



# Qualité de l'air dans les parcs à gestion privée de stationnement couverts

Etat des lieux  
dans 8 parcs de l'agglomération lyonnaise

*Mesures réalisées en 2009 - 2010*

COPARLY fait partie du dispositif français de surveillance et d'information de la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application notamment le décret 98-361 du 6 mai 1998 relatif à l'agrément des organismes de surveillance de la qualité de l'air.

A ce titre, COPARLY est garant de la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

Condition de diffusion :

- Les données recueillies tombent dès leur élaboration dans le domaine public. Le rapport d'étude est mis à disposition sur [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org), un mois après validation interne.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'association COPARLY. Elles ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'association en termes de « COPARLY (2010) Qualité de l'air dans les parcs privés de stationnement couverts – Etat des lieux dans 8 parcs de l'agglomération lyonnaise ».
- COPARLY n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant des résultats de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Edition du :12/10/2010

Cette étude a été réalisée avec le concours financier de la Région Rhône-Alpes.

Nous remercions pour leur aide, les différents organismes qui ont accepté que nous puissions réaliser les campagnes de mesures dans leurs parkings.

## Qualité de l'air dans les parcs privés de stationnement couverts

### Etat des lieux dans 8 parcs de l'agglomération lyonnaise

#### Résumé de l'étude

Cette étude complète celle menée dans les parkings publics couverts de l'agglomération lyonnaise en prenant en compte des parkings à gestion privée de plus petite taille et dont le flux de voitures est largement moins important. Ces parkings ne sont en général pas soumis à la même réglementation que les parkings publics pour lesquels nous avons déjà réalisé une étude au cours de l'année 2009 - 2010.

Elle a permis de vérifier la situation de la qualité de l'air à l'intérieur de ces parkings vis-à-vis des recommandations préconisées par l'AFSSET et de suggérer quelques propositions afin de diminuer les concentrations de polluants dans ces enceintes.

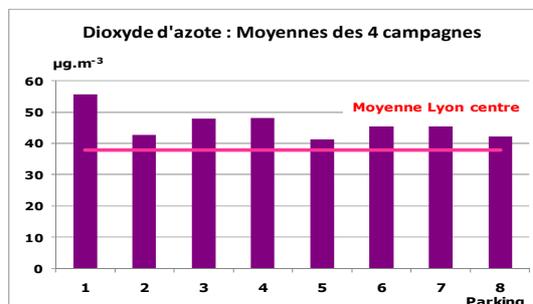
4 campagnes de quinze jours chacune réparties sur l'année 2009 - 2010, ont permis d'effectuer la mesure du dioxyde d'azote, benzène et monoxyde de carbone en différents points des 8 parkings investigués.

#### Les 8 parkings étudiés

ARS DTD du Rhône  
BNP Paribas  
DREAL Rhône-Alpes  
DREAL GS 69  
DIREN  
CPAM - CRAM  
CPAM  
Grand Lyon

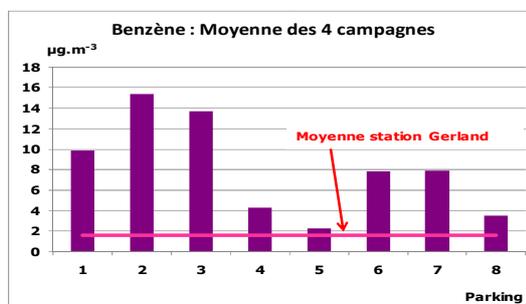
#### Les résultats :

Pour l'ensemble des parkings et des saisons, les concentrations relevées à l'intérieur sont supérieures aux niveaux extérieurs de fond de l'agglomération lyonnaise mais restent inférieures aux niveaux mesurés en proximité automobile.

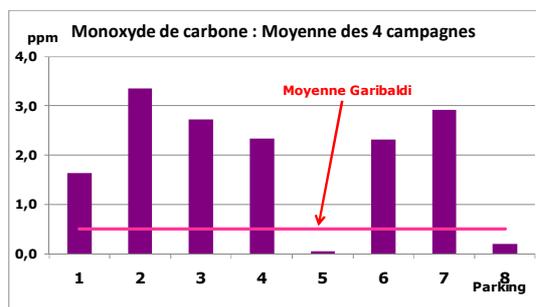


Concernant le NO<sub>2</sub>, 5 parkings sur les 8 étudiés ne suivent pas l'évolution des niveaux relevés à l'extérieur sur les stations de fond ou de proximité automobile du réseau de surveillance COPARLY et gardent des niveaux assez constants tout au long des 4 campagnes de mesures. A contrario, trois parkings présentent des concentrations moins élevées lors des deux dernières campagnes et semblent mieux corrélés aux niveaux extérieurs.

Pour le benzène, pratiquement tous les niveaux mesurés à l'intérieur des parkings sont largement supérieurs à ceux mesurés dans les stations de proximité automobile de COPARLY. Trois parkings, dont deux gérés par le même organisme (CPAM / CRAM), se distinguent toutefois avec des concentrations relativement faibles et proches de la station de Gerland (fond urbain).



Pour ces deux polluants (NO<sub>2</sub>, benzène), les niveaux de pollution mesurés dans ces parkings à gestion privée sont moins importants que ceux mesurés dans de grands parkings publics et respectent les valeurs cibles proposées par l'AFSSET pour les usagers. Par contre, plusieurs seuils concernant la protection des travailleurs sont atteints ou dépassés.

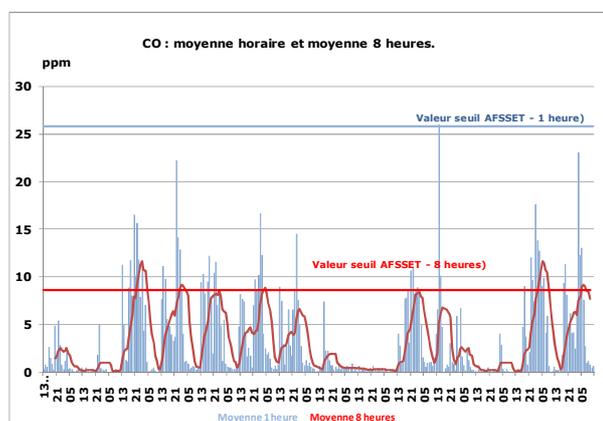


Pour le Monoxyde de Carbone, les niveaux relevés à l'intérieur des parkings sont variables d'une saison à l'autre. Très nettement supérieurs aux niveaux relevés à l'extérieur en proximité automobile en saison froide, les concentrations sont proches des concentrations extérieures lors de la dernière campagne qui s'est déroulée en juillet avec des températures nettement plus élevées. Des émissions de CO plus importantes au démarrage lorsque les

moteurs sont froids et une utilisation plus importante des véhicules par le personnel utilisant les parkings en période froide peuvent expliquer cette différence.

### Perspectives :

Les principales actions d'amélioration de la qualité de l'air dans ces parkings concernent essentiellement la prise en compte des périodes correspondant aux heures de début et de fin de travail des employés. Il semble donc intéressant de laisser fonctionner le système de renouvellement d'air durant ces périodes, voire même de le mettre en marche un peu avant afin d'anticiper les éventuels pics de pollution et de les arrêter un peu après pour permettre une diminution rapide des niveaux. Cette approche devrait permettre de diminuer la durée des périodes de dépassement de la valeur seuil 8 heures préconisée par l'AFSSET.



## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction</b>	<b>7</b>
<b>1. Méthodologie de l'étude</b>	<b>7</b>
1.1. Les sites de mesures	7
1.2. Les polluants mesurés	8
<b>2. Etat des lieux</b>	<b>9</b>
2.1. Bilan des campagnes	9
2.2. Concentrations moyennes de pollution mesurées par campagne	10
2.3. Comparaison des résultats à d'autres études et avec l'extérieur	11
2.3.1. Données d'autres études	11
2.3.2. Données à l'extérieur	12
<b>3. Enseignements de l'étude</b>	<b>14</b>
3.1. Quels sont les facteurs influençant les niveaux de concentration ?	14
3.1.1. Influence de la taille du parking sur les niveaux de concentration ?	14
3.1.2. La variabilité entre les différents niveaux	15
3.1.3. Influence de la température sur les niveaux de concentration ?	15
3.1.4. Les périodes de transit des véhicules :	16
3.2. Comment se situent les niveaux mesurés par rapport aux valeurs cibles ?	17
3.2.1. Le dioxyde d'azote :	19
3.2.2. Le benzène :	19
3.2.3. Le monoxyde de carbone :	20
<b>Conclusions et recommandations</b>	<b>21</b>

## ANNEXES

## Liste des figures et tableaux

Figure 1 Matériel de mesures	8
Figure 2 : Températures lors de chaque campagne.	9
Figure 3 : Variation des concentrations en fonction de la campagne de mesures.	10
Figure 4 : Concentrations moyennes des polluants mesurés.	11
Figure 6 : Comparaison des concentrations de NO <sub>2</sub> des parkings aux données relevées à l'extérieur.	12
Figure 5 : Concentrations moyennes des polluants dans l'environnement extérieur pour plusieurs stations du réseau de surveillance de COPARLY.	12
Figure 7 : Comparaison des concentrations de Benzène des parkings aux données relevées à l'extérieur.	13
Figure 8 : Comparaison des concentrations de CO des parkings aux données relevées à l'extérieur.	13
Figure 9 : Corrélation entre le nombre de places disponibles et les concentrations de NO <sub>2</sub> et de benzène	14
Figure 10 : Corrélation entre les niveaux de NO <sub>2</sub> et de benzène.	15
Figure 11 : Concentration en benzène et température.	15
Figure 12 : Concentration en NO <sub>2</sub> et température.	15
Figure 13 : Evolution 1/4 horaire des concentrations au cours d'une journée	16
Figure 14 : Concentrations de NO <sub>2</sub> et valeurs cibles proposées par l'AFSSET.	19
Figure 15 : Concentrations de Benzène et valeurs cibles proposées par l'AFSSET.	19
Figure 16 : CO - nombre de dépassements des valeurs cibles au cours des 4 campagnes de mesure.	20
Figure 17 : Evolution des concentrations de CO au cours d'une journée.	20
Figure 18 : CO - Impact des pointes de pollution sur les moyennes 8 heures.	21
Tableau 1 : Comparaison des données relevées dans différentes études	11

# Introduction

Selon les experts de Santé Publique, la pollution atmosphérique urbaine représente aujourd'hui un problème de santé publique majeur. Dans ce contexte, les parcs de stationnement couverts constituent un milieu spécifique, qui contribue à augmenter l'exposition à la pollution d'origine automobile.

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a publié en 2007 des recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts<sup>1</sup>. Les travaux réalisés ont permis de proposer des valeurs cibles de concentration atmosphérique pour un certain nombre de polluants présents dans les parcs de stationnement. Le respect de ces valeurs permettrait de mieux protéger la santé tant du public qui fréquente le parking que des personnels qui y passent plusieurs heures par jour.

Depuis 2009, COPARLY a lancé un programme d'amélioration des connaissances sur la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts de l'agglomération lyonnaise. Un premier programme réalisé en collaboration avec Lyon Parc Auto, exploitant de nombreux parcs de stationnement publics de l'agglomération lyonnaise, a fait l'objet d'un rapport publié en mai 2010. COPARLY a lancé en 2009 un état des lieux sur 8 parcs de stationnement à gestion privée de l'agglomération de Lyon afin de compléter ce programme en étudiant des parkings de moindre taille et faisant l'objet d'une réglementation différente de celle des parkings publics<sup>2</sup>.

Le présent rapport a pour objectif d'obtenir une vision globale de la qualité de l'air sur un ensemble de 8 parkings privés couverts souterrains. Il s'organise autour de 3 parties : la présentation de la méthodologie, l'état des lieux des concentrations des polluants et les enseignements de l'étude.

## 1. Méthodologie de l'étude

### 1.1. Les sites de mesures

8 parkings appartenant à différents organismes ont fait partie de l'étude :

- Parking de l'ARS DTD du Rhône (2 étages en sous sol)- 2 fois 100 places environ
- Parking BNP Paribas (2 étages en sous sol) – 2 fois 75 places environ
- Parking DREAL Rhône-Alpes (1 étage en sous sol) – 50 places environ
- Parking DREAL GS 69 (1 étage en sous sol) – 40 places environ
- Parking DIREN(en rotonde de l'étage -2 jusqu'au -4) – 100 places environ
- Parking CPAM – CRAM (2 étages en sous sol) – 2 fois 150 places environ
- Parking CPAM Villeurbanne (1 étage en sous sol) – 300 places environ
- Parking du Grand Lyon (1 étage en sous sol)- 200 places environ

Les parkings de l'ARS et de BNP-Paribas sont mitoyens et peuvent communiquer entre-eux. En fonctionnement normal, les accès sont fermés. Dans la suite de ce rapport, ils seront considérés comme des parkings indépendants.

L'annexe 1 présente de façon plus détaillée ces parkings et la codification des sites de mesures qui sera utilisée tout au long de ce document.

Les parkings étudiés ont des fréquentations relativement modestes par rapport à celles des Parkings de Lyon Parc Auto. Les flux d'entrée/sortie sont les plus importants en début de matinée (8h à 9h) et fin de journée (17h à 19h).

<sup>1</sup> AFSSET (2007) Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. Avril 2007

<sup>2</sup> La réglementation concernant les parcs de stationnement ne concerne pas les parkings des immeubles d'habitation et des immeubles relevant du code du travail.

Tous les parkings étudiés sont entièrement souterrains. Les seules ouvertures donnant vers l'extérieur sont les portes d'entrée et de sortie et les systèmes d'aération.

## 1.2. Les polluants mesurés

Le rapport publié en 2007 par l'AFSSET concernant les recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts met en avant 4 polluants à considérer plus particulièrement dans ce type d'installation : **le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote, le benzène et les particules**. Par ailleurs, parmi ces polluants, l'AFSSET conclue que le dioxyde d'azote et le benzène sont les plus problématiques.

Dans le cadre de cette première étude, visant à obtenir une vision globale de la qualité de l'air dans un ensemble de parcs, 3 de ces quatre polluants ont été investigués. Compte tenu des difficultés de mise en œuvre de leur mesure, les particules n'ont pas été étudiées.

Les mesures ont été réalisées avec des tubes à diffusion passive pour le NO<sub>2</sub> et le benzène. Par ailleurs, les tubes à diffusion utilisés pour le benzène permettent de mesurer également d'autres composés organiques volatils : le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes. Le matériel utilisé permet d'obtenir une concentration moyenne sur la période d'exposition du tube (2 semaines pour le benzène, 1 semaine pour le NO<sub>2</sub>).

2 ou 3 sites dans chaque parc ont fait l'objet de mesures (cf. annexe 7) en fonction du nombre d'étages et de la taille du parking. Les prélèvements étaient situés de façon à représenter au mieux les différents espaces du parking. Si celui-ci était composé de deux étages, un prélèvement au moins était effectué sur chaque étage.

Pour l'étude du monoxyde de carbone, un capteur portatif de type Draeger Pac 7000 a été utilisé. Le capteur était placé sur le site le plus proche du passage piétonnier. Les capteurs de CO ont été programmés avec un pas de temps d'enregistrement de 5 minutes, ce qui permet ensuite de calculer des expositions sur ¼ H, ½ H, 1 h et 8 h, pas de temps de référence dans la réglementation. Les valeurs enregistrées correspondent à la valeur maximale enregistrée au cours du pas de temps choisi.

La température a également été suivie aux points de mesure.



Figure 1 Matériel de mesures

Tubes à diffusion (NO<sub>2</sub> PASSAM® et Benzène (BTX code 130 Radiello®) à gauche et capteur de CO à droite).

Contrairement aux investigations effectuées lors de l'étude dans les parcs publics, ces parkings ne disposent pas de local d'exploitation. Aucun travailleur n'est donc concerné par une exposition continue aux polluants de ces parkings. Par contre, dans plusieurs d'entre eux, des bureaux ou ateliers sont mitoyens, et donc soumis aux polluants pouvant en émaner.

## Périodes de mesures

En air intérieur, il n'existe pas de recommandations spécifiques concernant l'échantillonnage temporel. Afin d'avoir une bonne représentativité, quatre périodes de mesures de deux semaines chacune réparties dans l'année ont été retenues afin d'appréhender les variations potentielles de concentrations d'une année.

### Calendrier des mesures

Campagne 1: du 17/11 au 01/12/2009  
Campagne 2 : du 02/02 au 16/02/2010  
Campagne 3: du 20/04 au 05/05/2010  
Campagne 4 : du 06/07 au 20/07/2010

La réalisation de 4 campagnes de 2 semaines permet d'avoir une couverture temporelle de 14% de l'année, nécessaire à l'évaluation de la qualité de l'air annuelle selon la Directive Européenne relative à la Qualité de l'air ambiant. En l'absence de recommandations spécifiques et de connaissances suffisantes sur les variations attendues dans l'air intérieur des parkings, les pratiques utilisées pour l'évaluation dans l'air ambiant sont appliquées par défaut pour l'air intérieur.

## 2. Etat des lieux

### 2.1. Bilan des campagnes

#### 2.1.1. Contexte des campagnes de mesure

Plusieurs éléments peuvent *a priori* avoir une influence sur les niveaux mesurés. Deux facteurs potentiels sont présentés ci-après : la température et la fréquentation des parcs.

Au niveau des **températures** relevées dans les parkings, on peut noter que la deuxième campagne présente des températures très inférieures aux autres campagnes (moyenne = 10,2°C). Au contraire, la quatrième campagne présente des températures très élevées voisines de 25°C en moyenne. Sur une même période, les écarts de températures entre les différents parkings sont peu importants.

Le choix de 4 campagnes dans l'année permet donc de pouvoir réaliser des mesures dans des conditions de température très différentes. L'influence de cette dernière sera étudiée ultérieurement dans ce rapport.

S'agissant de parkings privés, nous n'avons pas pu relever **la fréquentation**. Deux paramètres pourraient justifier une variation importante de celle-ci, à savoir : certaines conditions météorologiques (température basse, pluie) pour lesquelles, les employés ont tendance à utiliser plus fréquemment leur voiture, et les périodes de congés. On peut donc noter que lors de la campagne n°2, avec des températures plus basses, la fréquentation pourrait être plus importante et que pendant la campagne N° 4, réalisée en

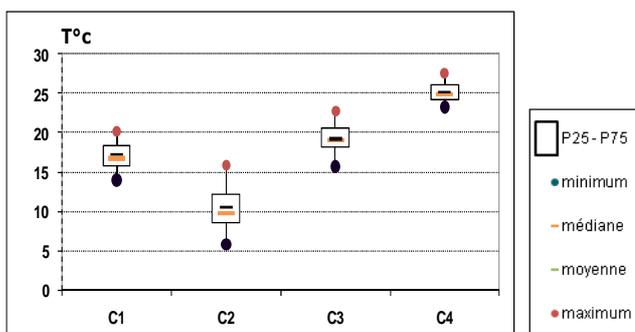
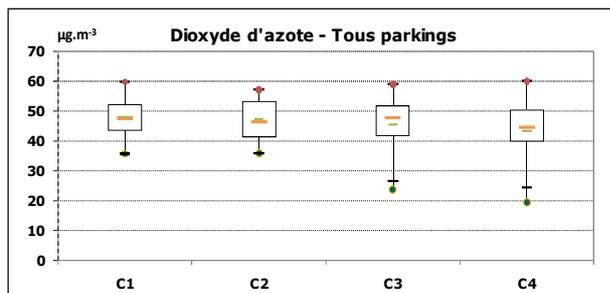


Figure 2 : Températures (°C) lors de chaque campagne.

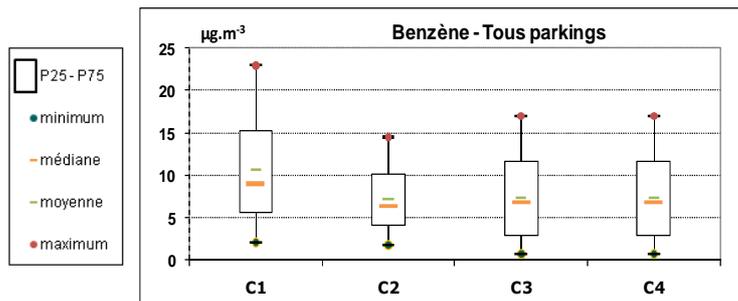
juillet, la fréquentation serait moins importante. Les variations restent toutefois assez limitées dans la mesure où les parkings étudiés ont des capacités d'accueil assez faibles.

## 2.2. Concentrations moyennes de pollution mesurées par campagne

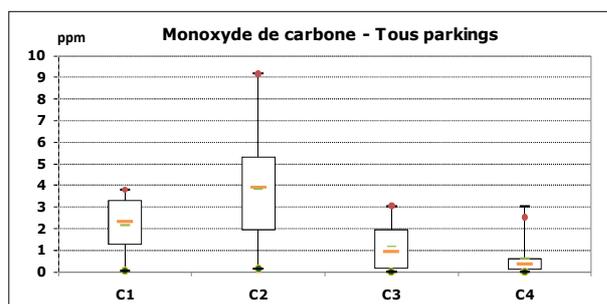
Les représentations suivantes montrent un aperçu des concentrations moyennes relevées au cours des 4 campagnes de mesures pour l'ensemble des polluants mesurés. Elles mettent en évidence les points suivants :



>>NO<sub>2</sub> : Les concentrations moyennes de l'ensemble des parkings varient peu d'une saison à l'autre (l'écart maximum des moyennes hebdomadaires est égal à environ 5% de la moyenne de l'ensemble des mesures). Par contre, ce faible écart "intersaison", masque des écarts plus importants entre les mesures réalisés sur les différents sites [un rapport de 2,5 est enregistré entre la concentration la plus élevée (59,7 µg.m<sup>-3</sup>) et la plus faible (23,8 µg.m<sup>-3</sup>)]. Ce point sera étudié dans un chapitre suivant.



>> Benzène : Les concentrations moyennes de benzène varient de façon plus importante entre les différentes saisons (l'écart maximum des données moyennées sur les deux semaines est égal à environ 40% de la moyenne de l'ensemble des mesures). Des écarts importants sont aussi relevés entre les différents sites de mesures (Valeur moyenne la plus faible : 0,6 µg.m<sup>-3</sup>, la plus élevées : 23,0 µg.m<sup>-3</sup>).

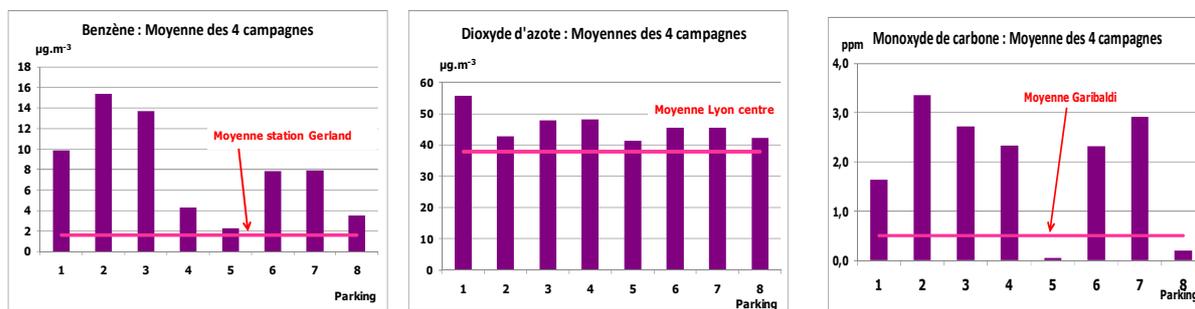


>> Concernant les concentrations de monoxyde de carbone (CO), on peut observer des variations importantes entre les différents parkings et en fonction de la saison. Les concentrations et les variations sont plus élevées lors de la campagne hivernale. Par contre, les niveaux relevés en période estivale (juillet 2010) sont nettement moins élevées. Ce point sera abordé dans un chapitre suivant.

Figure 3 : Variation des concentrations en fonction de la campagne de mesures.

Le détail de toutes les concentrations mesurées se trouvent en annexe 2 pour le NO<sub>2</sub>, le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes.

Les histogrammes suivants présentent les moyennes des concentrations relevées au cours des 4 campagnes de mesures pour chaque parking. La valeur moyenne relevée sur la station de mesures dans l'environnement du réseau COPARLY, la plus proche est représentée par un trait rouge.



**Figure 4 : Concentrations moyennes des polluants mesurés.**

Ces courbes confirment bien que pour le dioxyde d'azote, on observe une faible variation des concentrations moyennes entre les différents parkings, ce qui n'est pas le cas pour le benzène et le monoxyde de carbone, polluants pour lesquels des écarts importants entre les différents parkings peuvent être relevés.

### 2.3. Comparaison des résultats à d'autres études et avec l'extérieur

#### 2.3.1. Données d'autres études

Les données françaises existantes dans les parcs de stationnement ont été recensées par l'AFSSET en 2007 [AFSSET, 2007]. Le peu de données disponibles a conduit l'AFSSET à réaliser des mesures dans 4 parcs. Les résultats de ces mesures sont reportés dans le tableau suivant.

COPARLY a réalisé au cours de l'année 2008-2009 une étude dans 25 parkings publics lyonnais gérés par Lyon Parc Auto (LPA). Comme pour l'étude réalisée par l'AFSSET, celle-ci concernait des parkings dont la fréquentation est nettement plus importante (jusqu'à 4300 véhicules/jour) que celle rencontrée dans les parkings faisant l'objet de notre étude.

	NO <sub>2</sub> (µg.m <sup>-3</sup> )			Benzène (µg.m <sup>-3</sup> )		
	Parkings Privés	Parkings AFSSET	Parkings Publics	Parkings Privés	Parkings AFSSET	Parkings Publics
<b>Nbre de parkings</b>	8	4	25	8	4	25
<b>moyenne</b>	46,4	120,5	108,0	8,1	25,6	12,6
<b>maxi</b>	58,9	202,0	329,0	19,5	63,0	45,4

**Tableau 1 : Comparaison des données relevées dans différentes études**

En moyenne sur l'ensemble des parcs étudiés, les concentrations moyennes et les valeurs maximales de NO<sub>2</sub> et de benzène sont nettement moins élevées que celles présentées par l'AFSSET ou lors de l'étude dans les parkings publics. La faible fréquentation des parkings étudiés dans notre étude en est certainement la cause.

### 2.3.2. Données à l'extérieur

Les niveaux de concentrations mesurés à l'intérieur des parcs de stationnement peuvent être comparés aux niveaux relevés en extérieur sur les stations de mesure de COPARLY :

- >> Pour le NO<sub>2</sub>, avec les stations "Berthelot" et "Garibaldi" situées en proximité automobile et "Lyon centre" en fond urbain et dans le même quartier que les parkings étudiés dans le centre de Lyon et "Vaulx en Velin" pour les parkings de Villeurbanne.
- >> Pour le benzène avec la station "Garibaldi" située en proximité automobile et Gerland en fond urbain.
- >> Pour le monoxyde de carbone (CO), avec les données de la station Garibaldi.

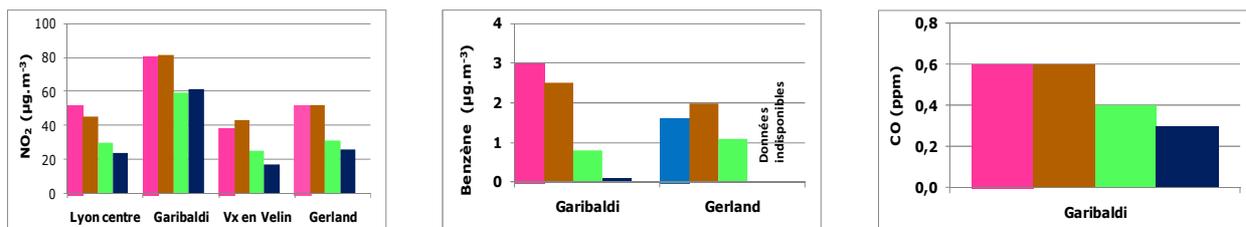
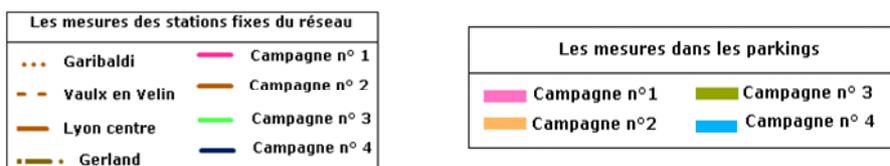


Figure 5 : Concentrations moyennes des polluants dans l'environnement extérieur pour plusieurs stations du réseau de surveillance de COPARLY.

#### Aide à la lecture de la figure 6 :

- Les couleurs représentent les résultats de chacune des campagnes.
- Les histogrammes indiquent les concentrations dans l'air intérieur des parkings sur les différents niveaux de circulation (selon le parking : de A à C).
- Les droites sont les résultats extérieurs des stations fixes de mesures sur les 4 périodes (selon la couleur) qui se distinguent par le format (plein à pointillés).



### Le dioxyde d'azote :

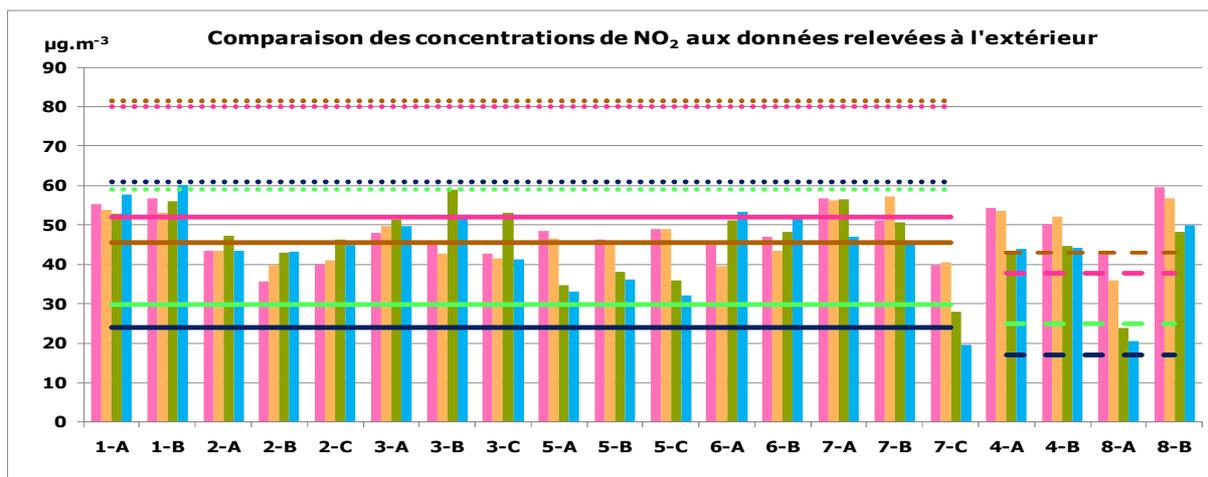
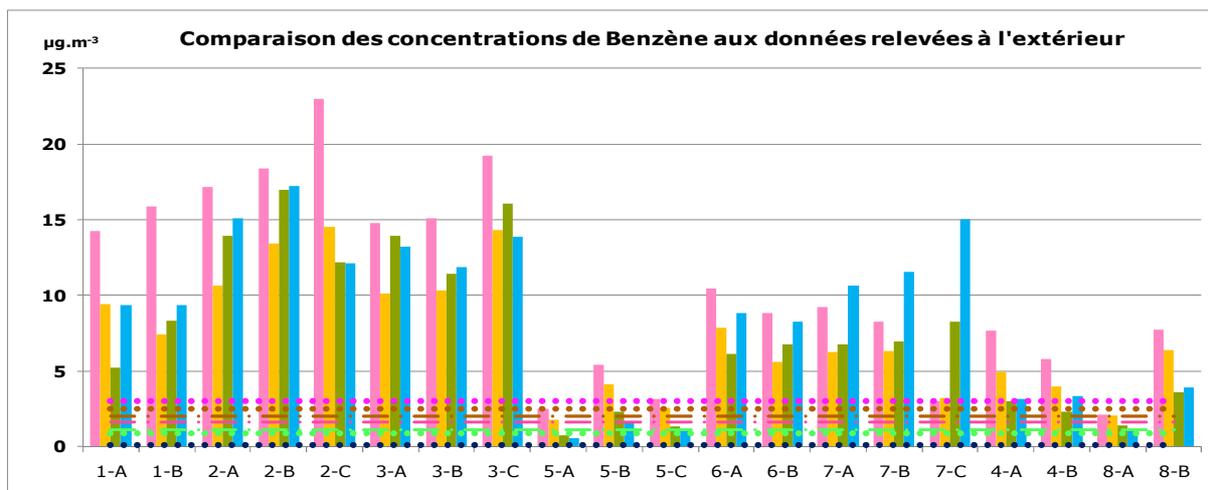


Figure 6 : Comparaison des concentrations de NO<sub>2</sub> des parkings aux données relevées à l'extérieur.

Que ce soit sur les stations de fond ou de proximité, les concentrations de NO<sub>2</sub> relevées à l'extérieur présentent des niveaux nettement plus élevés lors des périodes correspondant aux deux premières campagnes. Par contre, plusieurs parkings (1, 2, 3, 6 et 8) ne suivent pas cette évolution et gardent des niveaux assez constants tout au long des 4 campagnes. A contrario, les parkings 4, 5 et dans une moindre mesure, 7 présentent des concentrations moins élevées lors des deux dernières campagnes.

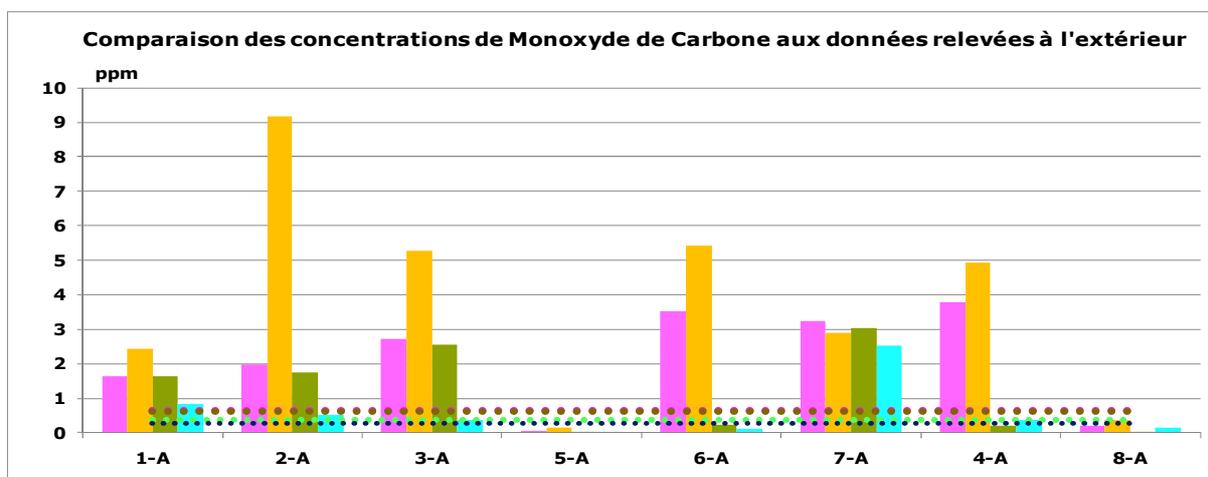
### Le benzène :



**Figure 7 : Comparaison des concentrations de Benzène des parkings aux données relevées à l'extérieur.**

Pour le benzène, pratiquement tous les niveaux mesurés à l'intérieur des parkings sont supérieurs aux niveaux mesurés en air ambiant sur la station Garibaldi de proximité automobile ou Gerland de fond urbain. Les parkings 5 et 8 se caractérisent toutefois avec des concentrations relativement faibles et proches (voire inférieures) à celles mesurées sur la station de Gerland.

### Le monoxyde de carbone :



**Figure 8 : Comparaison des concentrations de Monoxyde de Carbone des parkings aux données relevées à l'extérieur.**

Pour le Monoxyde de Carbone, on peut noter que les niveaux relevés à l'intérieur des parkings sont, en général, très nettement supérieurs aux niveaux relevés à l'extérieur en proximité automobile. Des variations importantes entre les saisons sont à noter à l'intérieur. Les niveaux les plus élevés sont relevés en période froide, ce qui pourrait être expliqué par le fait que les émissions de CO sont plus importantes au démarrage lorsque les moteurs sont froids et par une fréquentation plus importante du parking.

### 3. Enseignements de l'étude

#### 3.1. Quels sont les facteurs influençant les niveaux de concentration ?

##### 3.1.1. Influence de la taille du parking sur les niveaux de concentration ?

Les parkings étudiés dans cette étude ne font pas l'objet d'un suivi régulier de la fréquentation (comptage des entrées et sorties de véhicules). Afin d'estimer celle-ci, le nombre de places disponible peut être un bon indicateur.

La Figure 9 présente pour le NO<sub>2</sub> et le benzène les concentrations mesurées pour chaque campagne et sur chaque point de mesure. Les histogrammes en fond représentent quant à eux, le nombre de places disponibles.

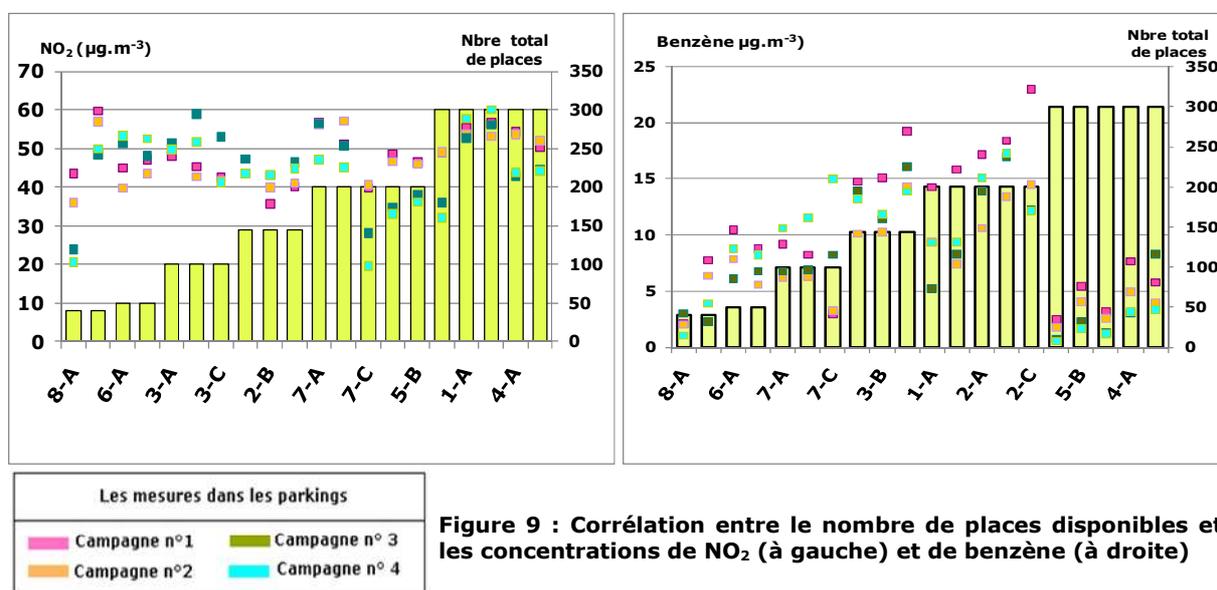


Figure 9 : Corrélation entre le nombre de places disponibles et les concentrations de NO<sub>2</sub> (à gauche) et de benzène (à droite)

Pour le NO<sub>2</sub>, aucune relation ne peut être établie entre les niveaux de concentration mesurés et le nombre de place disponibles dans le parking.

Pour le benzène, on peut observer une augmentation des concentrations en fonction du nombre de place disponibles pour les plus petits parkings (jusqu'à 200 emplacements) mais il est intéressant de noter la forte diminution des concentrations pour les parkings les plus grands (4 et 5). Ces deux derniers parkings sont gérés par le même organisme (CPAM / CRAM) et il semble donc difficile d'extrapoler ce constat à d'autres parkings qui ne seraient pas gérés de la même façon. Toutefois, cette observation confirme que les niveaux de benzène peuvent être largement diminués en fonction du mode de gestion du parking. Plusieurs paramètres liés à la ventilation peuvent avoir une influence sur les niveaux de concentration mesurés dans les parkings :

- La fréquence et les périodes d'utilisation (heures d'affluence).
- La durée de fonctionnement et en particulier les périodes précédent et suivant les afflux de circulation.
- les débits et les performances du système utilisé.
- L'emplacement des bouches d'extraction et d'introduction d'air.

### 3.1.2. La variabilité entre les différents niveaux

Les graphes suivants présentent une comparaison des concentrations mesurées dans la partie haute du parking et la partie la plus basse pour les parkings constitués de deux étages (4 parkings concernés dans cette étude).

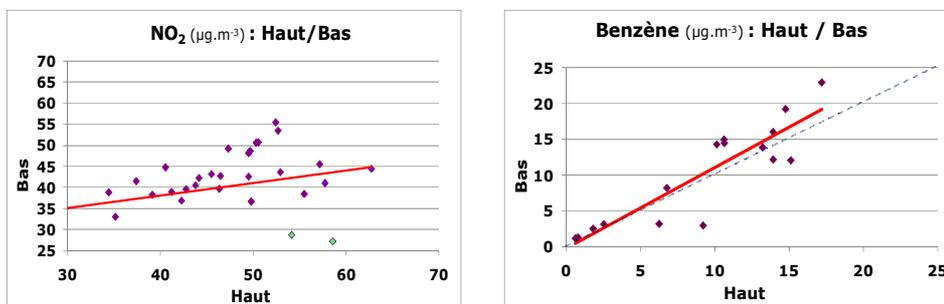


Figure 10 : Corrélation entre les niveaux de NO<sub>2</sub> (à gauche) et de benzène (à droite).

On peut noter que le comportement des deux polluants observé est assez différent. En effet, alors que pour le benzène des concentrations légèrement plus élevées sont mesurées au niveau le plus bas (moyenne 10,1 vs 9,0 µg.m<sup>-3</sup>), c'est au niveau haut que les concentrations de NO<sub>2</sub> sont les plus élevées (48,5 vs 42,2 µg.m<sup>-3</sup>).

De plus, les concentrations de benzène relevées aux deux niveaux sont très bien corrélées ( $R^2 = 0,8$ ) alors qu'elles ne le sont pas du tout pour le NO<sub>2</sub> ( $R^2 = 0,0$ ).

Dans le cas des parkings considérés dans ce paragraphe, la circulation au niveau de l'étage le plus haut est plus élevée qu'au niveau inférieur (passage obligatoire par le niveau haut). Dans la mesure où elles sont émises lorsque les véhicules circulent, les émissions de NO<sub>2</sub> sont donc plus importantes au niveau supérieur du parking.

La différence nettement moins marquée pour le benzène tend à montrer que les concentrations mesurées ne sont pas étroitement liées au fonctionnement des moteurs mais à l'évaporation des réservoirs d'essence. Une ventilation légèrement moins efficace dans les étages inférieurs des parkings pourrait alors expliquer le léger écart constaté.

### 3.1.3. Influence de la température sur les niveaux de concentration ?

La température peut avoir une influence sur les concentrations, d'une part en favorisant l'évaporation des carburants des véhicules en stationnement dans le parking, d'autre part en modifiant les émissions produites par la combustion lors des démarrages « à froid ». En effet, lorsque la température est plus basse, le rapport NO/NO<sub>2</sub> augmente, les émissions de CO également.

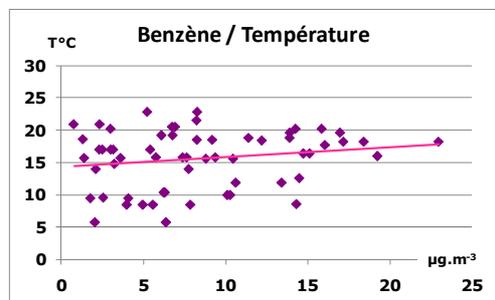


Figure 11 : Concentration en benzène et température.

Concernant le NO<sub>2</sub>, aucune corrélation ne peut être mise en évidence.

Même si l'on peut observer une légère augmentation des concentrations de benzène avec la température, cette relation ne semble que très peu marqué.

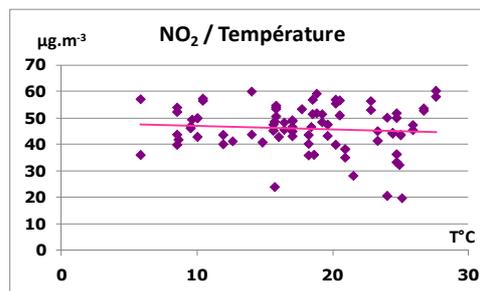


Figure 12 : Concentration en NO<sub>2</sub> et température.

### 3.1.4. Les périodes de transit des véhicules :

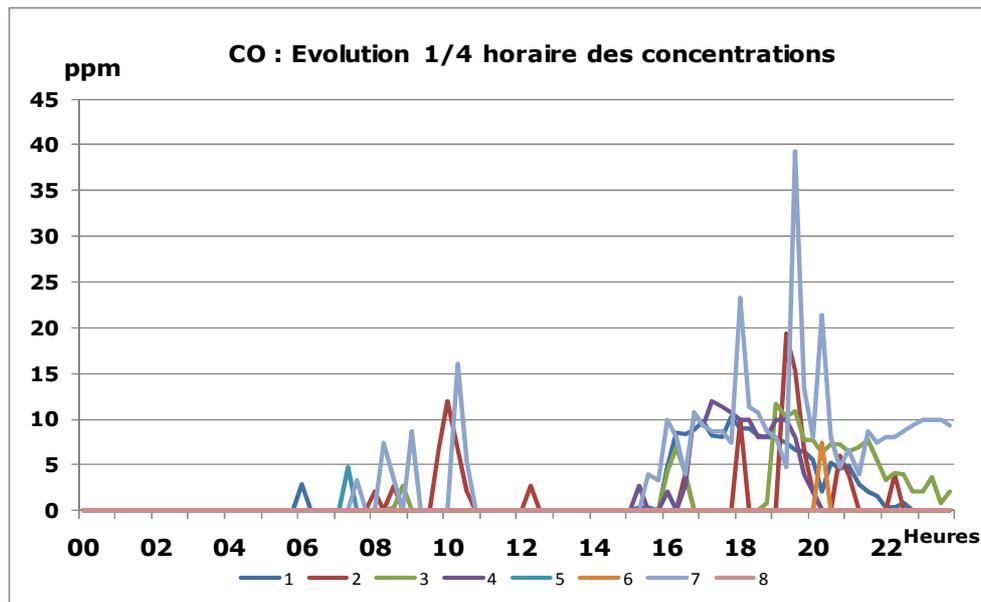


Figure 13 : Evolution 1/4 horaire des concentrations au cours d'une journée (4<sup>ème</sup> campagne)

Les pointes de CO sont mesurées essentiellement lors des heures d'arrivée et de départ des véhicules (heures de travail). En dehors de ces périodes, les niveaux de fond sont très faibles, proches de zéro<sup>3</sup>. On peut noter pour certains parkings (4, 3 et 7) que les niveaux de CO restent élevés sur des périodes assez longues (de 16h à 21h sur cet exemple). Les entrées et sorties de véhicules sont certainement plus fréquentes dans ces parkings sur ces périodes.

<sup>3</sup> Le niveau de fond urbain de  $400 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  environ soit 0,2 ppm se situe en dessous de la limite de détection du capteur.

### 3.2. Comment se situent les niveaux mesurés par rapport aux valeurs cibles ?

Pour les parcs de stationnement couverts pouvant recevoir plus de 10 véhicules à moteur, l'arrêté du 9 mai 2006 relatif aux dispositions concernant les risques d'incendie et de panique n'intègre pas de valeurs limites de concentration d'un indicateur de pollution atmosphérique. Il précise toutefois que la ventilation dans les parcs de stationnement couverts, est réalisée et surveillée de façon à s'opposer efficacement à la stagnation, même locale, de gaz nocifs ou inflammables.

On peut noter que sont exclus du champ d'application de cet arrêté, les parcs de stationnement couverts liés exclusivement à un bâtiment d'habitation et à un bâtiment relevant du Code du travail.

Toutefois, l'AFSSET, dans son avis du 20 avril 2007 relatif aux recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts recommande, en l'état des connaissances actuelles, de respecter, pour les parcs existants, les critères de qualité de l'air (valeurs de gestion) présentées dans le tableau suivant.

Les valeurs cibles (VC) ont été établies pour les polluants les plus préoccupants au vu des teneurs mesurées et de leur toxicité. Une valeur cible est un niveau de concentration à ne pas dépasser pour limiter le risque [AFSSET, 2007]. Elles ont été construites en fonction de scénarios d'exposition, de valeurs toxicologiques de référence par inhalation, d'un ou plusieurs niveaux de risque acceptables et des niveaux d'exposition dans les autres microenvironnements.

#### Plus d'infos sur les scénarios retenus par l'AFSSET pour l'établissement de valeurs cibles :

Scénario travailleur : fréquentation du parking de 8h/j, 5j/semaine, 10 mois/an, pendant 40 ans

Scénario usager : fréquentation du parking de 2×15 minutes/j, 5j/semaine, 10 mois /an pendant 40 ans.

Pour le dioxyde d'azote, les niveaux de pollution atmosphérique urbaine sont déjà à l'origine de risques dépassant les repères classiques d'acceptabilité [AFSSET, 2007], c'est pourquoi l'AFSSET propose différentes valeurs, correspondant à une augmentation de l'exposition journalière à cette substance.

Les valeurs cibles utilisées ici pour comparaison aux concentrations mesurées sont les suivantes.

#### Exposition aiguë :

Polluant et pas de temps associé	Population concernée	Valeur cible
NO <sub>2</sub> sur 1 h	Travailleur	200 µg.m <sup>-3</sup>
CO sur 15 minutes	Usager et travailleur	85,8 ppm (100 mg.m <sup>-3</sup> )
CO sur 30 minutes	Travailleur	51,5 ppm (60 mg.m <sup>-3</sup> )
CO sur 1 heure	Travailleur	25,8 ppm (30 mg.m <sup>-3</sup> )
CO sur 8 heures	Travailleur	8,6 ppm (10 mg.m <sup>-3</sup> )

**Exposition chronique :**

Polluant	Population concernée	Valeur cible	Type de valeur cible
Benzène sur 8 h	Travailleur	41 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Pour les effets à seuil
Benzène sur 8 h	Travailleur	11 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Effets sans seuil - pour un niveau de risque de $10^{-5}$
Benzène sur 30 minutes	Usager	180 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Effets sans seuil - pour un niveau de risque de $10^{-5}$
NO <sub>2</sub> sur 8 heures	Travailleur	35 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Correspondant à un excès d'exposition quotidien de 10%
NO <sub>2</sub> sur 8 heures	Travailleur	68 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Correspondant à un excès d'exposition quotidien de 50%
NO <sub>2</sub> sur 8 heures	Travailleur	108 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Correspondant à un excès d'exposition quotidien de 100%
NO <sub>2</sub> sur 30 minutes	Usager	157 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Correspondant à un excès d'exposition quotidien de 10%
NO <sub>2</sub> sur 30 minutes	Usager	675 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Correspondant à un excès d'exposition quotidien de 50%
NO <sub>2</sub> sur 30 minutes	Usager	1323 $\mu\text{g.m}^{-3}$	Correspondant à un excès d'exposition quotidien de 100%

**Remarques préliminaires :**

Les comparaisons effectuées dans ce paragraphe doivent être interprétées avec précaution, compte tenu des variations spatio-temporelles des concentrations.

>> En effet, la variabilité des concentrations au sein d'un même niveau de stationnement est très probable et n'a pas été documentée lors de cette étude.

La variabilité entre différents niveaux d'un même parc existe également, elle a été appréhendée par 2 points de mesure : le niveau le plus circulant et le niveau le plus bas. Les maxima de concentrations ne sont peut-être pas appréhendés, le niveau le plus circulant étant souvent le niveau -1, c'est-à-dire le plus proche des bouches d'entrée et sortie. Les comparaisons effectuées au chapitre 3.1.2 montrent d'ailleurs bien cette différence.

>> Les données recueillies pour le NO<sub>2</sub> ne sont pas strictement comparables à la valeur cible correspondant à une exposition aiguë, puisqu'il s'agit de moyennes sur 1 semaine. Néanmoins, les concentrations supérieures en moyenne sur une semaine à la valeur cible sur 1 heure indiquent que cette valeur est dépassée une grande partie du temps.

Les figures ci-après présentent les concentrations mesurées lors de chaque campagne pour le NO<sub>2</sub> et le benzène. Les valeurs cibles (VC) proposées par l'AFSSET sont représentées par les lignes horizontales.

### 3.2.1. Le dioxyde d'azote :

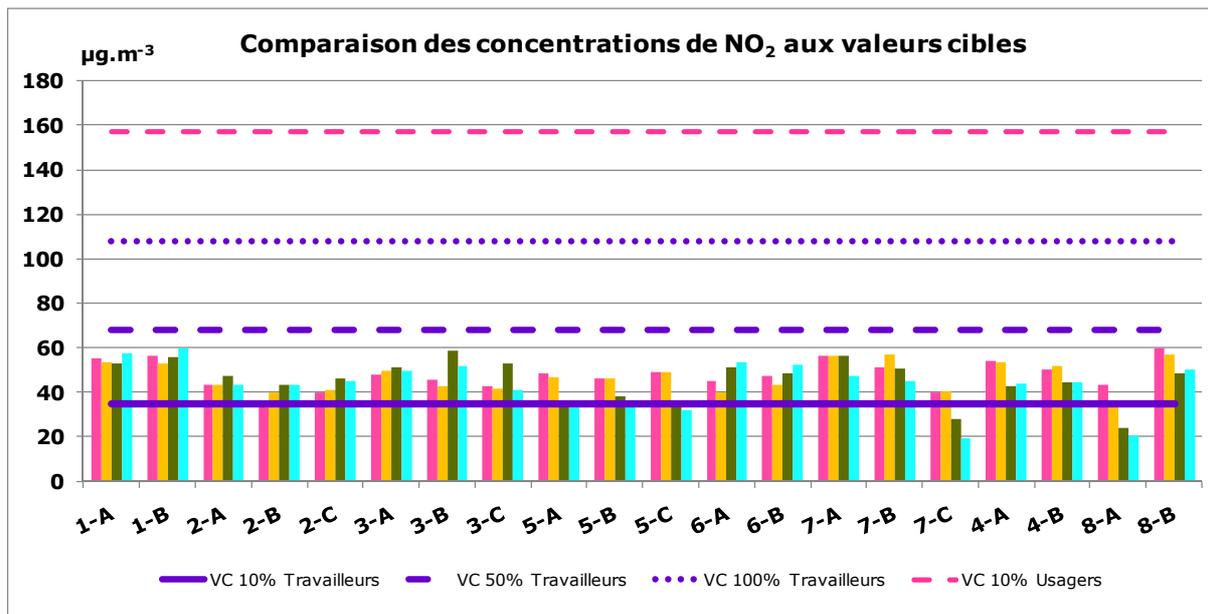


Figure 14 : Concentrations de NO<sub>2</sub> et valeurs cibles proposées par l'AFSSET.

Aucune des valeurs cibles concernant les usagers n'est atteinte. Les niveaux mesurés sont très inférieurs à ces valeurs. Concernant la protection des travailleurs, la valeur cible correspondant à un excès d'exposition quotidien de 10% pour le NO<sub>2</sub> est dépassée, pour chaque campagne, à au moins un point de mesures, dans tous les parkings.

### 3.2.2. Le benzène :

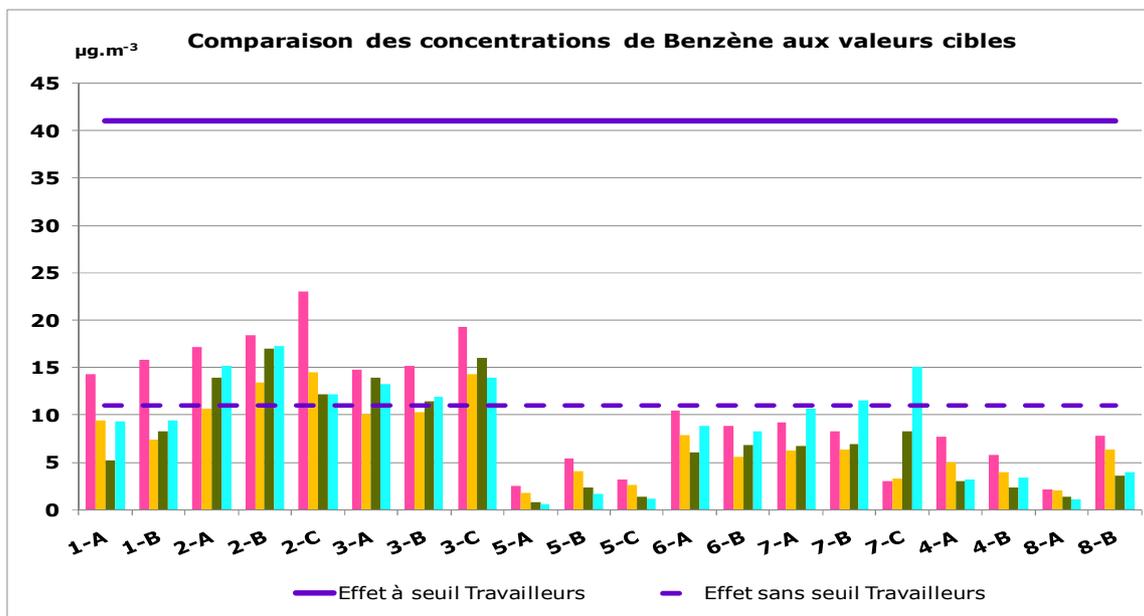


Figure 15 : Concentrations de Benzène et valeurs cibles proposées par l'AFSSET.

Comme pour le NO<sub>2</sub>, aucune des valeurs cibles concernant les usagers n'est atteinte. Les niveaux mesurés sont très inférieurs à ces valeurs. Concernant les valeurs visant à protéger les travailleurs, la valeur cible pour les effets sans seuil du benzène est, quant à elle, dépassée dans la moitié des parkings étudiés (1,2,3,7) sur un point de mesures au moins.

Pour ces deux polluants (benzène et dioxyde d'azote), les dépassements constatés concernent donc uniquement les travailleurs. On peut noter que dans le cadre de cette étude, les parkings étudiés ne sont pas spécifiquement concernés par ces valeurs dans la mesure où aucun personnel n'est présent de façon continue (8 heures) dans les parkings. Une attention particulière devra quand même être apportée à l'éventualité de la présence d'un bureau ou atelier en liaison directe avec le parking.

### 3.2.3. Le monoxyde de carbone :

Le monoxyde de carbone (CO) a été mesuré grâce à des capteurs individuels, les données recueillies sur un pas de temps de 5 minutes peuvent être comparées aux différentes valeurs cibles.

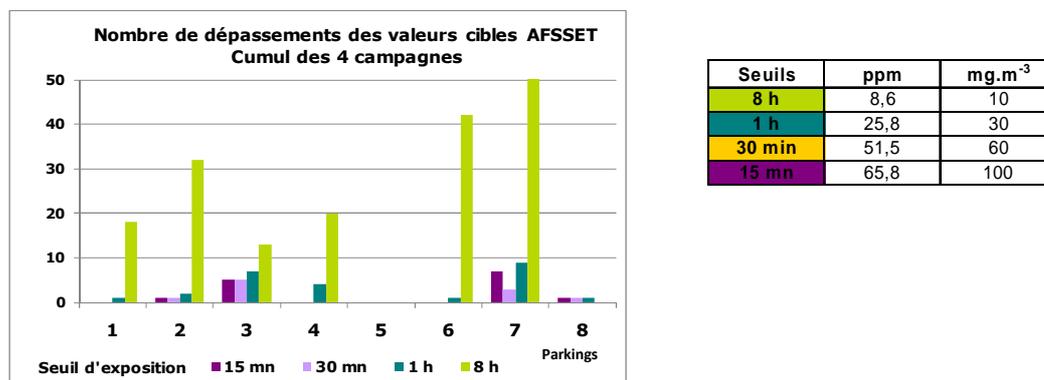


Figure 16 : CO - nombre de dépassements des valeurs cibles au cours des 4 campagnes de mesure.

S'agissant de moyennes, le dépassement des valeurs cibles concernant les seuils d'exposition de courte durée (inférieurs ou égaux à 1 heure) peuvent être expliqués de deux façons différentes : soit les niveaux de fond relevés hors période de pointe restent en permanence suffisamment élevés pour atteindre la valeur cible, soit quelques pointes de pollution très élevées augmentent la moyenne.

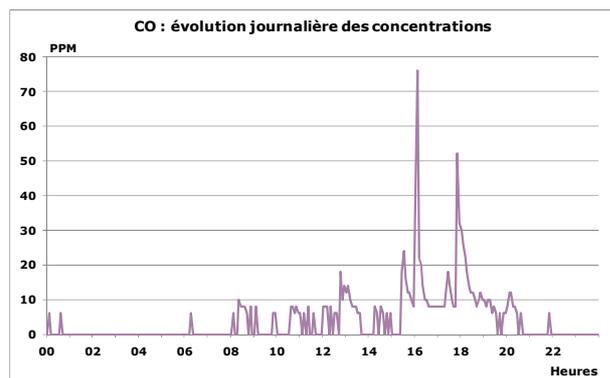


Figure 17 : Evolution des concentrations de CO au cours d'une journée (exemple du Parking 7 lors de la 3<sup>ème</sup> campagne).

L'examen des courbes (voir exemple ci contre) montre que dans le cas des parkings étudiés, c'est la deuxième hypothèse qui peut être retenue. En effet, pour tous les parkings étudiés, les niveaux de fond de CO ne permettent pas d'atteindre les valeurs cibles pour ces périodes d'exposition. Par contre, lorsque des pointes très importantes surviennent, ces valeurs cibles peuvent alors être atteintes. Ces pointes subviennent essentiellement aux heures de présence des employés dans les parkings.

Pour la valeur cible sur 8 heures, le manque de renouvellement d'air permanent peut expliquer la fréquence des dépassements retrouvés dans plusieurs parkings (1, 2,3,4,6,7). En période de trafic (période de présence des employés), les niveaux de fond restent à des niveaux proches de la valeur cible 8 heures (8,6 µg.m<sup>-3</sup>).

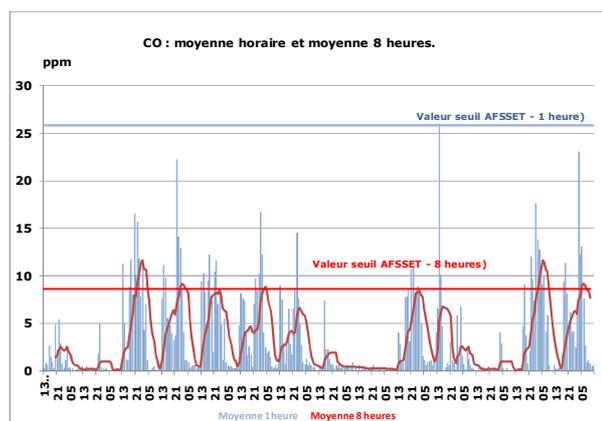
## Conclusions et recommandations

Cette étude complète celle menée dans les parkings publics de l'agglomération lyonnaise en 2008 – 2009 en prenant en compte des parkings à gestion privée et ne faisant pas l'objet de la même réglementation. Ces parkings disposent de moins de places de stationnement et présentent une rotation des véhicules moins importante.

Les 4 campagnes de mesures du dioxyde d'azote, benzène et monoxyde de carbone réalisées sur des périodes réparties tout au long de l'année 2009 – 2010 ont permis de mettre en évidence les points suivants :

- >> Les niveaux de pollution mesurés dans ces parkings sont moins importants que ceux mesurés dans de grands parkings (moyenne NO<sub>2</sub> = 46,4 µg.m<sup>-3</sup> pour les parkings privés VS 108,0 µg.m<sup>-3</sup> pour les parkings publics – Moyenne benzène = 8,1 µg.m<sup>-3</sup> pour les parkings privés VS 12,6 µg.m<sup>-3</sup> pour les parkings publics)
- >> Pour l'ensemble des parkings, les concentrations de dioxyde d'azote et de benzène sont largement inférieures aux valeurs cibles proposées par l'AFSSET pour les usagers. Par contre, plusieurs seuils concernant les travailleurs sont atteints ou dépassés pour les deux polluants (valeur cible 10% pour le NO<sub>2</sub> et valeur relative aux effets sans seuil pour le benzène) . Si des bureaux ou des ateliers sont installés à proximité de ces parkings, ils risquent fortement d'être impactés par les polluants présents dans le parking.

>> Les valeurs cibles concernant le monoxyde de carbone sont dépassées dans plusieurs parkings. Quelques pointes de pollution expliquent les dépassements des valeurs cibles relatives à des expositions courtes (≤ 1 heure). Par contre, le dépassement de la valeur cible 8 heures, met en évidence le manque de renouvellement d'air au moment de l'afflux des occupants qui existe dans les parkings concernés (1,2,3,4,6,7). La courbe ci-contre confirme cette approche et met en évidence la nécessité d'anticiper l'apparition des pointes et de poursuivre la ventilation après.



**Figure 18 : CO - Impact des pointes de pollution sur les moyennes 8 heures** (parking 7 – campagne 1).

Afin de prévenir les pointes de pollution, il semble donc utile de laisser fonctionner le système de renouvellement d'air a minima durant les périodes de fréquentation importante. Il sera encore plus efficace de mettre en route la ventilation avant, pendant et après ces périodes pour limiter les hausses de concentrations de polluant dans l'air intérieur des parkings.

## ANNEXE 1

### Parkings investigués

Les parkings étudiés sont les suivants :

- Parking du Grand Lyon – 20 rue du lac – Lyon 3<sup>ème</sup>
- Parking ARS (Délégation du Rhône) - 245 Avenue Garibaldi – Lyon 3<sup>ème</sup>
- Parking BNP-PARIBAS – 241 Avenue Garibaldi – Lyon 3<sup>ème</sup>
- Parking CPAM – Cours Emile Zola – Villeurbanne
- Parking CPAM – CRAM – Rue d'Aubigny – Lyon 3<sup>ème</sup>
- Parking DREAL Rhône-Alpes – 3 rue Charial – Lyon 3<sup>ème</sup>
- Parking DREAL (ex DIREN) – 208 bis rue Garibaldi – Lyon 3<sup>ème</sup>
- Parking DREAL subdivision du Rhône – 63 Avenue Roger Salengro – Villeurbanne

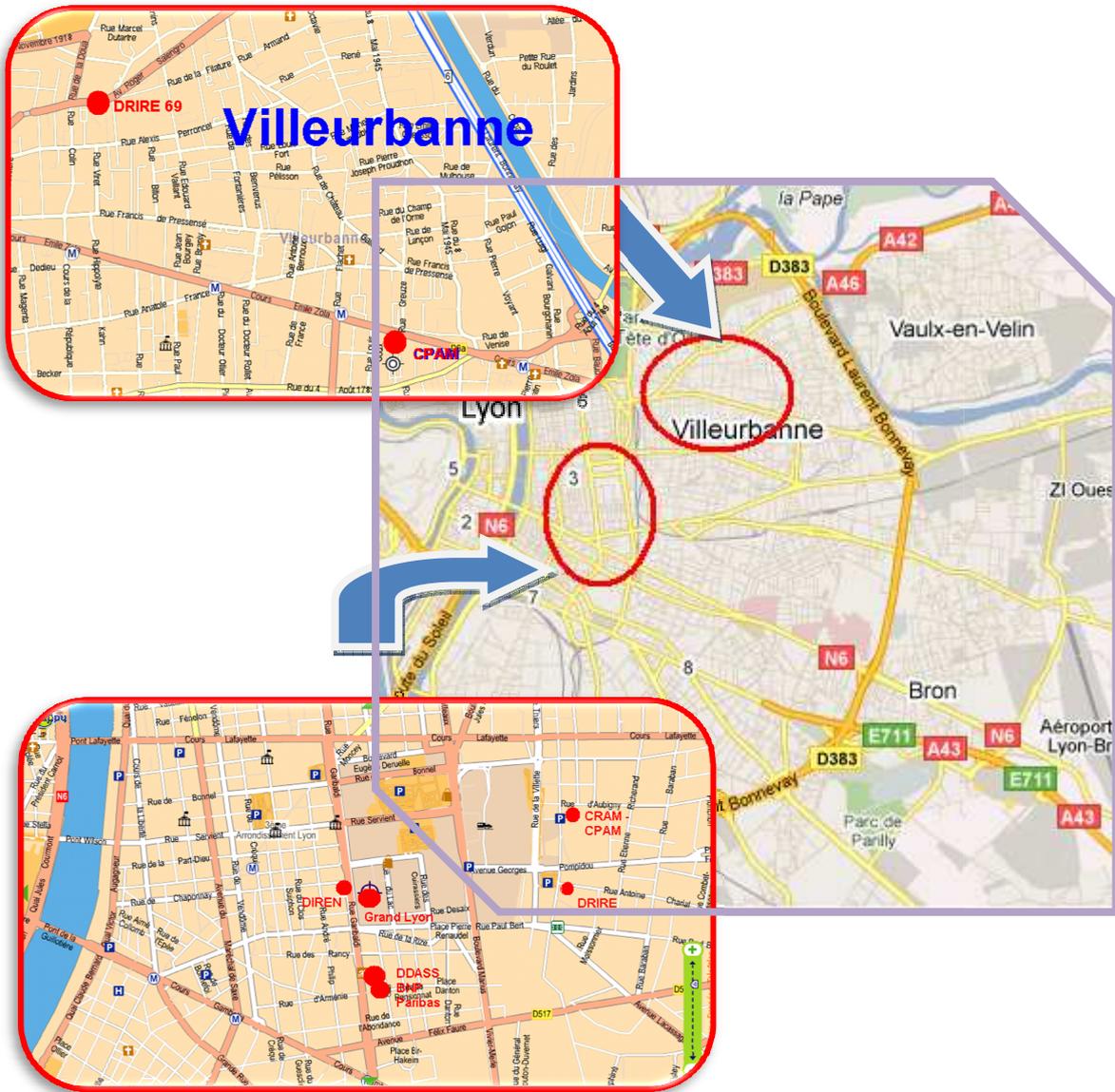
Pour chacun d'entre eux, les points de mesures ont été définis et nommés de la manière suivante :

- le point situé à l'étage -1 et le plus proche du passage piétonnier..... A
- le point situé à l'étage -1 en complément du point A..... B
- le point situé à l'étage le plus bas (-2 ou équivalent -4 pour le parking de la DIREN)..... C

Les différents sites sont donc les suivants :

Parking	N°Parking	Etage -1 piétonnier	Etage -1 complémentaire	Etage -2
<b>Grand Lyon</b>	1	1-A	1-B	
<b>DREAL ( Ex DDASS)</b>	2	2-A	2-B	2-C
<b>BNP Paribas</b>	3	3-A	3-B	3-C
<b>CPAM</b>	4	4-A	4-B	
<b>CPAM-CRAM</b>	5	5-A	5-B	5-C
<b>DREAL Rhône-Alpes</b>	6	6-A	6-B	
<b>DREAL (Ex DIREN)</b>	7	7-A	7-B	7-C
<b>DREAL-GS69</b>	8	8-A	8-B	

## Implantation des parkings.



## ANNEXE 2 : Résultats

### Benzène – Toluène – Ethylbenzène – Xylènes (en µg.m<sup>-3</sup>)

#### Résultats par campagnes de mesures :

Nom du site	Code site	benzène (µg.m <sup>-3</sup> )			
		Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Grand Lyon	01_A	14,3	9,4	5,2	9,3
	01_B	15,9	7,4	8,3	9,4
ARS	02_A	17,2	10,6	13,9	15,1
	02_B	18,4	13,4	17,0	17,2
BNP	03_A	23,0	14,5	12,2	12,1
	03_B	14,7	10,1	13,9	13,2
CPAM-CRAM	05_A	15,1	10,3	11,4	11,9
	05_B	19,3	14,3	16,1	13,9
DREAL-RA	06_A	2,5	1,8	0,8	0,6
	06_B	5,4	4,1	2,3	1,7
DIREN	07_A	3,2	2,6	1,3	1,2
	07_B	10,5	7,9	6,1	8,8
CPAM	04_A	8,8	5,6	6,8	8,2
	04_B	9,2	6,2	6,8	10,6
DREAL-GS69	08_A	8,3	6,3	6,9	11,6
	08_B	3,0	3,2	8,2	15,0

Toluène (µg.m <sup>-3</sup> )				
Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	
92,8	45,3	32,2	61,7	
95,6	36,6	53,4	63,1	
102,0	60,5	95,4	98,0	
110,9	78,4	120,1	113,0	
138,6	82,8	81,9	83,4	
84,9	54,4	94,8	87,1	
88,6	57,8	74,2	75,4	
115,1	83,1	104,9	90,6	
18,2	5,3	3,9	3,1	
26,6	15,2	13,5	10,5	
14,6	10,7	9,9	8,6	
61,6	43,7	45,0	62,3	
50,7	29,9	49,7	57,3	
46,3	26,0	36,6	61,3	
44,0	26,8	41,1	69,3	
15,1	14,4	56,6	106,9	
36,3	20,2	16,2	17,8	
30,3	16,8	13,5	20,5	
9,9	8,4	8,7	6,2	
41,3	27,7	23,2	24,2	

Ethylbenzène (µg.m <sup>-3</sup> )				
Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	
17,1	8,5	6,5	13,0	
17,5	7,2	10,7	13,1	
20,3	12,8	22,7	25,9	
22,0	16,5	28,6	28,8	
24,2	15,8	16,8	19,6	
16,5	11,2	20,7	21,2	
17,2	11,8	16,7	18,5	
20,2	16,0	21,9	21,4	
2,2	0,9	0,7	0,6	
4,9	3,1	2,9	2,1	
2,5	1,7	1,7	1,6	
13,0	9,2	11,1	17,6	
10,4	6,2	12,4	16,0	
9,2	6,0	8,1	14,2	
8,5	6,1	9,0	16,0	
2,7	2,6	10,2	22,0	
7,0	4,1	3,5	4,4	
5,4	3,1	3,1	4,7	
1,8	1,6	1,7	1,3	
7,5	5,2	4,8	5,2	

Nom du site	Code site	m+p-xylène (µg.m <sup>-3</sup> )			
		Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Grand Lyon	01_A	59,1	28,6	21,7	43,3
	01_B	61,1	24,2	35,8	43,3
ARS	02_A	65,9	40,5	68,1	75,6
	02_B	70,9	51,7	85,8	85,7
BNP	03_A	83,9	52,0	54,2	61,0
	03_B	54,2	36,2	64,2	64,2
CPAM-CRAM	05_A	56,5	37,9	51,9	56,3
	05_B	69,9	52,3	69,5	66,4
DREAL-RA	06_A	7,3	2,8	2,4	2,0
	06_B	16,1	9,9	9,3	6,8
DIREN	07_A	8,4	5,5	5,2	5,1
	07_B	41,9	28,7	33,7	51,4
CPAM	04_A	34,1	19,9	37,8	47,3
	04_B	29,9	19,4	26,0	43,4
DREAL-GS69	08_A	27,8	19,7	28,6	49,6
	08_B	9,3	8,6	35,0	73,0

o-xylène (µg.m <sup>-3</sup> )				
Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	
20,2	10,0	7,3	15,0	
20,6	8,4	12,2	14,7	
21,5	13,6	23,1	25,0	
22,7	17,2	28,8	28,1	
27,3	17,5	18,1	20,1	
17,7	12,3	21,6	21,3	
18,4	12,8	17,7	18,9	
22,7	17,5	23,4	22,1	
2,6	1,0	0,8	0,7	
5,6	3,5	3,1	2,3	
2,9	1,9	1,7	1,7	
13,9	9,6	11,2	17,8	
11,4	6,7	12,6	16,4	
10,6	6,9	9,1	14,6	
9,7	6,9	9,7	16,4	
3,2	2,8	11,5	25,0	
8,8	5,0	4,3	5,6	
6,7	3,7	3,6	5,8	
2,2	1,9	2,0	1,4	
8,8	5,9	5,2	5,6	

#### Moyennes par parkings :

	benzène (µg.m <sup>-3</sup> )				
	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
Grand Lyon	15,1	8,4	6,8	9,4	9,9
ARS	19,5	12,8	14,4	14,8	15,4
BNP	16,4	11,6	13,8	13,0	13,7
CPAM-CRAM	3,7	2,8	1,5	1,1	2,3
DREAL-RA	9,6	6,7	6,4	8,5	7,8
DIREN	6,8	5,3	7,3	12,4	7,9
CPAM	6,7	4,5	2,7	3,3	4,3
DREAL-GS69	4,9	4,2	2,5	2,5	3,5

Toluène (µg.m <sup>-3</sup> )				
Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
94,2	40,9	42,8	62,4	60,1
117,2	73,9	99,1	98,1	97,1
196,2	65,1	91,3	84,4	84,2
19,8	10,4	9,1	7,4	11,7
56,1	36,8	47,4	59,8	50,0
35,2	22,4	44,8	79,2	45,4
33,3	18,5	14,9	19,1	21,4
25,6	18,1	15,9	15,2	18,7

Ethylbenzène (µg.m <sup>-3</sup> )				
Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
17,3	7,9	8,6	13,1	11,7
22,2	15,0	22,7	24,8	21,2
18,0	13,0	19,8	20,4	17,8
3,2	1,9	1,8	1,5	2,1
11,7	7,7	11,8	16,8	12,0
6,8	4,9	9,1	17,4	9,6
6,2	3,6	3,3	4,6	4,4
4,7	3,4	3,3	3,2	3,6

	benzène (µg.m <sup>-3</sup> )				
	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
Grand Lyon	60,1	26,4	28,8	43,3	39,6
ARS	73,5	48,1	69,4	74,1	66,3
BNP	60,2	42,1	61,8	62,3	56,6
CPAM-CRAM	10,6	6,1	5,6	4,6	6,7
DREAL-RA	38,0	24,3	35,7	49,3	36,8
DIREN	22,3	15,9	29,8	55,3	30,8
CPAM	21,8	12,2	11,2	15,5	15,2
DREAL-GS69	15,8	11,2	10,8	10,4	12,0

Toluène (µg.m <sup>-3</sup> )				
Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
20,4	9,2	9,8	14,8	13,6
23,9	16,1	23,3	24,4	21,9
19,6	14,2	20,9	20,8	18,9
3,7	2,1	1,9	1,6	2,3
12,6	8,2	11,9	17,1	12,4
7,8	5,5	10,1	18,7	10,5
7,7	4,3	3,9	5,7	5,4
5,5	3,9	3,6	3,5	4,1

## Dioxyde d'azote (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

### Résultats par semaines de mesures :

Site	Code site	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4		Moyenne			
		Semaine 1	Semaine 2	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4						
Grand Lyon	01_A	54,0	56,4	56,4	51,0	52,9	52,6	62,8	52,7	55,2	53,7	52,7	57,7
	01_B	55,9	57,4	59,0	47,3	54,9	57,3	71,5	48,5	56,6	53,1	56,1	60,0
ARS	02_A	42,8	43,8	45,5	41,2	44,2	50,3	49,5	37,4	43,3	43,4	47,3	43,5
	02_B	37,6	33,6	40,5	39,2	41,1	44,9	49,5	37,0	35,6	39,9	43,0	43,2
	02_C	39,5	40,5	43,1	38,9	42,2	50,6	48,1	41,5	40,0	41,0	46,4	44,8
BNP	03_A	46,5	49,5	52,9	46,4	50,6	52,5	57,2	42,3	48,0	49,7	51,5	49,7
	03_B	44,6	46,0	46,7	38,6	61,6	56,2	60,6	42,5	45,3	42,7	58,9	51,6
	03_C	42,7	42,5	43,6	39,6	50,7	55,4	45,5	36,8	42,6	41,6	53,0	41,1
CPAM-CRAM	05_A	47,3	49,7	52,7	40,6	35,2	34,5	39,2	27,0	48,5	46,6	34,8	33,1
	05_B	45,6	47,1	50,6	41,2	39,5	36,6	41,0	31,2	46,3	45,9	38,0	36,1
	05_C	49,2	48,6	53,4	44,7	33,0	38,8	38,2	25,9	48,9	49,1	35,9	32,1
DREAL-RA	06_A	44,2	45,8	38,7	40,7	51,0	51,3	62,6	44,1	45,0	39,7	51,2	53,4
	06_B	45,1	49,2	48,2	38,8	43,2	53,1	60,5	44,4	47,2	43,5	48,2	52,5
DIREN	07_A	55,5	57,7	62,7	49,8	58,6	54,1	49,0	45,1	56,6	56,3	56,4	47,0
	07_B	52,0	50,5	62,9	51,3	53,0	48,5	48,2	42,1	51,2	57,1	50,7	45,2
	07_C	38,4	41,0	44,5	36,6	27,3	28,7	20,9	18,2	39,7	40,6	28,0	19,5
CPAM	04_A	52,4	56,4	59,0	48,3	43,4	42,3	46,8	40,9	54,4	53,7	42,9	43,8
	04_B	49,7	50,9	56,5	47,7	47,0	42,3	47,0	41,4	50,3	52,1	44,7	44,2
DREAL-GS69	08_A	40,6	46,4	44,5	27,2	24,7	22,9	22,9	18,0	43,5	35,8	23,8	20,5
	08_B	54,3	65,1	60,5	53,1	48,5	48,2	49,2	50,6	59,7	56,8	48,4	49,9

### Moyennes par parkings :

Moyenne / parkings					
Site	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Toutes campagnes
Grand Lyon	55,9	53,4	54,4	58,9	55,6
ARS	39,7	41,4	45,6	43,8	42,6
BNP	45,3	44,6	54,5	47,5	48,0
CPAM-CRAM	47,9	47,2	36,3	33,7	41,3
DREAL-RA	46,1	41,6	49,7	52,9	47,6
DIREN	49,2	51,3	45,0	37,3	45,7
CPAM	52,3	52,9	43,8	44,0	48,2
DREAL-GS69	51,6	46,3	36,1	35,2	42,3

### ANNEXE 3 Les boîtes à moustaches

La boîte à moustaches sert à représenter les principales statistiques de l'échantillon :

- Min : Valeur minimum observée dans l'échantillon
- Max : Valeur maximum observée dans l'échantillon
- Médiane : 50% des valeurs observées dans l'échantillon sont inférieures à cette valeur (la médiane sépare l'échantillon en deux parties contenant le même nombre de valeurs)
- 1<sup>er</sup> quartile (P25) : 25% des valeurs observées dans l'échantillon sont inférieures à cette valeur
- 3<sup>ème</sup> quartile (P75) : 75% des valeurs observées dans l'échantillon sont inférieures à cette valeur

