



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

**Mesure des BTEX au voisinage des établissements de stockage et de distribution de carburant – Nouméa - du 20 juin au 04 juillet 2012**





## 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, 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, Carole LEFEUVRE
- Approbation finale : Eric LE PLOMB

## Remerciements

Scal-Air souhaite remercier les établissements de distribution de carburant de la ville de Nouméa qui ont permis la réalisation de cette étude, ainsi que 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

<b>LISTES DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>7</b>
<b>2. PRESENTATION DE L'ETUDE.....</b>	<b>8</b>
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 .....	13
<b>3. MISE EN ŒUVRE.....</b>	<b>14</b>
3.1. MATERIEL ET TECHNIQUE DE MESURES .....	14
3.2. EMBLEMES ET CARACTERISTIQUES DES POINTS DE MESURE .....	15
<b>4. RESULTATS ET COMMENTAIRES .....</b>	<b>18</b>
4.1. DONNEES BRUTES.....	18
4.2. RESULTATS PAR POLLUANT.....	19
4.2.1. Analyse globale des niveaux de benzène et des autres BTEX.....	19
4.2.2. Le benzène .....	22
4.2.3. Le toluène.....	23
4.2.4. L'éthylbenzène.....	24
4.2.5. Le xylène .....	25
4.3. COMPARAISON AUX VALEURS TEMOINS .....	26
4.4. RESULTATS PAR SITE DE MESURE.....	26
4.5. ANALYSE DES RESULTATS .....	34
4.5.1. Etude de corrélation.....	34
4.5.2. Limites de l'étude de corrélation.....	38
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>42</b>
ANNEXE 1 : TABLE DES TABLEAUX.....	42
ANNEXE 3 : TABLE DES FIGURES .....	43
ANNEXE 4 : CONDITIONS DE VENT .....	44
ANNEXE 5 : PLUVIOMETRIE .....	45
ANNEXE 6 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	46

## 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

SCAL-AIR, association de mesure et de surveillance de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie organise chaque année des campagnes complémentaires aux stations fixes de Nouméa.

La mesure des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène (BTEX) s'effectue dans le cadre du suivi de ces polluants sur la ville de Nouméa.

Trois campagnes ont été effectuées entre 2007 et 2011 sur des points de typologie urbaine et trafic routier. Les résultats ont révélé des concentrations en Benzène dépassant la valeur de l'objectif de qualité annuel ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aux abords de certains axes routiers importants.

En 2011, il avait été préconisé d'effectuer une campagne de mesure prospective aux abords des établissements de stockage et de distribution de carburant, théoriquement soumis, du fait de la présence de composés BTEX dans les essences, à des émissions non négligeables et supérieures à celles observées aux abords des axe routiers.

Cette campagne a pu être menée en juin 2012. Les résultats sont traités dans le présent rapport. La campagne concerne six établissements de distribution de carburant répartis sur l'agglomération de Nouméa ainsi que le dépôt de carburant de Ducos.

Il s'agit d'évaluer l'exposition de la population habitant ou circulant au voisinage de ces sources d'émission de BTEX.

## 2. Présentation de l'étude

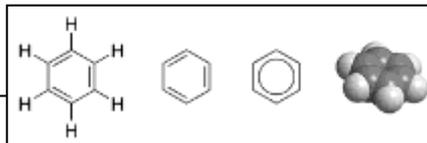
### 2.1. Les différents polluants surveillés

#### 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 notamment de leur large spectre d'utilisation et de l'absence de composé de substitution.

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



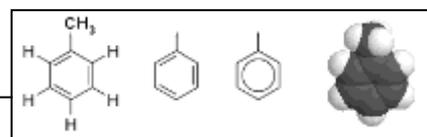
##### Physico-chimie

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

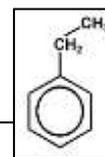
Le toluène ( $C_6H_5-CH_3$ ) est un liquide non corrosif et volatil avec une odeur aromatique. Il est hautement volatil et faiblement soluble dans l'eau. C'est l'hydrocarbure le plus abondant dans la troposphère où sa réaction avec les radicaux hydroxyles est le mécanisme principal de sa destruction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



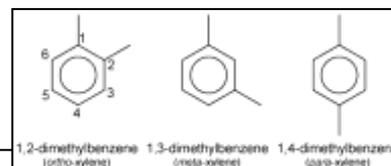
### Physico-chimie

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  $6 \times 10^{-6}$ . 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.

Il existe également une réglementation encadrant les établissements de stockage et de distribution de carburant pour ce qui concerne la récupération des vapeurs de carburant.

### 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 Européen 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<sup>er</sup> 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

#### 2.2.2.1. La réglementation concernant l'air ambiant

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<sup>er</sup> 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 <sup>3</sup>	/	2 µg/m <sup>3</sup> (40 % de la valeur limite)	3.5 µg/m <sup>3</sup> (70 % de la valeur limite)
Décret n°2010-1250	Année civile	5 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>	/	/

### 2.2.2.2. La réglementation applicable aux établissements de stockage et de distribution de carburant

L'Arrêté du 15 avril 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux stations-service soumises à déclaration traite le sujet des émissions de vapeurs de carburant au remplissage des installations de stockage et au ravitaillement des véhicules. Selon l'arrêté, « lors du déchargement de carburant de la catégorie B de la rubrique 1430 d'une citerne de transport dans les installations de stockage des stations-service, les vapeurs générées par le déplacement du carburant sont renvoyées dans la citerne de transport au moyen d'un tuyau de raccordement étanche aux vapeurs. Lors de cette opération, un dispositif est mis en place afin que ces vapeurs ne s'évacuent pas par l'évent du réservoir de stockage de la station-service. »

Pour ce qui concerne la récupération des vapeurs liées au ravitaillement des véhicules à moteur, « les stations-service dont le volume distribué est supérieur à 500 mètres cubes par an sont équipées de systèmes actifs de récupération des vapeurs afin de permettre le retour d'au moins 80 % des vapeurs dans les réservoirs fixes des stations-service. Cette disposition est applicable au plus tard au 1er janvier 2016 pour l'ensemble des établissements.

## 2.2.3. Réglementation en Nouvelle-Calédonie

### 2.2.3.1. La réglementation concernant l'air ambiant

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 prescriptions applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels.

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.

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 %.

### **2.2.3.2. 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 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.

Concernant la récupération des vapeurs au remplissage des installations de stockage de carburant, la délibération prescrit que « les vapeurs générées par le déplacement de l'essence sont renvoyées dans le réservoir de transport au moyen d'un tuyau de raccordement étanche aux vapeurs. Lors de cette opération, un dispositif est mis en place afin que ces vapeurs ne s'évacuent pas par l'évent du réservoir de stockage de la station-service. »

Pour la récupération des vapeurs liées au ravitaillement en essence des véhicules à moteur, la délibération prescrit l'équipement des stations-service « d'un système actif de récupération des vapeurs afin de permettre le retour d'au moins 80% des vapeurs dans les réservoirs fixes des stations-service.

Il est précisé que ces prescriptions ne sont pas applicables aux stations-service d'un débit inférieur à 1500 mètres cubes par an.

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

**Le toluène** n'est pas soumis à réglementation. L'OMS préconise cependant de ne pas dépasser les valeurs suivantes<sup>1</sup> :

- 1 000 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 30 minutes (seuil de détection olfactif),
- 260 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

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

- 4 800 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures (effets constatés sur des groupes de volontaires).

**Pour information, il existe aussi des valeurs guides de la qualité de l'air intérieur :**

Pour le benzène, l'AFSSET propose également quatre Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur (VGAI). Ces valeurs ont été définies en partant du constat qu' « en zone tempérée, la population passe en moyenne, 85 % de son temps dans des environnements clos, principalement dans l'habitat. L'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollution, avec de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques, liés aux bâtiments, aux équipements, à l'environnement extérieur immédiat et au comportement des occupants. »<sup>2</sup>

Pour information, ces valeurs sont :

- VGAI long terme : 10 µg/m<sup>3</sup> pour une durée d'exposition supérieure à 1 an
  - Limite correspondant à des effets hématologiques non cancérogènes,
- VGAI long terme :
  - 2 µg/m<sup>3</sup> pour une durée d'exposition équivalent à la « vie entière » correspondant à un excès de risque de 10<sup>-5</sup>
  - 0.2 µg/m<sup>3</sup> pour une durée d'exposition équivalent à la « vie entière » correspondant à un excès de risque de 10<sup>-6</sup>
  - Limite correspondant à des effets hématologiques cancérogènes<sup>3</sup>,
- VGAI intermédiaire : 20 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 14 jours
  - Limite prenant en compte des effets cumulatifs du benzène et correspondant à des effets hématologiques non cancérogènes.

<sup>1</sup> OMS. Air Quality Guidelines for Europe. World Health Organization. Copenhagen, 2<sup>nd</sup> Ed. 2000

<sup>2</sup> AFSSET. AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour le benzène. Auto-Saisine Afsset 2004

<sup>3</sup> « Pour les effets cancérogènes, il appartient au décideur de fixer le niveau de risque acceptable (10<sup>-5</sup> ou 10<sup>-6</sup>) et donc la valeur associée ». AFSSET. Valeurs guides de qualité d'air intérieur - Le benzène. Mai 2008

## 3. Mise en œuvre

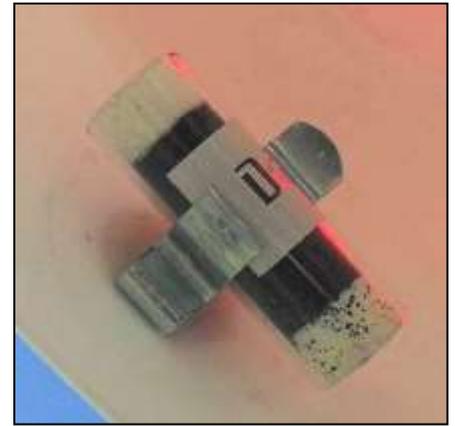
### 3.1. Matériel et technique de mesures

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 1 : Tube passif clipsé sur son support**



**Figure 2 : 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/m<sup>3</sup> pour 14 jours

**Incertitude de mesure** : 23 % pour des concentrations situées entre 1 et 5 µg/m<sup>3</sup>

## 3.2. Emplacements et caractéristiques des points de mesure

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

6 stations-service parmi les 28 présentes sur la ville de Nouméa ont été sélectionnées, préférentiellement à proximité de zones d'habitation ou de commerces.

Sur chaque station-service, 5 tubes passifs ont été positionnés, 1 au centre de la station et les 4 autres aux abords de celle-ci, de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

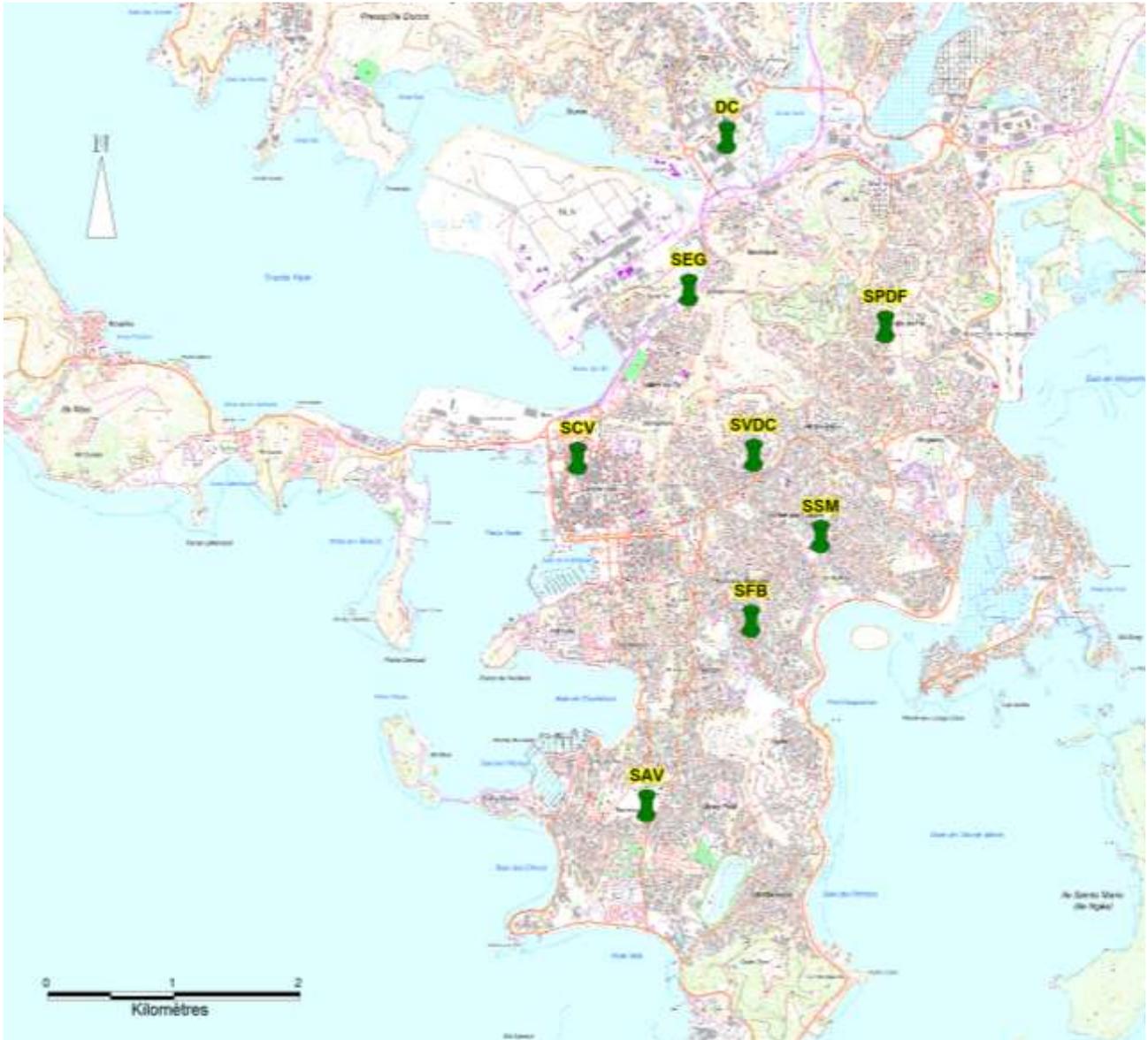
Pour le dépôt de carburant de Ducos, 3 tubes ont été positionnés, l'un rue Papeete et les 2 autres à proximité de l'entrée principale de celui-ci.

Les points de mesure ont été sélectionnés de manière à évaluer l'exposition de la population dans ces zones d'habitation alentour et de passage, qui sont, de par leur proximité aux stations-service, susceptibles, selon les conditions de vents, d'être exposés aux émissions de composés BTEX.

**Tableau 2 : Liste des points de mesure – Campagne de mesure des BTEX au voisinage des établissements de stockage et de distribution de carburant – Nouméa - du 20 juin au 04 juillet 2012**

Site de mesure	Point de mesure	Typologie
SEG	SEG	témoin urbain
SAV	SAV 1	station service
	SAV 2	station service
	SAV 3	station service
	SAV 4	station service
	SAV 5	station service
SVDC	SVDC 1	station service
	SVDC 2	station service
	SVDC 3	station service
	SVDC 4	station service
	SVDC 5	station service
SPDF	SPDF 1	station service
	SPDF 2	station service
	SPDF 3	station-service
	SPDF 4	station service
	SPDF 5	station service

SFB	SFB 1	station service
	SFB 2	station service
	SFB 3	station service
	SFB 4	station service
	SFB 5	station service
SSM	SSM 1	station service
	SSM 2	station service
	SSM 3	station service
	SSM 4	station service
	SSM 5	station service
SCV	SCV 1	station service
	SCV 2	station service
	SCV 3	station service
	SCV 4	station service
	SCV 5	station service
DC	DC 1	dépôt de carburant
	DC 2	dépôt de carburant
	DC 3	dépôt de carburant



**Figure 3 : Sites de mesure – Mesure des BTEX au voisinage des établissements de stockage et de distribution de carburant – Nouméa - du 20 juin au 04 juillet 2012**

*NB : le point « SEG » fait office d'un site témoin de typologie urbaine non situé à proximité d'un établissement de distribution ou de stockage de carburant. Ce point est placé sur le site de l'Ecole Griscelli à la Vallée du Tir.*

*Il s'agit de pouvoir comparer les niveaux de BTEX de typologies « station-service » et « dépôt de carburant » aux niveaux observés dans une zone non soumise à des émissions directes de BTEX.*

## 4. Résultats et commentaires

### 4.1. 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. Il s'agit des concentrations moyennes sur une durée de 14 jours, relative à l'exposition du 20 juin au 04 juillet 2012.

**Tableau 3 : Concentrations en BTEX ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – campagne de mesure par échantillonnage passif - Nouméa – du 20 juin au 04 juillet 2012**

Site de mesure	Point de mesure	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	p-Xylène	m-Xylène	o-Xylène	Xylène Total
SEG	SEG	1.50	2.38	1.34	1.25	<0.4	0.27	<1.92
SAV	SAV 1	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
	SAV 2	4.56	12.16	2.11	2.35	1.34	0.48	4.17
	SAV 3	4.24	14.15	2.14	2.29	1.35	0.47	4.12
	SAV 4	5.77	23.85	4.37	3.27	2.67	0.83	6.77
	SAV 5	3.87	18.98	2.91	2.15	1.88	0.70	4.73
SVDC	SVDC 1	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
	SVDC 2	degrad.	degrad.	degrad.	degrad.	degrad.	degrad.	degrad.
	SVDC 3	3.47	29.80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00
	SVDC 4	1.81	14.49	1.05	0.77	0.98	0.64	2.39
	SVDC 5	6.30	22.84	3.73	3.85	1.89	0.79	6.53
SPDF	SPDF 1	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
	SPDF 2	7.31	23.11	2.66	2.81	2.43	0.73	5.97
	SPDF 3	3.89	17.42	1.77	1.02	2.26	0.92	4.21
	SPDF 4	3.13	11.83	1.38	1.23	1.76	0.52	3.51
	SPDF 5	6.86	22.09	3.71	4.20	2.10	0.85	7.16
SFB	SFB 1	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
	SFB 2	5.85	41.13	3.54	3.30	2.85	1.02	7.17
	SFB 3	6.60	43.09	3.81	3.55	2.16	0.53	6.25
	SFB 4	6.80	77.78	4.20	4.33	2.42	1.65	8.40
	SFB 5	6.09	31.97	3.85	4.57	2.09	1.46	8.11
SSM	SSM 1	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
	SSM 2	2.07	21.04	1.90	1.04	2.29	0.96	4.29
	SSM 3	3.69	18.94	4.07	3.41	5.65	1.78	10.84
	SSM 4	3.93	37.78	3.59	2.37	3.86	1.35	7.58

	SSM 5	4.57	19.63	3.29	3.16	2.27	0.49	5.92
SCV	SCV 1	degrad.						
	SCV 2	1.25	9.43	0.75	0.46	0.83	0.56	1.85
	SCV 3	5.91	19.82	4.25	4.26	1.68	1.12	7.06
	SCV 4	2.06	12.81	1.36	0.85	1.30	0.55	2.71
	SCV 5	4.92	14.28	2.72	3.47	1.69	<0.4	5.16
DC	DC1	5.36	15.36	4.13	4.43	2.65	0.69	7.77
	DC 2	7.62	19.67	4.64	5.47	3.97	2.06	11.50
	DC 3	2.59	11.85	2.08	1.80	3.64	1.70	7.14

nc : données brutes non publiques – tubes situés au centre des établissements privés de distribution de carburant.

degrad. : tube absent lors de la récupération le jour de la fin de la campagne.

## 4.2. Résultats par polluant

Pour le Benzène, la valeur guide de la qualité de l'air intérieur (VGAI) sur 15 jours<sup>4</sup> s'applique sur une période de temps identique à celle de la période de mesure. Bien que les conditions d'expositions ne soient pas strictement identiques en air intérieur et en air extérieur (brassage d'air, concentrations de pointe et niveaux de fond...), et en l'absence de valeur de référence « air extérieur » sur 15 jours, nous proposons de comparer les résultats à cette valeur à titre indicatif.

La comparaison des résultats aux valeurs de référence annuelles, hebdomadaires ou journalières n'est strictement pas possible car la période d'étude de 15 jours ne correspond pas aux périodes sur lesquelles sont basés ces seuils.<sup>5</sup>

Néanmoins, en l'absence de valeurs de référence directement exploitables ou à titre indicatif, des comparaisons et extrapolations sont présentées.

### 4.2.1. Analyse globale des niveaux de benzène et des autres BTEX

Le niveau moyen de benzène sur l'ensemble des points de mesure hors points-centraux des stations-service est de  $4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur est inférieure à la valeur guide de la qualité de l'air intérieur (VGAI) de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 15 jours (OMS).

Cette valeur se situe au-dessus de l'objectif de qualité annuel de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et en dessous de la valeur limite à ne pas dépasser pour le benzène, de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (graphique 1).

Si l'on considère les points de mesure uniquement situés à proximité des stations-service (hors point centraux des stations-service et hors dépôt de carburant), les valeurs sont similaires (graphique 2).

<sup>4</sup> VGAI de l'OMS, prenant en compte des effets cumulatifs du benzène et correspondant à des effets hématologiques non cancérogènes

<sup>5</sup> Notons que selon la réglementation européenne, il faudrait au moins 14% du temps de l'année soit 8 semaines de mesure réparties uniformément au cours de l'année pour que la valeur moyenne soit représentative et strictement comparable à la valeur limite annuelle

Si l'on considère uniquement les points de mesure situés au centre des stations-service, soit 6 points dont un point ayant subi une dégradation non pris en compte, la valeur moyenne de benzène est de  $10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valeur limite annuelle :  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

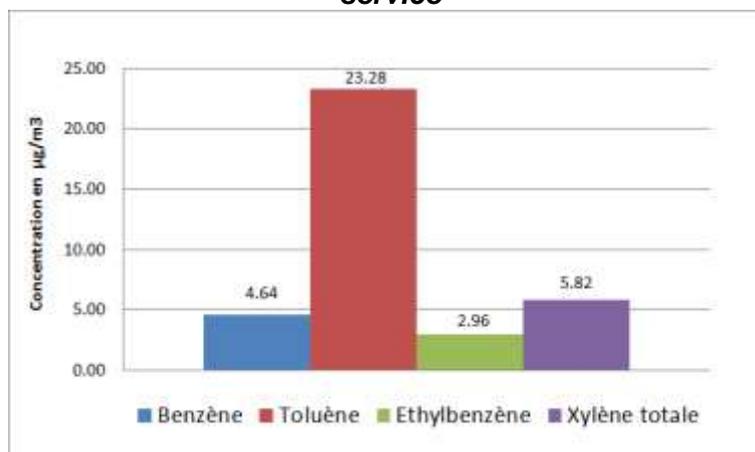
En supposant que le rythme de fonctionnement des stations-service soit continu en cours de l'année, il est probable que les concentrations mesurées sur 15 jours soient représentatives de l'année. Néanmoins, il peut subvenir des fluctuations d'activité selon les périodes de l'année (vacances scolaires, débits de station plus ou moins importants d'une semaine à l'autre, d'une station à l'autre...).

Les points centraux des stations-service apparaissent particulièrement exposés aux émissions de BTEX comparativement aux points périphériques. Cela s'explique par la proximité directe aux pistolets de distribution du carburant et aux événements des stations qui permettent l'évacuation des vapeurs d'essences lors du remplissage des cuves (graphique 3).

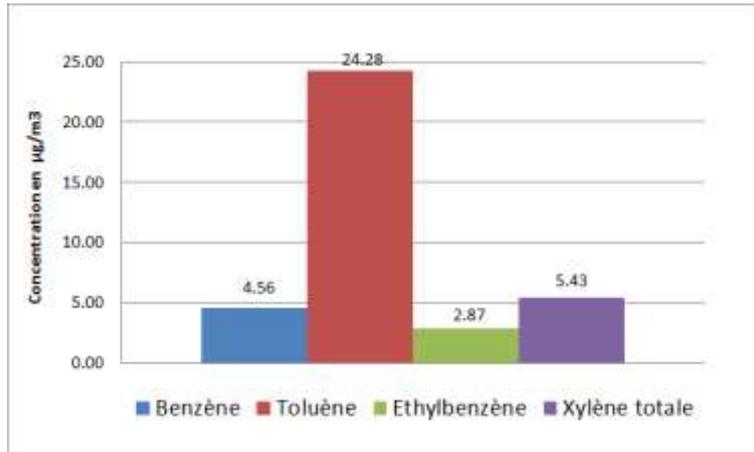
Les trois points de mesure situés aux abords du dépôt de carburant de Ducos connaissent des valeurs comparables à celles observées aux abords des stations-service, avec une valeur moyenne en benzène de  $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (graphique 4).

Pour le toluène, l'éthylbenzène et le xylène, les niveaux moyens mesurés sont très inférieurs aux valeurs de référence disponibles. Les niveaux moyens mesurés au centre des stations-service sont plus de trois fois plus importants pour le toluène et globalement 2 fois plus importants pour l'éthylbenzène et le xylène par rapport aux niveaux des points de mesure périphériques.

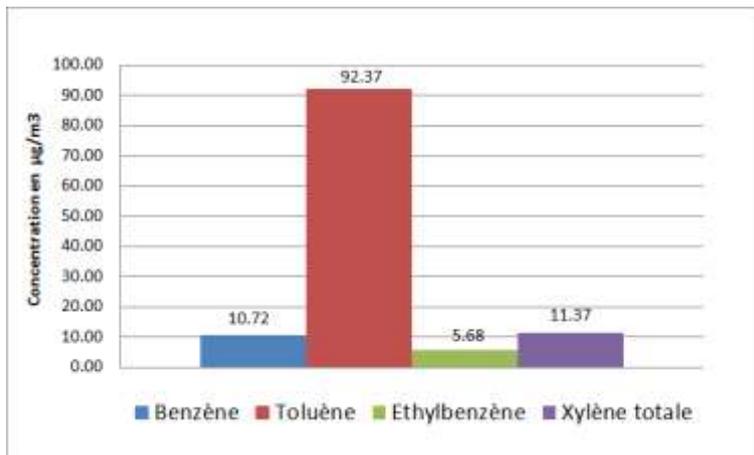
**Graphique 1 : Concentrations moyennes sur la période de mesure – hors points centraux stations-service**



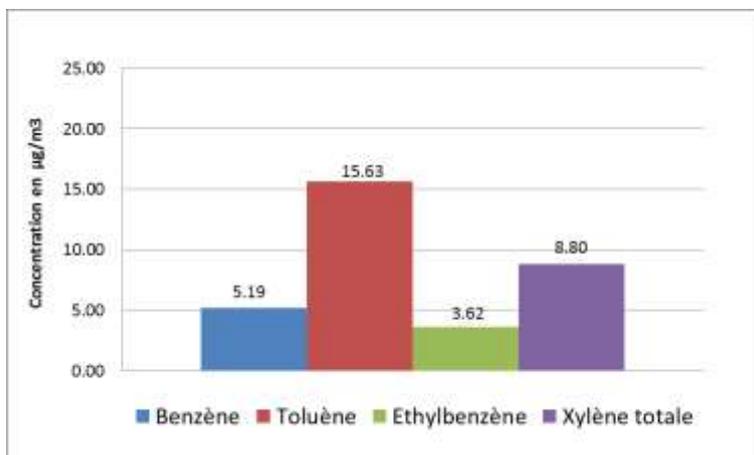
**Graphique 2 : Concentrations moyennes sur la période de mesure – hors points centraux stations-service – hors dépôt de carburant**



**Graphique 3 : Concentrations moyennes sur la période de mesure en considérant uniquement les points situés aux centres des stations-service – hors dépôt de carburant**



**Graphique 4 : Concentrations moyennes sur la période de mesure en considérant uniquement les points situés autour du dépôt de carburant**



### 4.2.2. Le benzène

Les valeurs mesurées pour le benzène sont comprises entre 2 et 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec une moyenne de 5.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur l'ensemble des points de mesure (stations-service + dépôt de carburant), (Graphique 5).

Les valeurs des points situés au centre des stations-service sont les plus importantes. Elles sont comprises entre 5 et 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  selon les stations, avec une moyenne de 10.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les valeurs des points situés à proximité immédiate des stations-service (hors poteau central de la station) sont comprises entre 2 et 7.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec une moyenne de 4.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

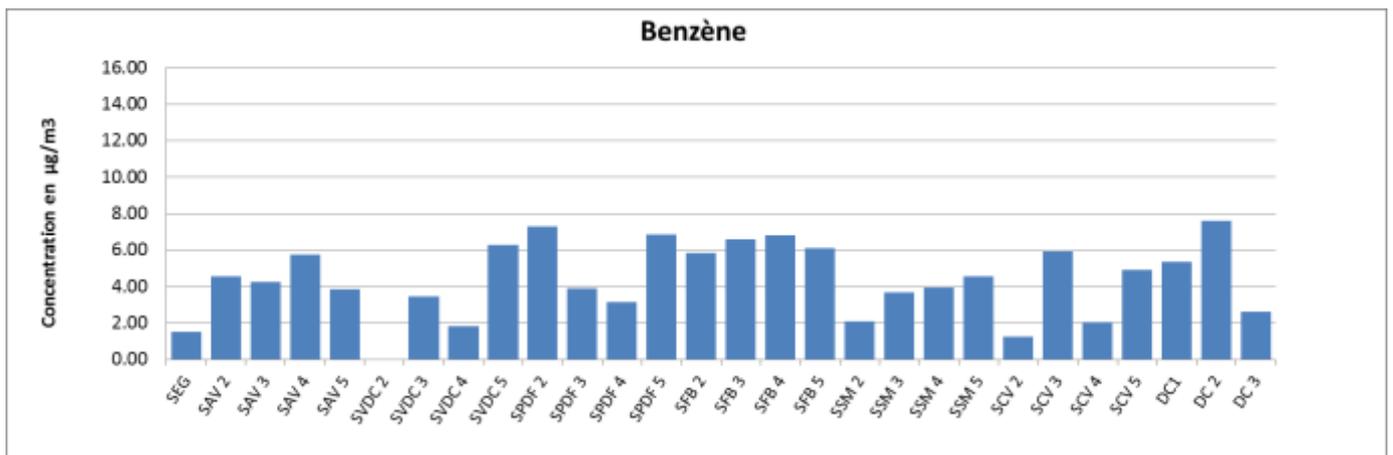
Sur l'ensemble des 26 points situés à proximité immédiate des stations-service (hors poteau central de la station) et dépôt de carburant, 10 sites, soit 38.5 % font l'objet de valeurs supérieures à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , qui est la valeur limite annuelle pour le benzène.

La valeur moyenne des trois points situés autour du dépôt de carburant est de 5.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et dépasse la valeur limite annuelle pour le benzène.

A titre de comparaison, en site trafic routier hors stations-service, les valeurs observées sur la ville lors des campagnes de mesure 2007 à 2011 sont toutes inférieures à cette valeur limite et ne dépassent pas les 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 15 jours.

Notons que la valeur guide de qualité de l'air intérieur (VGAI), de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 14 jours, n'est atteinte sur aucun des sites de mesure.

**Graphique 5 : Concentrations en benzène par point de mesure ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



### 4.2.3. Le toluène

Les valeurs observées, de 10 à 80 µg/m<sup>3</sup> hormis les points de mesure centraux des stations, sont plus importantes que celles habituellement observées en site trafic routier, de l'ordre de 10 à 20 µg/m<sup>3</sup> (Graphique 6).

La moyenne des concentrations en toluène (hors poteau central de la station) est de 23.3 µg/m<sup>3</sup>, ce qui est relativement proche de la moyenne des concentrations habituellement observées en site trafic routier, de l'ordre de 15 à 20 µg/m<sup>3</sup>.

Ainsi, si l'on considère l'ensemble des sites de mesure (hors centre des stations-service), les niveaux moyens de toluène sont comparables à ceux observés aux abords d'axe routiers importants non soumis à l'influence des émissions liés à l'activité des stations-service.

Au niveau du centre des stations-service, les valeurs sont les plus élevées et sont comprises entre 50 et 150 µg/m<sup>3</sup> selon les stations.

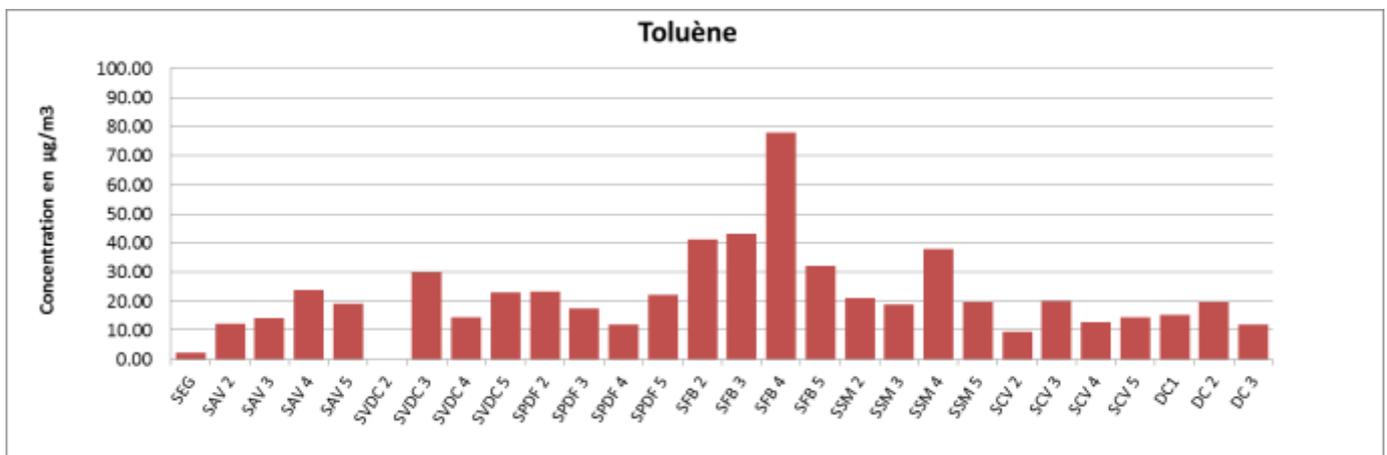
Les niveaux observés aux abords du dépôt de carburant restent relativement faible, de l'ordre de 10 à 20 µg/m<sup>3</sup>.

Le toluène n'est pas soumis à réglementation au niveau européen. Pour rappel, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise cependant de ne pas dépasser les valeurs suivantes :

- 1 000 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 30 minutes (seuil de détection olfactif),
- 260 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 7 jours.

Dans le cadre de cette campagne de mesure, il n'est pas possible d'estimer les niveaux sur 30 minutes ou sur 7 jours, les valeurs disponibles étant uniquement basées sur la période de mesure de 15 jours. Du fait que les valeurs mesurées soient très inférieures à ces valeurs de référence, il est donc difficile de caractériser les niveaux observés par rapport aux valeurs guides de l'OMS.

**Graphique 6 : Concentrations en toluène par site (µg/m<sup>3</sup>)**



### 4.2.4. L'éthylbenzène

Les niveaux d'éthylbenzène mesurés sont compris entre 0.5 et 8.0 µg/m<sup>3</sup>, avec une moyenne de 3.4 µg/m<sup>3</sup> sur l'ensemble des points de mesure (stations-service + dépôt de carburant), (Graphique 7).

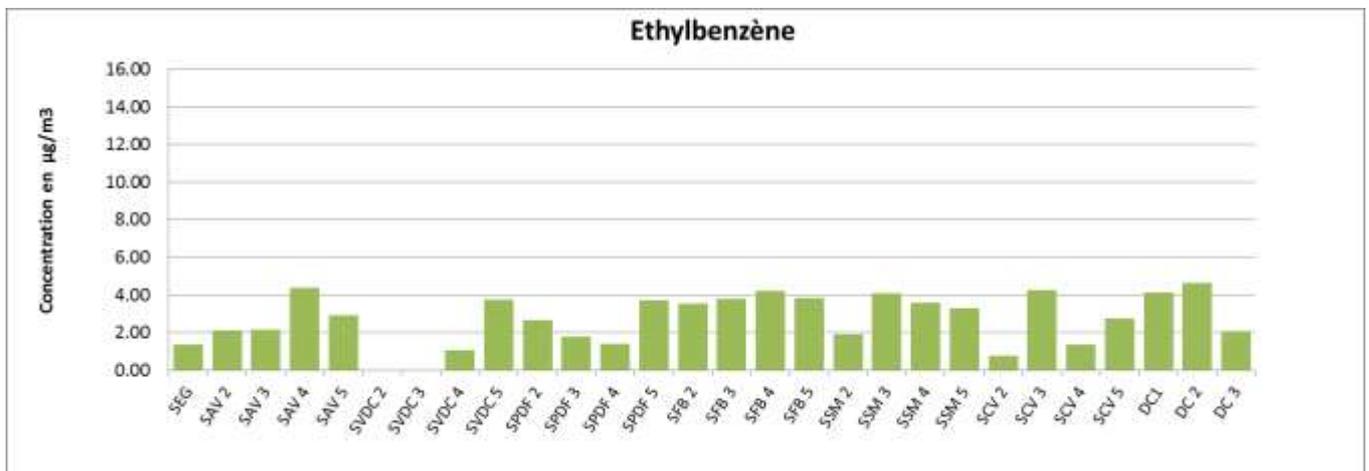
Les valeurs des points situés au centre des stations-service sont parmi les plus importantes et sont comprises entre 3.9 et 8.0 µg/m<sup>3</sup> selon les stations.

En moyenne et hors poteau central des stations, la concentration en éthylbenzène est de 3.0 µg/m<sup>3</sup>. Les valeurs observées restent proche de celles observées en site trafic routier, d'environ 1.6 µg/m<sup>3</sup> en moyenne.

L'éthylbenzène n'est pas soumis à réglementation au niveau européen. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise cependant de ne pas dépasser la valeur de 22 000 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

Pour une question de représentativité temporelle, l'étude ne permet pas de comparer les valeurs moyennes sur 15 jours à une moyenne annuelle. Du fait des écarts importants existant entre les valeurs mesurées sur 15 jours et la valeur de l'OMS, il est peu probable que les valeurs d'éthylbenzène à l'année dépassent la valeur de seuil.

**Graphique 7 : Concentrations en éthylbenzène par site (µg/m<sup>3</sup>)**



### 4.2.5. Le xylène

Les niveaux de xylènes sont compris entre 1.8 et 15 µg/m<sup>3</sup> (Graphique 8).

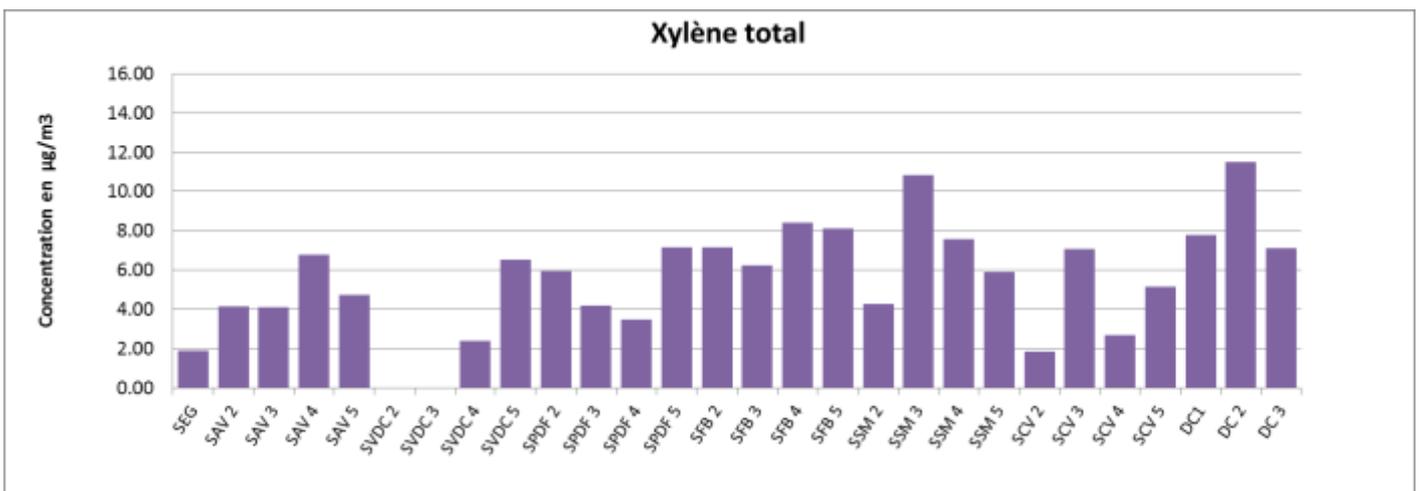
La moyenne des concentrations sur l'ensemble des sites est de 6.7 µg/m<sup>3</sup>. La moyenne des concentrations sur l'ensemble des points, hors centre des stations-service, est de 5.8 µg/m<sup>3</sup>.

En site trafic routier, les valeurs habituellement mesurées sont de l'ordre de 4.0 µg/m<sup>3</sup>. Ainsi, les valeurs observées aux abords des stations-service restent en moyenne proche de celles observées sans l'influence directe des points de distribution de carburant.

Les xylènes ne sont pas soumis à réglementation au niveau européen. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise cependant de ne pas dépasser la valeur de 4800 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures.

Pour une question de représentativité temporelle, l'étude ne permet pas de comparer les valeurs moyennes sur 15 jours à une moyenne journalière. Il est donc difficile de caractériser les niveaux observés par rapport à la valeur guide de l'OMS.

**Graphique 8 : Concentrations en xylènes par site (µg/m<sup>3</sup>)**



### 4.3. Comparaison aux valeurs témoins

Les valeurs de BTEX qui ont été mesurées au niveau du site témoin non situé à proximité d'établissements de distribution ou de stockage de carburant sont de l'ordre de celles couramment observées en site de typologie urbaine sur l'agglomération de Nouméa<sup>6</sup>.

**Tableau 4 : Concentrations en BTEX ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – point de mesure « témoin » - campagne de mesure par échantillonnage passif - Nouméa – du 20 juin au 04 juillet 2012**

Site de mesure	Point de mesure	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	p-Xylène	m-Xylène	o-Xylène	Xylène Total
SEG	SEG	1.50	2.38	1.34	1.25	<0.4	0.27	<1.92

La concentration en benzène est inférieure à l'objectif de qualité annuel de  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les concentrations en toluène, éthylbenzène et xylène sont également très faibles.

### 4.4. Résultats par site de mesure

Les résultats sont ici présentés sous la forme de tableaux par site de mesure intégrant les éléments suivants :

- Rose des vents sur la période de mesure ;
- Diagramme des concentrations en polluants par point de mesure ;
- Représentations cartographiques des concentrations en polluants ;
- Eléments de contexte : relief, configuration bâti / voirie, emprise au vent ;
- Données concernant l'activité des stations-service : volumes de carburant entrant et sortant, nombre de ravitaillements...

Les éléments de contexte ainsi que les données concernant l'activité des stations-service identifiés sont des facteurs ayant une influence sur les concentrations en BTEX mesurées. En effet, la présence de relief positif ou d'un bâti continu autour des sites favorise généralement l'accumulation des polluants. On considère également que plus l'activité des stations est importante, plus il y a d'émission de polluants dans l'air ambiant.

La confrontation des données d'activité disponibles à ces paramètres contextuels permet d'interpréter la répartition des polluants et leurs concentrations sur les sites de mesure.

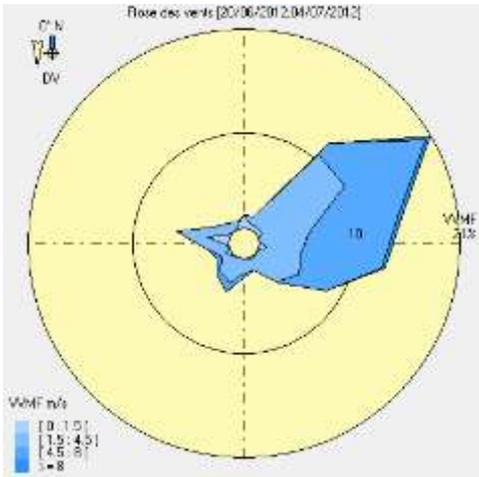
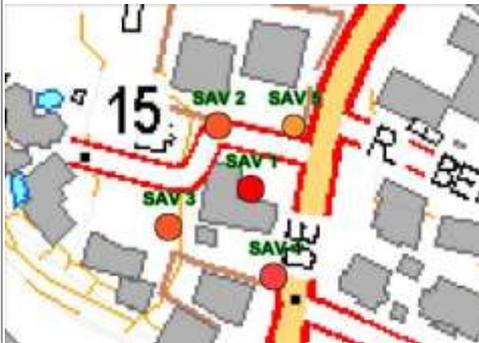
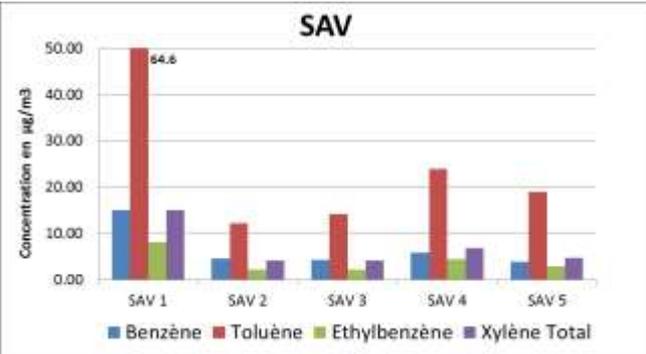
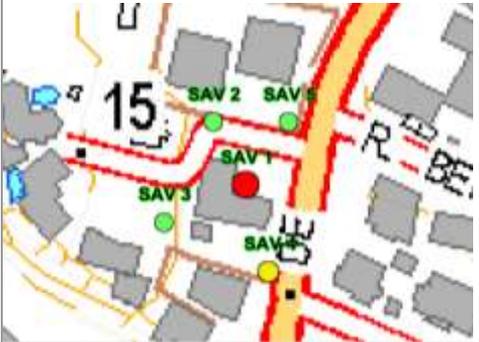
**Notons que le gazole ne contient pas de benzène. Par conséquent, l'exploitation des données concernant l'activité des stations a été faite sur la base des données relatives à l'essence sans plomb.**

<sup>6</sup> SCAL-AIR. Mesure des BTEX par échantillonnage passif. Nouméa. Juin 2011

**Tableau 5 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SFB- en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

SFB	
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p> <p>Flotte des vents [20/06/2012 04:07:2012]</p> <p>WMF m/s</p> <p>[ 0 : 1 : 5 ] [ 1 : 5 : 4 : 5 ] [ 4 : 5 : 8 ]</p>	<p><b>BENZENE</b></p> <p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 15 (11)</li> <li>● 5 à 6 (5)</li> <li>● 4 à 5 (4)</li> <li>● 3 à 4 (6)</li> <li>● 2 à 3 (3)</li> <li>● 1 à 2 (3)</li> <li>● 0.1 à 1 (0)</li> </ul>
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SFB</b></p> <p>Concentration en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>■ Benzène ■ Toluène ■ Ethylbenzène ■ Xylène Total</p> <p>SFB 1: Benzène 148.0, Toluène ~5, Ethylbenzène ~3, Xylène Total ~7</p> <p>SFB 2: Benzène ~40, Toluène ~5, Ethylbenzène ~3, Xylène Total ~7</p> <p>SFB 3: Benzène ~42, Toluène ~5, Ethylbenzène ~3, Xylène Total ~7</p> <p>SFB 4: Benzène 77.8, Toluène ~5, Ethylbenzène ~3, Xylène Total ~7</p> <p>SFB 5: Benzène ~32, Toluène ~5, Ethylbenzène ~3, Xylène Total ~7</p>	<p><b>TOLUENE</b></p> <p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 60 à 150 (5)</li> <li>● 50 à 60 (1)</li> <li>● 40 à 50 (2)</li> <li>● 30 à 40 (2)</li> <li>● 20 à 30 (6)</li> <li>● 10 à 20 (14)</li> <li>● 1 à 10 (2)</li> </ul>
<p><u>Relief</u> : pente positive dans le sens Sud-Ouest &gt; Nord-Est</p> <p><u>Configuration bât / voirie</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rues bordées de bâtiment</li> <li>- Bâtiment continu</li> </ul> <p><u>Emprise au vent</u> : faible</p> <p><u>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central)</u> : <math>6.34 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p><u>Nombre de ravitaillements de la station durant la période de mesure</u> : 5</p> <p><u>Volume moyen d'un ravitaillement de la station durant la période de mesure</u> : 9 000 L</p> <p><u>Nombre de véhicules ravitaillés par la station durant la période de mesure</u> : 5968</p> <p><u>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule durant la période de mesure</u> : 13 L</p>	<p><b>ETHYLBENZENE</b></p> <p>Concentrations en Ethylbenzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 9 (1)</li> <li>● 5 à 6 (3)</li> <li>● 4 à 5 (6)</li> <li>● 3 à 4 (8)</li> <li>● 2 à 3 (6)</li> <li>● 1 à 2 (6)</li> <li>● 0.1 à 1 (1)</li> </ul>
<p><b>XYLENES</b></p> <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12.5 à 15 (2)</li> <li>● 10 à 12.5 (4)</li> <li>● 7.5 à 10 (4)</li> <li>● 5 à 7.5 (11)</li> <li>● 2.5 à 5 (7)</li> <li>● 0.1 à 2.5 (3)</li> </ul>	<p><b>XYLENES</b></p> <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12.5 à 15 (2)</li> <li>● 10 à 12.5 (4)</li> <li>● 7.5 à 10 (4)</li> <li>● 5 à 7.5 (11)</li> <li>● 2.5 à 5 (7)</li> <li>● 0.1 à 2.5 (3)</li> </ul>

**Tableau 6 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SAV- en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

SAV	
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p> 	<p><b>BENZENE</b></p>  <p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 15 (11)</li> <li>● 5 à 6 (5)</li> <li>● 4 à 5 (4)</li> <li>● 3 à 4 (6)</li> <li>● 2 à 3 (3)</li> <li>● 1 à 2 (3)</li> <li>● 0.1 à 1 (0)</li> </ul>
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p> 	<p><b>TOLUENE</b></p>  <p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 60 à 150 (5)</li> <li>● 50 à 60 (1)</li> <li>● 40 à 50 (2)</li> <li>● 30 à 40 (2)</li> <li>● 20 à 30 (6)</li> <li>● 10 à 20 (14)</li> <li>● 1 à 10 (2)</li> </ul>
<p><u>Relief</u> : pente positive dans le sens Est &gt; Ouest</p> <p><u>Configuration bât / voirie</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rues dégagées</li> <li>- Bâtit discontinu</li> </ul> <p><u>Emprise au vent</u> : forte</p> <p><u>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central)</u> : <math>4.61 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p><u>Nombre de ravitaillements de la station durant la période de mesure</u> : 5</p> <p><u>Volume moyen d'un ravitaillement de la station durant la période de mesure</u> : 10 600 L</p> <p><u>Nombre de véhicules ravitaillés par la station durant la période de mesure</u> : pas de données</p> <p><u>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule durant la période de mesure</u> : pas de données</p>	<p><b>ETHYLBENZENE</b></p>  <p>Concentrations en Ethylbenzene (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 9 (1)</li> <li>● 5 à 6 (3)</li> <li>● 4 à 5 (6)</li> <li>● 3 à 4 (6)</li> <li>● 2 à 3 (6)</li> <li>● 1 à 2 (6)</li> <li>● 0.1 à 1 (1)</li> </ul>
	<p><b>XYLENES</b></p>  <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12.5 à 15 (2)</li> <li>● 10 à 12.5 (4)</li> <li>● 7.5 à 10 (4)</li> <li>● 5 à 7.5 (11)</li> <li>● 2.5 à 5 (7)</li> <li>● 0.1 à 2.5 (3)</li> </ul>

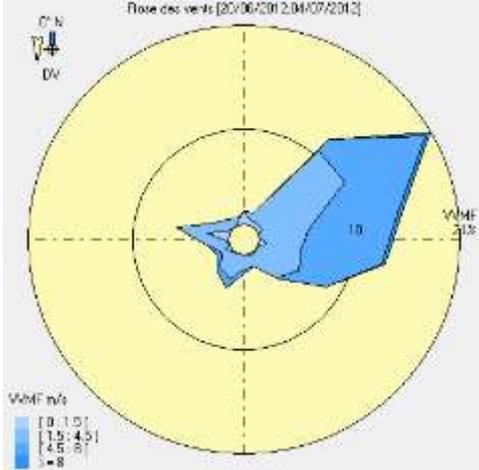
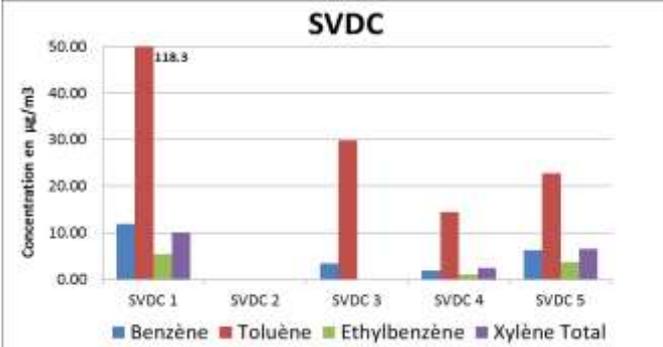
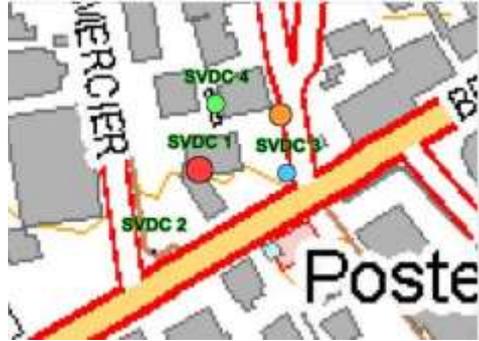
**Tableau 7 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SCV- en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

SCV	
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p> <p>Flotte des vents [2012/06/20 2.04:37:2012]</p> <p>WNW 10 W 4.5</p> <p>WVF m/s 0, 1, 0, 1 1, 5, 4, 5, 1 4, 5, 0, 1 = 8</p>	<p><b>BENZENE</b></p> <p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 15 (11)</li> <li>● 5 à 6 (5)</li> <li>● 4 à 5 (4)</li> <li>● 3 à 4 (6)</li> <li>● 2 à 3 (3)</li> <li>● 1 à 2 (3)</li> <li>● 0,1 à 1 (0)</li> </ul>
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p> <p>SCV</p> <p>Concentration en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>SCV 1 SCV 2 SCV 3 SCV 4 SCV 5</p> <p>■ Benzène ■ Toluène ■ Ethylbenzène ■ Xylène Total</p>	<p><b>TOLUENE</b></p> <p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 60 à 150 (5)</li> <li>● 50 à 60 (1)</li> <li>● 40 à 50 (2)</li> <li>● 30 à 40 (2)</li> <li>● 20 à 30 (6)</li> <li>● 10 à 20 (14)</li> <li>● 1 à 10 (2)</li> </ul>
<p><b>Relief :</b> plat</p> <p><b>Configuration bât / voirie :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rues dégagées</li> <li>- Bâtît discontinu</li> </ul> <p><b>Emprise au vent :</b> moyenne</p> <p><b>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central) :</b> <math>3.53 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p><b>Nombre de ravitaillements de la station durant la période de mesure :</b> 3</p> <p><b>Volume moyen d'un ravitaillement de la station durant la période de mesure :</b> 7 333 L</p> <p><b>Nombre de véhicules ravitaillés par la station durant la période de mesure :</b> pas de données</p> <p><b>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule durant la période de mesure :</b> pas de données</p>	<p><b>ETHYLBENZENE</b></p> <p>Concentrations en Ethylbenzene (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 9 (1)</li> <li>● 5 à 6 (3)</li> <li>● 4 à 5 (6)</li> <li>● 3 à 4 (8)</li> <li>● 2 à 3 (6)</li> <li>● 1 à 2 (6)</li> <li>● 0,1 à 1 (1)</li> </ul>
<p><b>XYLENES</b></p> <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12,5 à 15 (2)</li> <li>● 10 à 12,5 (4)</li> <li>● 7,5 à 10 (4)</li> <li>● 5 à 7,5 (11)</li> <li>● 2,5 à 5 (7)</li> <li>● 0,1 à 2,5 (3)</li> </ul>	<p><b>XYLENES</b></p> <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12,5 à 15 (2)</li> <li>● 10 à 12,5 (4)</li> <li>● 7,5 à 10 (4)</li> <li>● 5 à 7,5 (11)</li> <li>● 2,5 à 5 (7)</li> <li>● 0,1 à 2,5 (3)</li> </ul>

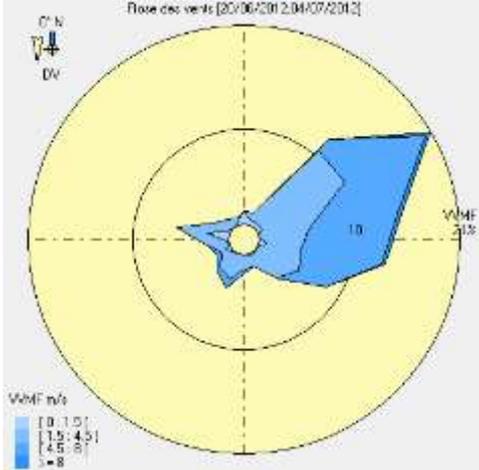
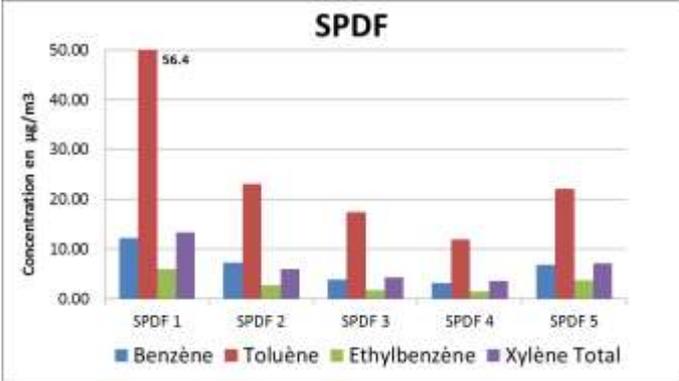
**Tableau 8 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SSM – en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

SSM	
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p> <p>Flotte des vents [20/06/2012:04:07/2012]</p> <p>VMF 10 31%</p> <p>VMF m/s [0, 1, 5] [1, 5, 4, 5] [4, 5, 8] = 8</p>	<p><b>BENZENE</b></p> <p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 15 (11)</li> <li>● 5 à 6 (5)</li> <li>● 4 à 5 (4)</li> <li>● 3 à 4 (6)</li> <li>● 2 à 3 (3)</li> <li>● 1 à 2 (3)</li> <li>● 0.1 à 1 (0)</li> </ul>
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p> <p>SSM</p> <p>Concentration en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>SSM 1 SSM 2 SSM 3 SSM 4 SSM 5</p> <p>■ Benzène ■ Toluène ■ Ethylbenzène ■ Xylène Total</p>	<p><b>TOLUENE</b></p> <p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 60 à 150 (5)</li> <li>● 50 à 60 (1)</li> <li>● 40 à 50 (2)</li> <li>● 30 à 40 (2)</li> <li>● 20 à 30 (6)</li> <li>● 10 à 20 (14)</li> <li>● 1 à 10 (2)</li> </ul>
<p>Relief : plat</p> <p>Configuration bâtît / voirie : - pas de bâtiment alentour</p> <p>Emprise au vent : forte</p> <p>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central) : <math>3.56 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>Nombre de ravitaillements de la station durant la période de mesure : 7</p> <p>Volume moyen d'un ravitaillement de la station durant la période de mesure : 10 071 L</p> <p>Nombre de véhicules ravitaillés par la station durant la période de mesure : 5040</p> <p>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule durant la période de mesure : 20 L</p>	<p><b>ETHYLBENZENE</b></p> <p>Concentrations en Ethylbenzene (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 à 9 (1)</li> <li>● 5 à 6 (3)</li> <li>● 4 à 5 (6)</li> <li>● 3 à 4 (8)</li> <li>● 2 à 3 (6)</li> <li>● 1 à 2 (6)</li> <li>● 0.1 à 1 (1)</li> </ul>
	<p><b>XYLENES</b></p> <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12.5 à 15 (2)</li> <li>● 10 à 12.5 (4)</li> <li>● 7.5 à 10 (4)</li> <li>● 5 à 7.5 (11)</li> <li>● 2.5 à 5 (7)</li> <li>● 0.1 à 2.5 (3)</li> </ul>

**Tableau 9 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SVDC – en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

SVDC			
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p>  <p>Flotte des vents [20/06/2012 04:07:2012]</p> <p>VMF n/s</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>[0, 1, 5]</li> <li>[1, 5, 4, 5]</li> <li>[4, 5, 8]</li> <li>[8]</li> </ul>		<p><b>BENZENE</b></p>  <p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 à 15 (11)</li> <li>5 à 6 (5)</li> <li>4 à 5 (4)</li> <li>3 à 4 (6)</li> <li>2 à 3 (3)</li> <li>1 à 2 (3)</li> <li>0.1 à 1 (0)</li> </ul>	
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p>  <p>Concentration en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>SVDC 1 SVDC 2 SVDC 3 SVDC 4 SVDC 5</p> <p>■ Benzène ■ Toluène ■ Ethylbenzene ■ Xylène Total</p>		<p><b>TOLUENE</b></p>  <p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>60 à 150 (5)</li> <li>50 à 60 (1)</li> <li>40 à 50 (2)</li> <li>30 à 40 (2)</li> <li>20 à 30 (6)</li> <li>10 à 20 (14)</li> <li>1 à 10 (2)</li> </ul>	
<p>Relief : plat en fond de vallée</p> <p>Configuration bâtî / voirie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rues bordées de bâtîment</li> <li>- Bâtîment discontinu</li> </ul> <p>Emprise au vent : moyenne</p> <p>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central) : <math>3.86 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>Nombre de ravitaillements de la station durant la période de mesure : 7</p> <p>Volume moyen d'un ravitaillement de la station durant la période de mesure : 8 222 L</p> <p>Nombre de véhicules ravitaillés par la station durant la période de mesure : pas de données</p> <p>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule durant la période de mesure : pas de données</p>		<p><b>ETHYLBENZENE</b></p>  <p>Concentrations en Ethylbenzene (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 à 9 (1)</li> <li>5 à 6 (3)</li> <li>4 à 5 (6)</li> <li>3 à 4 (8)</li> <li>2 à 3 (6)</li> <li>1 à 2 (6)</li> <li>0.1 à 1 (1)</li> </ul>	
		<p><b>XYLENES</b></p>  <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12.5 à 15 (2)</li> <li>10 à 12.5 (4)</li> <li>7.5 à 10 (4)</li> <li>5 à 7.5 (11)</li> <li>2.5 à 5 (7)</li> <li>0.1 à 2.5 (3)</li> </ul>	

**Tableau 10 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SPDF- en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

SPDF		
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p> 	<p><b>BENZENE</b></p> 	<p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p>
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p> 	<p><b>TOLUENE</b></p> 	<p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p>
<p>Relief : plat + pente positive dans le sens Ouest &gt; Est</p> <p>Configuration bâtît / voirie : - pas de bâtiment alentour</p> <p>Emprise au vent : forte</p> <p>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central) : <math>5.30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>Nombre de ravitaillements de la station durant la période de mesure : 4</p> <p>Volume moyen d'un ravitaillement de la station durant la période de mesure : 20 000 L</p> <p>Nombre de véhicules ravitaillés par la station durant la période de mesure : 6112</p> <p>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule durant la période de mesure : 23 L</p>	<p><b>ETHYLBENZENE</b></p> 	<p>Concentrations en Ethylbenzene (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p>
	<p><b>XYLENES</b></p> 	<p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p>

**Tableau 11 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site du dépôt de carburant DP- en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

DC			
<p><b>CONDITIONS DE VENT</b></p> <p>Flotte des vents [20/06/2012 04:07:2012]</p> <p>WVF m/s</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 à 1,5</li> <li>1,5 à 4,5</li> <li>4,5 à 8</li> <li>8</li> </ul>		<p><b>BENZENE</b></p> <p>Concentrations en Benzène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 à 15 (11)</li> <li>5 à 6 (5)</li> <li>4 à 5 (4)</li> <li>3 à 4 (6)</li> <li>2 à 3 (3)</li> <li>1 à 2 (3)</li> <li>0,1 à 1 (0)</li> </ul>	
<p><b>CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</b></p> <p>Concentration en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>DC1 DC2 DC3</p> <p>■ Benzène ■ Toluène ■ Ethylbenzène ■ Xylène Total</p>		<p><b>TOLUENE</b></p> <p>Concentrations en Toluène (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>60 à 150 (5)</li> <li>50 à 60 (1)</li> <li>40 à 50 (2)</li> <li>30 à 40 (2)</li> <li>20 à 30 (6)</li> <li>10 à 20 (14)</li> <li>1 à 10 (2)</li> </ul>	
<p><b>Relief</b> : plat</p> <p><b>Configuration bâtît / voirie</b> : - pas de bâtiment alentour</p> <p><b>Emprise au vent</b> : forte</p> <p><b>Moyenne des concentrations en benzène (hors point central)</b> : <math>5.19 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p><b>Nombre de ravitaillement du dépôt de carburant durant la période de mesure</b> : nc</p> <p><b>Volume moyen d'un ravitaillement du dépôt durant la période de mesure</b> : nc</p> <p><b>Nombre de véhicules citernes ravitaillés par le dépôt durant la période de mesure</b> : nc</p> <p><b>Volume moyen d'un ravitaillement de véhicule citerne durant la période de mesure</b> : nc</p>		<p><b>ETHYLBENZENE</b></p> <p>Concentrations en Ethylbenzene (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 à 9 (1)</li> <li>5 à 6 (3)</li> <li>4 à 5 (6)</li> <li>3 à 4 (8)</li> <li>2 à 3 (6)</li> <li>1 à 2 (6)</li> <li>0,1 à 1 (1)</li> </ul>	
		<p><b>XYLENES</b></p> <p>Concentrations en Xylènes (en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12,5 à 15 (2)</li> <li>10 à 12,5 (4)</li> <li>7,5 à 10 (4)</li> <li>5 à 7,5 (11)</li> <li>2,5 à 5 (7)</li> <li>0,1 à 2,5 (3)</li> </ul>	

## 4.5. Analyse des résultats

### 4.5.1. Etude de corrélation

Différents facteurs ont été identifiés comme influençant les concentrations en BTEX sur les points de mesures.

Le tableau 12 représente ces facteurs auxquels nous avons associés une échelle permettant de caractériser leur influence sur les concentrations en benzène et de manière générale, en composés BTEX. L'échelle est basée sur des estimations de terrain pour les variables non numériques (relief, configuration bâti/voierie, emprise au vent) et sur des données chiffrées d'activité des stations-service pour les variables numériques (volume ravitaillement stations, volume ravitaillement véhicule, nombre de ravitaillements véhicule).

**Tableau 12 : analyse des facteurs pouvant influencer les concentrations en BTEX aux alentours des établissements de stockage et de distribution de carburant**

	SFB	SSM	SPDF	SAV	SCV	SVDC	DC
RELIEF	+++	-	++	++	-	++	-
CONFIGURATION BATIT / VOIERIE	+++	-	+	++	+	++	-
EMPRISE AU VENT	+++	-	+	++	+	++	-
VOLUME RAVITAILLEMENT STATION	+	++	+++	+	-	++	/
NOMBRE RAVITAILLEMENT STATION	++	+++	+	++	-	+++	/
VOLUME RAVITAILLEMENT VEHICULE	+	+	+++	/	-	++	/
NOMBRE RAVITAILLEMENT VEHICULE	++	++	+++	/	/	/	/

#### Echelle d'influence :

- +++ : facteur favorisant fortement l'accumulation de polluant sur le lieu d'émission
  - ++ : facteur favorisant moyennement l'accumulation de polluant sur le lieu d'émission
  - +
  - 
  - /
- + : facteur favorisant faiblement l'accumulation de polluant sur le lieu d'émission  
 - : facteur ne favorisant pas l'accumulation de polluant sur le lieu d'émission  
 / : pas de données disponibles

Afin d'estimer plus précisément le degré d'influence de chacune des variables sur les concentrations en polluants, il est possible d'étudier la corrélation de certaines d'entre elles avec les concentrations en BTEX.

Les variables d'influence numériques (quantitatives) disponibles ont été sélectionnées pour mener l'analyse de corrélation :

- VOLUME RAVITAILLEMENT STATION<sup>7</sup>
- VOLUME RAVITAILLEMENT VEHICULE<sup>8</sup>
- NOMBRE RAVITAILLEMENT STATION

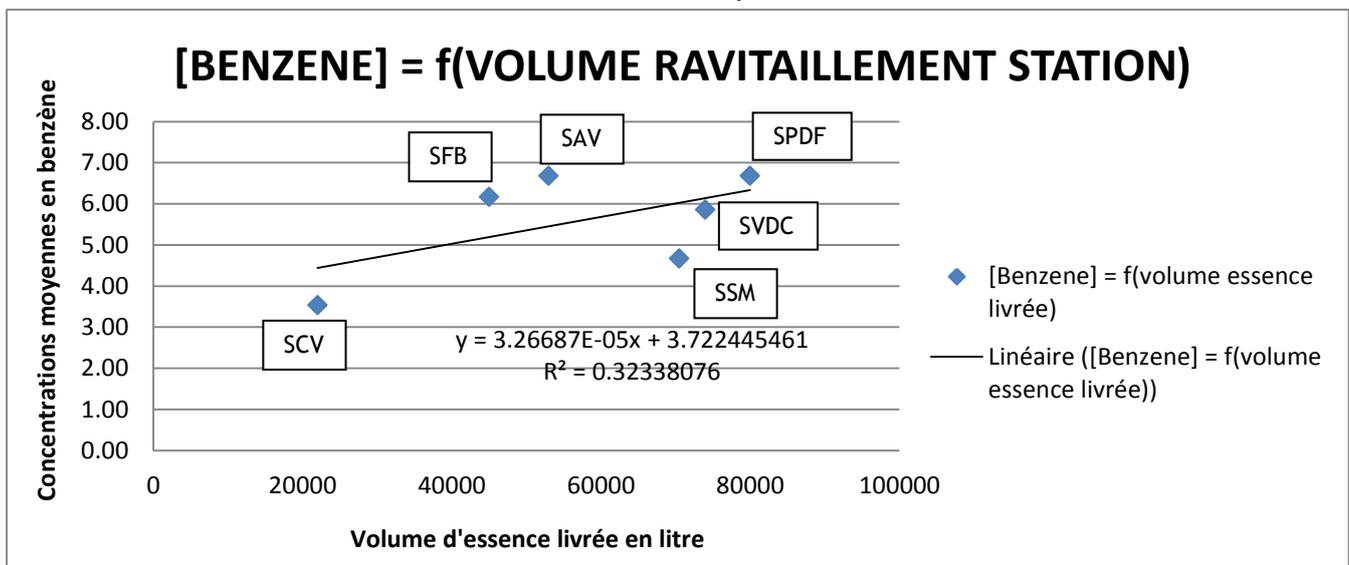
La variable « NOMBRE RAVITAILLEMENT VEHICULE » n'a pas pu faire l'objet d'étude en raison de la non disponibilité de la moitié des données.

Notons qu'il n'est pas possible de mener l'analyse de corrélation des concentrations avec les variables contextuelles qualitatives (non chiffrées) telles que la présence de relief, la configuration du bât/voyerie et l'emprise au vent. Ces variables pourraient se chiffrer à l'aide de la définition d'échelles basées sur des observations cartographiques ou de terrain mais on estime que l'incertitude liée à cette définition réduit considérablement la pertinence de l'opération.

Les graphiques suivants (graphique 9 à 11) représentent les relations linéaires existant entre les moyennes des concentrations en benzène par site de mesure et les variables numériques sélectionnées. Notons que la moyenne des concentrations en benzène utilisée tient compte de la mesure des concentrations au centre des sites.

Pour ce qui est du dépôt de carburant, l'absence de données de fonctionnement ne permet pas de mener une étude de corrélation.

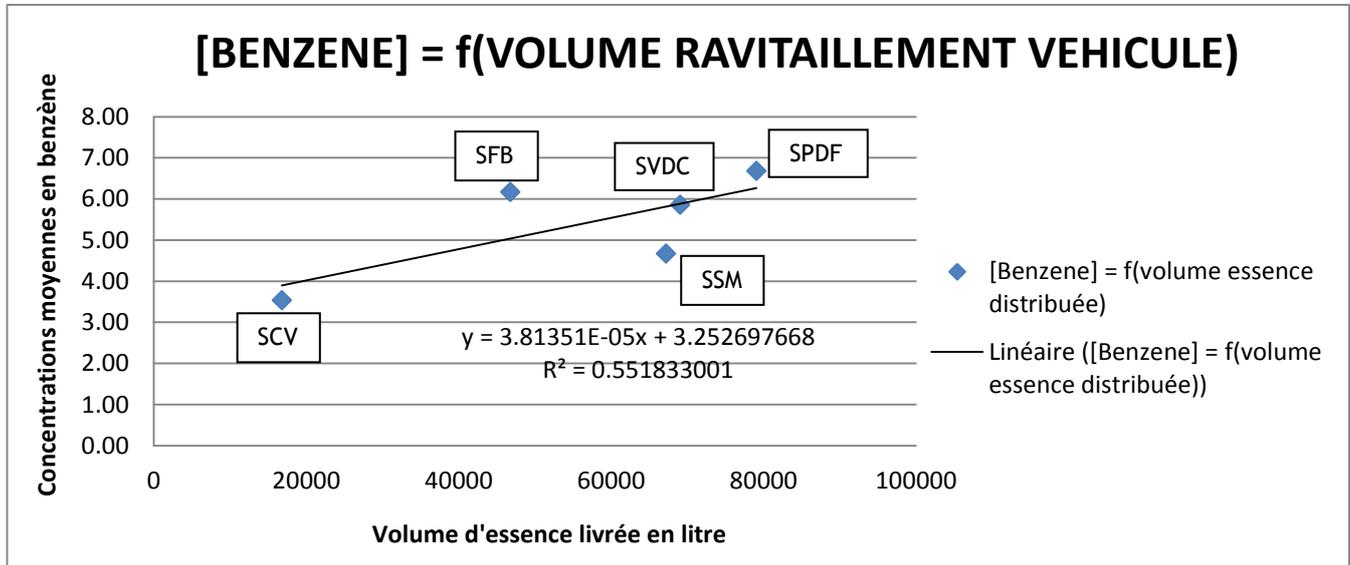
**Graphique 9 : Droites de régression linéaire - [BENZENE] = f(VOLUME RAVITAILLEMENT STATION)**



<sup>7</sup> Pour information : lors du ravitaillement des stations-service, l'essence de la citerne passe dans la cuve de stockage et l'air de la cuve est évacué par les événements de la station dans l'air extérieur ambiant.

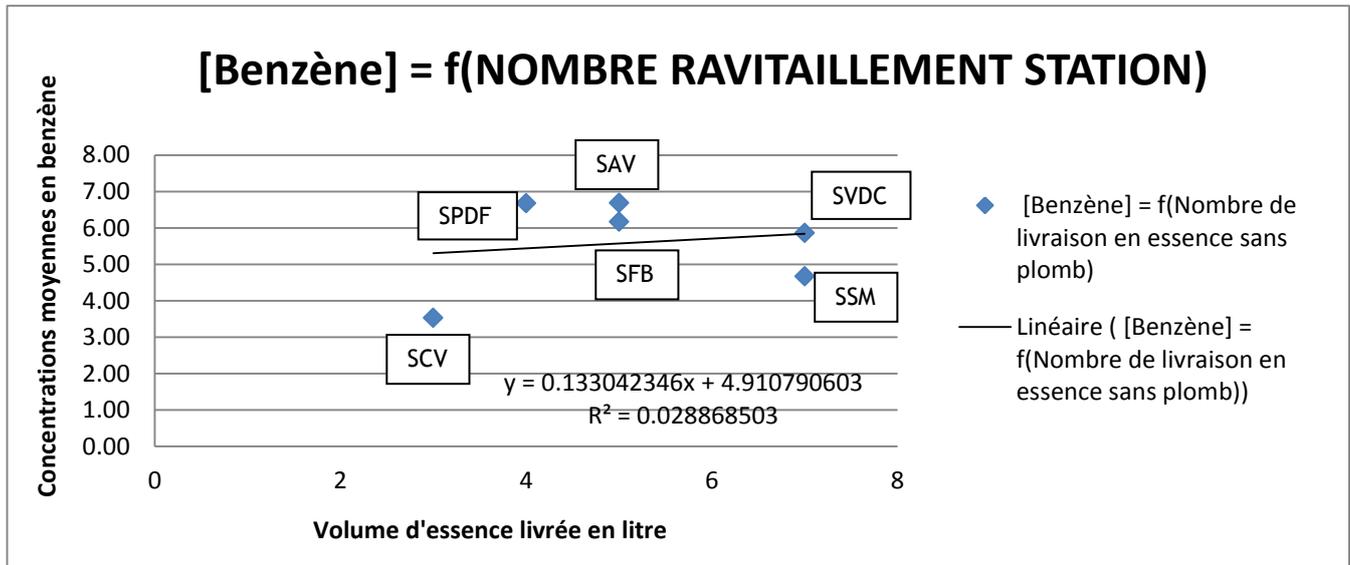
<sup>8</sup> Pour information : lors du ravitaillement d'un véhicule, l'essence de la cuve passe dans le réservoir du véhicule et l'air du réservoir est évacué par l'orifice du réservoir dans l'air extérieur ambiant.

**Graphique 10 : Droites de régression linéaire - [BENZENE] = f(VOLUME RAVITAILLEMENT VEHICULE)**



NB: pas de données disponibles pour la station de l'Anse Vata

**Graphique 11 : Droites de régression linéaire - [BENZENE] = f(NOMBRE RAVITAILLEMENT STATION)**



Sur le graphique 9, la pente positive de la droite indique qu'en moyenne, les concentrations en benzène sont d'autant plus importantes que le volume d'essence ravitaillée en station est important sur la période de mesure.

On observe que les sites de mesure situés au-dessus de la droite (graphique 9) sont ceux dont le relief alentour marqué est présent (sites SFB, SAV et SPDF). Cela laisse supposer que la variable contextuelle « relief » est une variable d'influence majoritaire par rapport aux autres variables environnementales contextuelles.

Ce résultat peut s'interpréter par le caractère d'obstacle à la dispersion des polluants (effet rempart ou cuvette), ce qui, à volume de ravitaillement égal, provoque en moyenne des concentrations en benzène plus importantes dans l'air ambiant, estimées entre 1 et 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  supplémentaires par rapport à des sites plats (sans relief) pour les mêmes volumes transférés.

L'étude du coefficient de corrélation linéaire ( $R^2$ ) permet de visualiser la corrélation existant entre les variables étudiées. Plus ce coefficient est proche de 1, plus la corrélation entre ces variables est forte. Plus ce coefficient est proche de 0 et moins les variables sont corrélées.

Sur le graphique 9, le coefficient  $R^2$  est d'environ 0.32, ce qui signifie une faible corrélation entre les variables « Concentrations en benzène » et « Volume d'essence livrée ».

Ce caractère de corrélation faible peut s'interpréter par l'influence des variables contextuelles « interférant » avec la variable étudiée.

Sur le graphique 10, on observe une répartition similaire des points par rapport au graphique 9.

La pente positive de la droite indique qu'en moyenne, les concentrations en benzène sont d'autant plus importantes que le volume d'essence distribué aux véhicules est important sur la période de mesure. Rappelons qu'aucune donnée n'est disponible pour le site SAV pour ce qui concerne les volumes de carburant distribués.

On observe que les sites de mesure situés au-dessus de la droite (graphique 10) sont ceux dont le relief alentour marqué est présent (sites SFB et SPDF). Cela renforce l'idée que la variable contextuelle « relief » est une variable d'influence majoritaire par rapport aux autres variables environnementales contextuelles.

Notons que pour le site SFB, la variable « configuration bâti / voirie » agit dans le même sens que la variable « relief ».

Sur la droite du graphique 10, le coefficient de corrélation  $R^2$  est de 0.55. Ce coefficient est supérieur à celui de la droite du graphique 9, ce qui laisse penser que les concentrations en benzène dépendent davantage des volumes distribués à la pompe que des volumes livrés aux stations.

Sur le graphique 11, la pente positive de la droite indique qu'en moyenne, les concentrations en benzène sont d'autant plus importantes que le nombre de ravitaillement en essence sans plomb des stations-service est important sur la période de mesure. La pente reste tout de même faible (proche de zéro), ce qui laisse penser que le nombre de ravitaillement (compris entre 3 et 7 selon les stations-service) n'a que peu d'influence par rapport au volume global de ravitaillement.

En outre, le coefficient de corrélation est de 0.03, ce qui est très faible, signe d'une très faible corrélation entre les variables « Concentrations en benzène » et « Nombre de ravitaillement des stations-service ».

## 4.5.2. Limites de l'étude de corrélation

La réflexion menée concernant l'influence des variables numériques disponibles liées à l'activité des stations-service sur les niveaux moyens de benzène dans l'air ambiant trouve ses limites, notamment du fait :

- Du plan d'échantillonnage non homogène d'un site à l'autre : selon le site et la présence de support pour les échantillonneurs passifs, les points de mesure, s'ils respectent une position globalement similaire d'un site à l'autre (autours des stations-service), ne sont donc pas strictement à la même distance des points d'émissions de vapeur d'essence d'un site à l'autre,
- Des configurations spécifiques des stations-service : selon le site, les points d'émissions peuvent se trouver à divers endroit : au Sud, au Nord, à l'Est ou à l'Ouest de la zone « station-service ». En outre, la surface de cette zone diffère d'un site à l'autre avec par exemple une faible surface pour le site SCV et de plus larges surfaces pour les sites SSM ou SPDF.
- Des conditions météorologiques, notamment les conditions de vents, pouvant varier d'un site à l'autre avec des possibilités de vent locaux influençant certaines zones et donc la dispersion des polluants à l'émission. Du fait de l'impossibilité technique de disposer de données météorologiques sur chacun des sites, ces phénomènes n'ont pas pu être identifiés ni localisés.
- De l'absence de mesure en continu via un analyseur automatique, ce qui ne permet pas le suivi des concentrations horaires ou journalières dans le temps et donc la visualisation de l'influence des valeurs de pointes sur les valeurs moyennes.

# Conclusion

Au cours de cette campagne de mesure par échantillonnage passifs des composés BTEX de 15 jours aux abords des établissements de stockage et de distribution de carburant de l'agglomération de Nouméa, la valeur moyenne en benzène dans l'air ambiant, mesurée à  $4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , est supérieure à l'objectif de qualité annuel de  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et au seuil d'évaluation supérieur (SES) de  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur est inférieure à la valeur limite annuelle de  $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Sur l'ensemble des points de mesure situés aux abords des établissements de stockage et de distribution de carburant étudiés, bien que les critères de représentativité annuelle ne soient pas remplis, on note que 38.5 % des points font l'objet de concentrations supérieures à la valeur limite pour le benzène et 93 % affichent des niveaux de benzène supérieurs à l'objectif de qualité annuel.

L'étude de corrélation des concentrations en benzène aux variables représentatives du taux d'activité des stations-service montre que ces concentrations sont d'autant plus grandes que les volumes entrants (ravitaillement des stations-service) et sortants (ravitaillement des véhicules) en essence sont importants.

Ces concentrations semblent davantage liées aux volumes d'essence distribués qu'aux volumes liés aux ravitaillements des stations-service.

Les concentrations en benzène ne sont, en outre, que très peu dépendantes du nombre de ravitaillements des stations en comparaison aux volumes globaux des ravitaillements : en d'autres termes, les niveaux moyens de benzène sont essentiellement fonction des volumes d'essence transférés et dépendent peu de la manière dont les ravitaillements sont répartis dans le temps.

L'étude montre également que les sites de mesure faisant l'objet des concentrations les plus élevées sont ceux où les facteurs « relief » et « emprise du bâti » sont les plus représentés, indépendamment des volumes d'essence entrants et sortants.

On peut conclure que les concentrations en benzène, et de manière générale en composés BTEX, dépendent en premier lieu des quantités d'essence transférées, de l'emprise du relief et du bâti alentour, facteurs qui favorisent l'accumulation des polluants sur le lieu d'émission.

Du fait de la probable augmentation du trafic automobile sur l'agglomération de Nouméa au cours du temps, il est vraisemblable que les émissions de composé BTEX augmentent d'une année sur l'autre. L'amélioration de la qualité de l'air aux abords des stations-service avec pour objectif de réduire le nombre de point dépassant la valeur limite du benzène, ne peut s'envisager que par la réduction des émissions, notamment lors des opérations de ravitaillement des cuves et des véhicules.

Dans ce sens, des solutions techniques permettant la récupération des vapeurs d'essence doivent être envisagées, notamment dans le cadre de la délibération n° 240-2011/BAPS/DIMENC du 1er juin<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> 2011 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement 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

Cf . partie 2.2.3.2. *La réglementation applicable aux établissements de stockage et de distribution de carburant.* p.12.

Des travaux d'aménagement des stations-service pour la mise en place de systèmes de récupération des vapeurs d'essence sont en cours, ce qui devrait permettre, comme le prévoit la délibération, de réduire de manière significative l'émission de composés BTEX dans l'air ambiant.

A l'avenir, il serait pertinent de proposer une étude complémentaire utilisant un moyen de mesure de type analyseur automatique, qui permettrait le suivi des concentrations au pas de temps horaire et journalier, sur les points de mesure dépassant la valeur limite annuelle en benzène et situés à proximité immédiate d'habitation. Une telle étude pourrait ainsi permettre à moyen termes d'évaluer l'impact de la mise en place des systèmes de récupération des vapeurs de carburants sur les concentrations en composés BTEX.



# Annexes

## Annexe 1 : table des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des valeurs réglementaires pour le benzène en France métropolitaine .	11
Tableau 2 : Liste des points de mesure – Campagne de mesure des BTEX au voisinage des établissements de stockage et de distribution de carburant – Nouméa - du 20 juin au 04 juillet 2012 .....	15
Tableau 3 : Concentrations en BTEX ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – campagne de mesure par échantillonnage passif - Nouméa – du 20 juin au 04 juillet 2012 .....	18
Tableau 4 : Concentrations en BTEX ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – point de mesure « témoin » - campagne de mesure par échantillonnage passif - Nouméa – du 20 juin au 04 juillet 2012 .....	26
Tableau 5 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SFB– en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	27
Tableau 6 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SAV– en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	28
Tableau 7 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SCV– en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	29
Tableau 8 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SSM – en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	30
Tableau 9 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SVDC – en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	31
Tableau 10 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site SPDF– en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	32
Tableau 11 : Résultats des concentrations en Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène sur le site du dépôt de carburant DP– en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	33
Tableau 12 : analyse des facteurs pouvant influencer les concentrations en BTEX aux alentours des établissements de stockage et de distribution de carburant .....	34
Tableau 13 : Vents horaires à 10 mètres, d'après les données mises à disposition par Météo France .....	44
Tableau 14 : Pluviométrie et humidité relative sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France.....	45

## Annexe 2 : table des graphiques

Graphique 1 : Concentrations moyennes sur la période de mesure – hors points centraux stations-service .....	20
Graphique 2 : Concentrations moyennes sur la période de mesure – hors points centraux stations-service – hors dépôt de carburant .....	21
Graphique 3 : Concentrations moyennes sur la période de mesure en considérant uniquement les points situés aux centres des stations-service – hors dépôt de carburant .....	21
Graphique 4 : Concentrations moyennes sur la période de mesure en considérant uniquement les points situés autour du dépôt de carburant.....	21
Graphique 5 : Concentrations en benzène par point de mesure ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	22
Graphique 6 : Concentrations en toluène par site ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	23
Graphique 7 : Concentrations en éthylbenzène par site ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	24
Graphique 8 : Concentrations en xylènes par site ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	25
Graphique 9 : Droites de régression linéaire - [BENZENE] = f(VOLUME RAVITAILLEMENT STATION).....	35
Graphique 10 : Droites de régression linéaire - [BENZENE] = f(VOLUME RAVITAILLEMENT VEHICULE).....	36
Graphique 11 : Droites de régression linéaire - [BENZENE] = f(NOMBRE RAVITAILLEMENT STATION).....	36

## Annexe 3 : table des figures

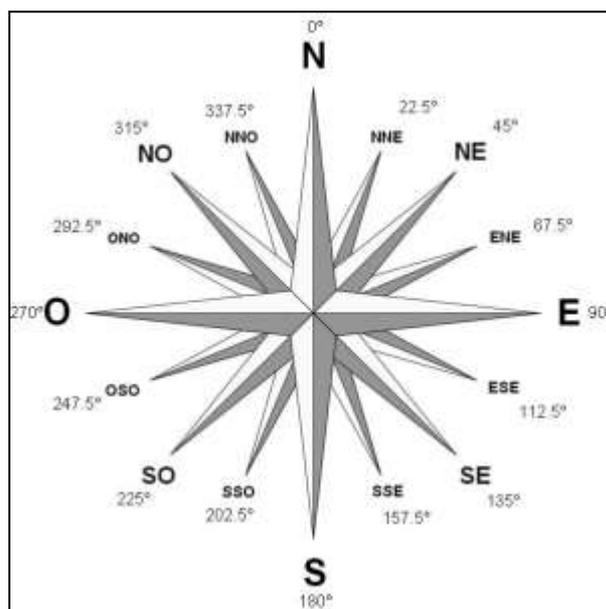
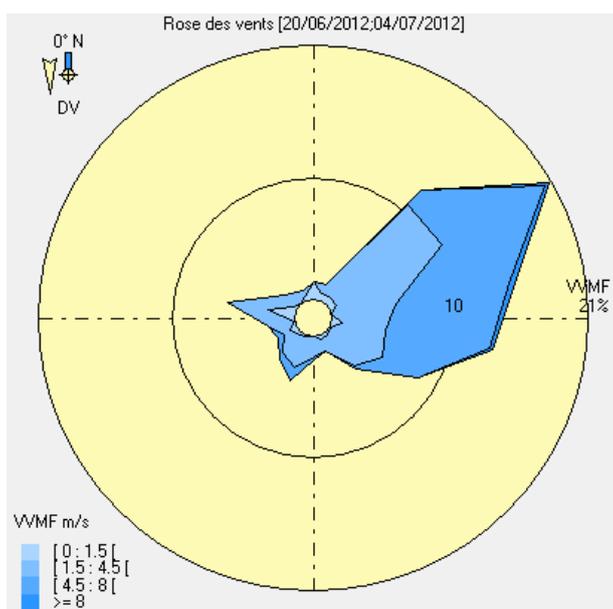
Figure 1 : Tube passif clipsé sur son support .....	14
Figure 2 : Les supports d'éclairage public gérés par EEC et la Ville de Nouméa, ainsi que les poteaux OPT, sont généralement utilisés avec l'accord de ces partenaires pour fixer les boîtes ..	14
Figure 3 : Sites de mesure – Mesure des BTEX au voisinage des établissements de stockage et de distribution de carburant – Nouméa - du 20 juin au 04 juillet 2012 .....	17
Figure 7 : Rose des vents sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France.....	44

## Annexe 4 : conditions de vent

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. Les vents forts ont généralement pour effet de diminuer les concentrations en polluants à proximité des axes routiers. 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.

**Tableau 13 : Vents horaires à 10 mètres, d'après les données mises à disposition par Météo France**

	< 0	[ 0 : 1.5 [	[ 1.5 : 4.5 [	[ 4.5 : 8 [	>= 8	Cumul
[ 350 : 10 [		1.4				1.4
[ 10 : 30 [		0.6	0.8			1.4
[ 30 : 50 [		0.6	10.0	1.7		12.2
[ 50 : 70 [		0.6	10.0	9.7	0.6	20.8
[ 70 : 90 [			5.3	9.4	0.6	15.3
[ 90 : 110 [		0.8	3.6	8.6	0.3	13.3
[ 110 : 130 [			5.0	3.3		8.3
[ 130 : 150 [		0.3	3.3	0.3		3.9
[ 150 : 170 [		0.3	1.1			1.4
[ 170 : 190 [			1.7	0.3		1.9
[ 190 : 210 [			2.8	1.1		3.9
[ 210 : 230 [		0.3	1.9	0.6		2.8
[ 230 : 250 [		0.6	0.6	0.6		1.7
[ 250 : 270 [			2.2			2.2
[ 270 : 290 [		2.2	3.3			5.6
[ 290 : 310 [		0.3	1.7			1.9
[ 310 : 330 [			1.1			1.1
[ 330 : 350 [		0.3	0.6			0.8
<b>Cumul</b>		8.1	55.0	35.6	1.4	100 %



**Figure 4 : Rose des vents sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France**

## Annexe 5 : pluviométrie

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

Sur la période de mesure, les précipitations sont restées faibles et l'influence de celles-ci sur les concentrations en polluant est probablement limitée.

Sur la période de mesure, les précipitations sont restées faibles (Tableau 13).

**Tableau 14 : Pluviométrie et humidité relative sur la période d'étude, d'après les données mises à disposition par Météo France**

	pluiMF mm	HR %
20/06/2012	0.9	78
21/06/2012	0.0	64
22/06/2012	0.0	64
23/06/2012	0.0	66
24/06/2012	0.0	72
25/06/2012	0.2	73
26/06/2012	0.0	77
27/06/2012	0.8	85
28/06/2012	0.0	79
29/06/2012	0.2	83
30/06/2012	Pas de données	Pas de données
01/07/2012	Pas de données	Pas de données
02/07/2012	0.0	76
03/07/2012	0.0	76
04/07/2012	2.3	88

## Annexe 6 : références bibliographiques

AIR PAYS DE LA LOIRE. Evaluation des niveaux de benzène dans l'air, dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges. Campagnes de mesure hivers 2008 – été 2008 – automne 2008. Juin 2009

AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET). AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour le benzène. Auto-Saisine Afsset 2004

AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET). Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le benzène. Mai 2008

ASSOCIATION POUR LA SURVEILLANCE ET L'ETUDE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN ALSACE (ASPA). Surveillance du benzène. Création du réseau de mesure conformément à la directive 2000/69/CE. Janvier 2008. ASPA 08012501-ID

CODE DE L'ENVIRONNEMENT (métropolitain). Section 1 - Chapitre 1er - titre II - Livre II

GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-CALEDONIE. Arrêté n°2009-4401/GNC du 29 septembre 2009 relatif aux caractéristiques de l'essence importée pour la vente au détail en Nouvelle-Calédonie.

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE (InVS). Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux carburants et solvants pétroliers. Matrice emplois-expositions aux carburants et solvants pétroliers. Décembre 2007

INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS). Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Benzène. 21/03/2006

INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS). Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Toluène. 28/02/2006

INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS). Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air. Sources, mesures et concentrations. 21/12/2004

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT. IFEN. Le benzène, à surveiller surtout à l'intérieur des locaux. Numéros 77. Octobre 2002

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NÉGOCIATIONS SUR LE CLIMAT. Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NÉGOCIATIONS SUR LE CLIMAT. Arrêté du 15 avril 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux stations-service soumises à déclaration sous la rubrique n° 1435 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

OBSERVATOIRE REGIONAL DE L'AIR DE GUYANE. Campagne de mesure du Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes (BTEX) à proximité des stations-service et dépôts d'hydrocarbures de l'île de Cayenne. mai – juillet 2007.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS). Air Quality Guidelines for Europe. World Health Organization (WHO). Copenhagen, 2nd Ed. 2000

PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE. Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe 21 mai 2008.

PROVINCE SUD (NOUVELLE-CALEDONIE). Délibération n° 240-2011/BAPS/DIMENC du 1er juin 2011 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement 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

SCAL-AIR. Mesure des BTEX par échantillonnage passif. Nouméa. Juin 2011

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). LOCATING AND ESTIMATING AIR EMISSIONS FROM SOURCES OF BENZENE. June 1998