitations et températures

La température moyenne sur la durée de la campagne a été de 22° Celsius, ce qui correspond aux normales de saison.

L'humidité relative moyenne sur la durée de la campagne est de 73 %. Sur l'ensemble de la période d'exposition, les précipitations mesurées par Météo France ont été faibles.

Ces conditions de faible pluie sont particulièrement intéressantes pour une campagne de mesure de la qualité de l'air : dans ces conditions, les concentrations en polluants mesurées sont théoriquement proches des concentrations « réelles ».

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. L'humidité relative n'a pas d'influence sur la mesure pour des valeurs comprises entre 20 et 80 %.

Graphique 1 : Pluviométrie et humidité relative par jour sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France

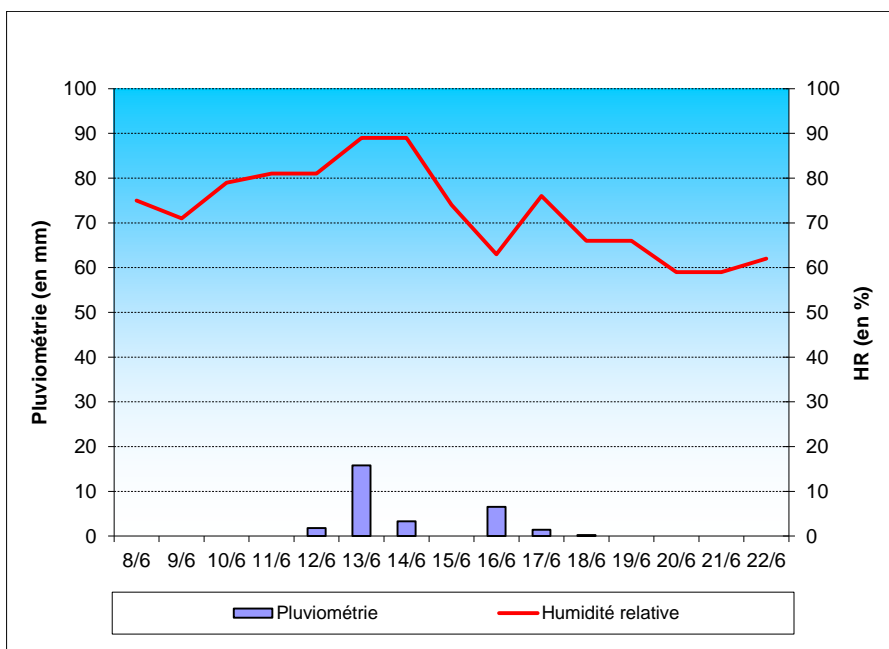


Tableau 5 : Données météorologiques sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France

	Pluie MF mm	HR %	Temp. MF degreC
08/06/2011	0.0	75	22.8
09/06/2011	0.0	71	23.5
10/06/2011	0.0	79	22.6
11/06/2011	0.0	81	22.2
12/06/2011	1.8	81	24.7
13/06/2011	15.8	89	22.9
14/06/2011	3.3	89	22.9
15/06/2011	0.0	74	24.6
16/06/2011	6.5	63	20.6
17/06/2011	1.4	76	19.5
18/06/2011	0.2	66	21.2
19/06/2011	0.0	66	21.7
20/06/2011	0.0	59	20.5
21/06/2011	0.0	59	20.3
22/06/2011	0.0	62	22.1

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.

Tableau 6 : Concentrations en BTEX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – campagne de mesure par échantillonnage passif - Nouméa - du 08 au 22 juin 2012

N° site	Nom site	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	p-Xylène	m-Xylène	o-Xylène	Xylène total
1	Hotel de Ville	1.7	12.9	1.2	0.8	1.5	0.8	3.1
3	Boulevard Exterieur	deg. ¹	deg.	deg.	deg.	deg.	deg.	deg.
4	Rue Benebig	2.6	20.9	1.5	1.0	1.9	1.1	4.0
5	Rond point Berthelot	2.2	15.2	1.4	0.7	1.7	1.1	3.5
6	Rond point Magenta	2.7	19.7	1.6	1.0	1.9	1.3	4.2
7	Rond point Papeete	1.6	13.0	1.5	0.9	2.3	0.9	4.1
8	Route Baie des Dames	2.2	18.6	1.6	1.1	2.5	1.5	5.1
12	Sainte Marie	4.2	64.2	2.9	1.5	3.4	1.9	6.8
14	Rond point Patch	1.5	12.5	1.0	0.6	1.3	1.1	3.0

4.2.2. 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.

Les valeurs affichées après analyse de ce tube sont inférieures ou égales au seuil de détection de $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il n'y a donc pas eu de contamination des tubes.

Tableau 7 : Concentrations en BTEX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de l'échantillonneur témoin « blanc »

Lieu	Début	Fin	Benzène	Toluène	Ethylbenzol	p-Xylène	m-Xylène	o-Xylène
Blanc labo	08/06/2011	22/06/2011	<0.4	0.4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

¹ deg. : dégradation

4.2.3. Analyse des résultats et commentaires

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

Notons que 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

Les résultats de cette campagne 2011 confirment ceux obtenus en 2010.

De manière générale, on observe une corrélation assez marquée entre les niveaux de benzène, de toluène, d'éthylbenzène et de xylène sur les sites de mesure : les sites les plus exposés au benzène le sont aussi pour les autres polluants.

Pour l'ensemble des sites, les concentrations en BTEX mesurées en 2011 sont très similaires à celles mesurées en 2010 (Annexe p.27).

Parmi les sites de typologie trafic, les points 4 - Rue Benebig, 6 - Rond point Magenta, 5 - Rond point Berthelot et 8 - Route Baie des Dames restent les plus exposés aux BTEX.

Sur ces sites, on constate comme en 2010, des niveaux de benzène supérieurs à la valeur de l'objectif de qualité annuelle fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Notons que le site 3 - Boulevard extérieur n'a pas pu faire l'objet de mesure en raison d'une dégradation.

Le site le plus impacté reste le point 12 - Sainte Marie, avec une valeur quasiment identique à celle mesurée en 2010. 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.

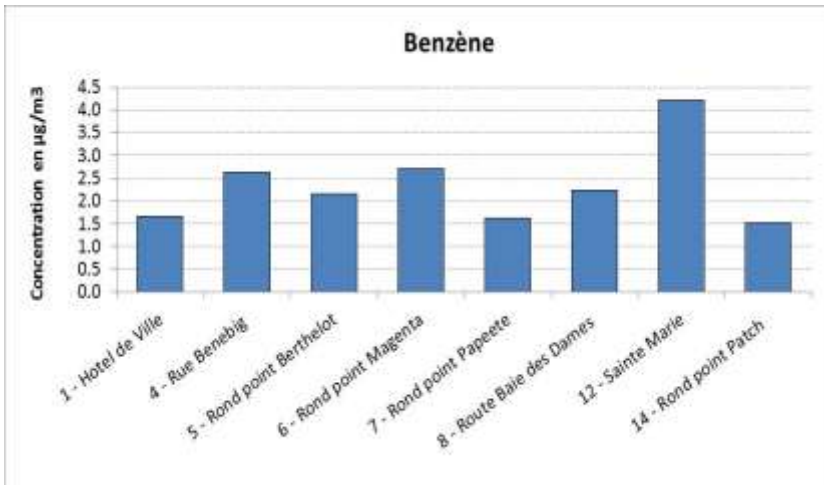
Sur ce site, la concentration de benzène est environ deux fois supérieure à celles des autres sites trafic, ce qui montre l'importance des émissions liées aux vapeurs de carburants durant la journée.

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 ($1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ce point de mesure n'a donc vraisemblablement pas été soumis à d'éventuelles émissions de BTEX provenant du dépôt de carburant.

A ce sujet, le dispositif de plancher flottant habituellement mis en place dans les cuves de stockage permet de contenir les émanations de vapeur d'hydrocarbure.

4.2.3.2. Le benzène

Graphique 2 : Concentrations en benzène par site ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La moyenne sur l'ensemble des sites est de $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La valeur de l'objectif de qualité annuel de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est atteinte ou dépassée sur 5 sites de mesure sur 8.

La valeur numérique de la valeur limite annuelle de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été atteinte sur aucun des sites.

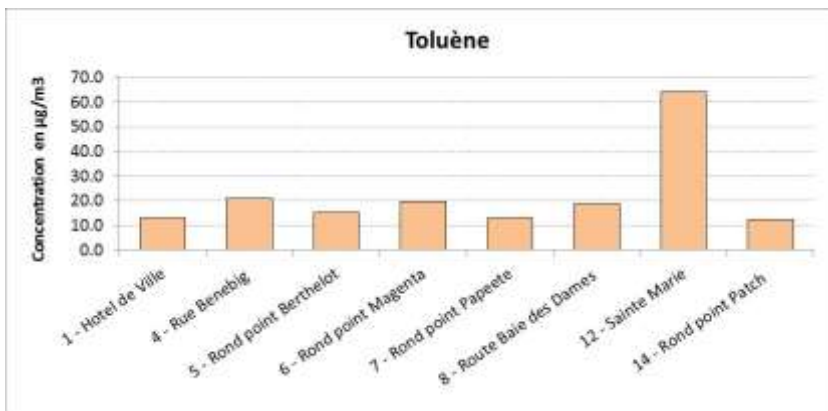
Le site le plus impacté est le 12 - *Sainte Marie*, avec $4.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le site le moins impacté est le 14 - *RP Patch*, avec $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figure 6 : Concentrations en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – campagne de mesure par échantillonnage passif – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011

4.2.3.3. Le toluène

Graphique 3 : Concentrations en toluène par site ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La moyenne sur l'ensemble des sites est de $22.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La valeur numérique de la valeur guide de l'OMS, de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 7 jours, n'est atteinte sur aucun des sites.

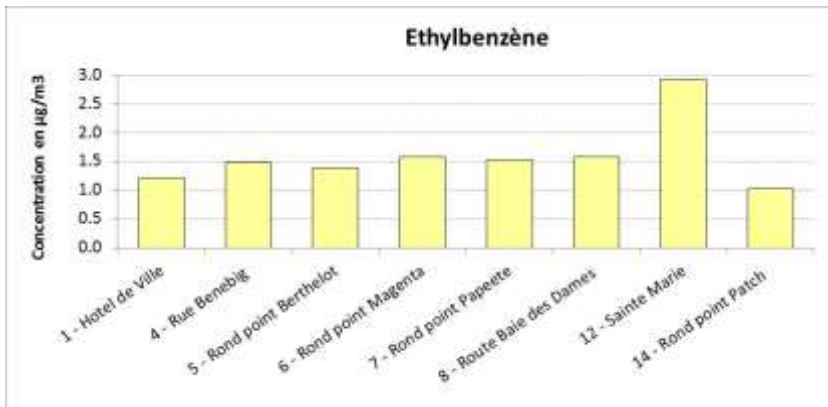
Le site le plus impacté est le 12 - *Sainte Marie*, avec $64.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le site le moins impacté est le 14 - *RP Patch*, avec $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figure 7 : Concentrations en toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – campagne de mesure par échantillonnage passif – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011

4.2.3.4. L'éthylbenzène

Graphique 4 : Concentrations en éthylbenzène par site ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La moyenne sur l'ensemble des sites est de $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 12 - Sainte Marie, avec $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

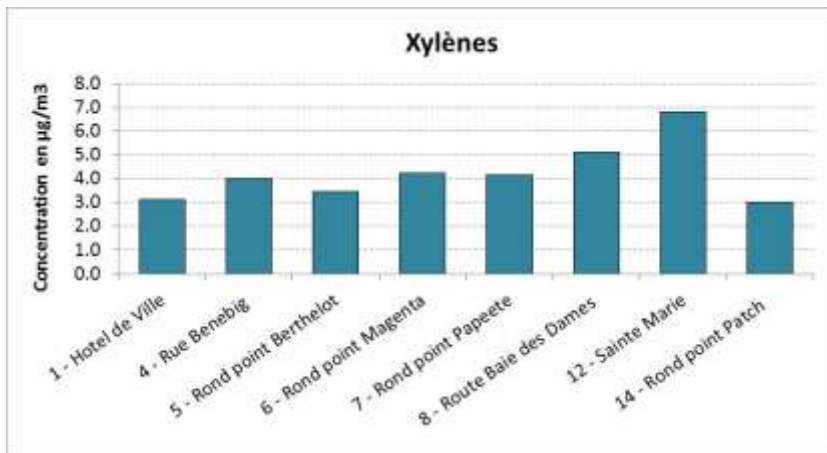
Le site le moins impacté est le 14 - RP Patch, avec $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figure 8 : Concentrations en ethylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – campagne de mesure par échantillonnage passif – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011

4.2.3.5. Le xylène

Graphique 5 : Concentrations en xylènes par site ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La moyenne sur l'ensemble des sites est de $4.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La valeur numérique de la valeur guide de l'OMS, de $4800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures n'a été atteinte sur aucun des sites.

Le site le plus impacté est le 12 - Sainte Marie avec $6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le site le moins impacté est le 14 - RP Patch, avec $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figure 9 : Concentrations en xylènes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – campagne de mesure par échantillonnage passif – Nouméa – du 08 au 22 juin 2011

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 campagne de mesure confirment les tendances observées en 2010 à la même période de l'année (saison fraîche).

Sur ces deux campagnes, les points de typologie trafic : 4 - Rue Benebig, 6 - Rond point Magenta, 5 - Rond point Berthelot et 8 - Route Baie des Dames affichent des niveaux de benzène supérieurs à la valeur de l'objectif de qualité annuel fixé à 2 µg/m³.

Aucun des sites n'est concerné par des niveaux supérieurs à 5 µg/m³, correspondant à valeur limite annuelle.

Le site le plus impacté par le benzène, situé au cœur d'une station-service, affiche une concentration de 4.2 µg/m³, valeur sensiblement identique à celle mesurée en 2010 au même endroit. Ce site affiche également les valeurs les plus élevées pour le toluène, l'éthylbenzène et le xylène.

Du fait de l'augmentation du trafic routier, ces résultats invitent à un suivi régulier des concentrations en benzène sur la ville de Nouméa.

Il serait pertinent de réaliser une campagne de mesure similaire en saison chaude, représentatives de conditions de vents plus forts qu'en saison fraîche.

Du fait des valeurs élevées que sont susceptibles de connaître les stations-service et leur voisinage immédiat, une campagne ciblant spécifiquement ces établissements sera programmée courant 2012.

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.

Annexe : résultats des mesures 2007, 2010 et 2011

N° site	Nom site	Typologie	Benzene			Toluene			Ethylbenzene			Xylene total		
			2007	2010	2011	2007	2010	2011	2007	2010	2011	2007	2010	2011
1	Hotel de Ville	trafic	1.6	1.6	1.7	14.9	11.0	12.9	1.8	1.3	1.2	7.1	3.9	3.1
2	Motor Pool	trafic	0.9	1.2		7.1	6.3		0.9	0.9		4.2	2.0	
3	Boulevard Exterieur	trafic - proximité station service	1.4	2.1	deg.	17.8	16.7	deg.	1.8	1.4	deg.	7.4	3.7	deg.
4	Rue Benebig	trafic	1.4	2.8	2.6	13.7	20.9	20.9	1.5	1.7	1.5	6.2	4.7	4.0
5	Rond point Berthelot	trafic	1.8	2.4	2.2	13.4	13.6	15.2	1.6	1.3	1.4	6.3	3.4	3.5
6	Rond point Magenta	trafic		2.5	2.7		16.3	19.7		1.4	1.6		4.1	4.2
6_bis	Ecole PK6	trafic	0.4			2.6			0.5			2.6		
7	Rond point Papeete	trafic		1.9	1.6		12.4	13.0		1.5	1.5		5.4	4.1
7_bis	Portes d'argent	trafic	0.7			6.7			1.0			4.6		
8	Route Baie des Dames	trafic	1.9	2.1	2.2	22.4	17.8	18.6	2.5	2.0	1.6	9.8	5.1	5.1
8_bis	Station Montravel	urbaine sous influence industrielle	0.5			3.0			0.5			2.7		
9	Station Logicoop	industrielle	0.5	0.7		2.2	2.4		0.4	0.5		2.3	1.3	
10	Ndu	industrielle		0.5			1.1			0.4			1.4	
11	Numbo	industrielle		0.6			2.9			0.5			1.4	
12	Sainte Marie	trafic - proximité station service		4.1	4.2		69.1	64.2		2.0	2.9		4.2	6.8
13	Aerodrome	trafic		1.0			6.9			0.8			2.3	
14	Rond point Patch	trafic - proximité station service		2.0	1.5		15.4	12.5		1.4	1.0		3.1	3.0