

Qualité de l'air et parcs de stationnement couverts



MESURES **2012-2013** – PARC REPUBLIQUE A LYON (69)

www.air-rhonealpes.fr



Diffusion : Décembre 2013

Siège social : 3 allée des Sorbiers – 69500 BRON

Tel : 09 72 26 48 90 - Fax : 09 72 15 65 64

contact@air-rhonealpes.fr





Air Rhône-Alpes est issu du rapprochement de 6 associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'Air (Air-APS, AMPASEL, ASCOPARG, ATMO Drôme-Ardèche, COPARLY, SUP'AIR). Cette régionalisation a eu lieu le 1^{er} janvier 2012 et a eu lieu suite aux orientations prises par le Grenelle de l'Environnement et transcrites par Décret Ministériel (2010-1268 du 22 octobre 2010).

CONDITIONS DE DIFFUSION

Air Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (*décret 98-361 du 6 mai 1998*) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

Air Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site www.air-rhonealpes.fr

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Air Rhône-Alpes. Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © Air Rhône-Alpes (2013) – **Qualité de l'air et parcs de stationnement couverts – Mesures 2012-2013 – Parc République à Lyon (69).**

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Air Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Air-Rhône-Alpes :

- depuis le formulaire de contact sur le site www.air-rhonealpes.fr
- par mail : contact@air-rhonealpes.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Un questionnaire de satisfaction est également disponible en ligne à l'adresse suivante <http://www.surveymonkey.com/s/ecrits> pour vous permettre de donner votre avis sur l'ensemble des informations mis à votre disposition par l'observatoire Air Rhône-Alpes.

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière des membres suivants :
LYON PARC AUTO

Sommaire



1. Contexte et introduction	7
2. Méthodologie.....	9
2.1. Sites de mesure et polluants suivis.....	9
2.1.1. A l'intérieur du parc.....	9
2.1.2. A l'extérieur du parc.....	9
2.2. Périodes de mesure	10
2.3. Les scénarios de ventilation	11
3. Impact des scénarios de ventilation sur les niveaux de pollution à l'intérieur du parc	12
3.1. Bilan de fonctionnement	12
3.2. Contexte des mesures	12
3.3. Enseignements sur les niveaux de circulation	13
3.3.1. Quels indicateurs ?	13
3.3.2. Variations des indicateurs en appliquant le même scénario	13
3.3.3. Efficacité des scénarios	17
3.3.4. Impacts sur le temps de ventilation	20
3.4. Enseignements sur le local d'exploitation.....	21
3.4.1. Efficacité des scénarios sur le local d'exploitation	21
3.4.2. Evolution des concentrations dans le local depuis 2008.....	23
4. Impact du parc sur l'environnement extérieur.....	24
4.1. Bilan de fonctionnement	24
4.2. Résultats au niveau de la bouche d'extraction.....	24
4.3. Impact sur le quartier	26
5. Conclusions et perspectives	29

Annexes

ANNEXE 1 : SCENARIOS : DETAILS ET PERIODES DE MESURES	31
ANNEXE 2 : VARIATIONS DES INDICATEURS AVEC LE MEME SCENARIO.....	33
ANNEXE 3 VALEURS CIBLES PROPOSEES PAR L'ANSES	35
ANNEXE 4 EVOLUTION MISE EN ROUTE DE LA VENTILATION ET CONCENTRATIONS	36
ANNEXE 5 EVOLUTION DES PM10 EN AIR AMBIANT	39



Résumé



Depuis 2008, Lyon Parc Auto et Air Rhône-Alpes ont réalisé différentes études afin d'améliorer les connaissances sur la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. Après une première phase de diagnostic, l'étude menée en 2012-2013 avait pour objectif d'une part d'évaluer l'impact de différents scénarios de ventilation sur la qualité de l'air à l'intérieur du parc et d'autre part d'améliorer les connaissances sur l'impact du parc sur son environnement.

Pour répondre aux objectifs de l'étude, plusieurs sites de mesures ont été installés :

- **A l'intérieur du parc**, le site de mesures principal a été installé au niveau -2 afin d'éviter l'influence directe de la ventilation naturelle par les entrées et sorties des véhicules au niveau d'accès. Sur ce site, les **oxydes d'azote (NO et NO₂)** ont été mesurés à l'aide d'un analyseur automatique, fournissant des données quart-horaires. Des tubes à diffusion passive ont été disposés dans le local d'exploitation.
- **A l'extérieur du parc**, un site de mesures au plus près de la grille d'extraction du parc qui se situe sur la place de la République (environ 5 mètres) a été installé. Le **monoxyde d'azote (NO)**, le **dioxyde d'azote (NO₂)**, le **monoxyde de carbone (CO)** et les **poussières de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (PM10)** ont été mesurés par des analyseurs automatiques. Compte tenu de l'impossibilité technique d'installer le site en proximité immédiate de la grille, un analyseur de NOx supplémentaire a été installé dans la remorque laboratoire avec une ligne de prélèvement jusqu'à l'intérieur de la grille. Par ailleurs, le NO₂, les NOx et le benzène¹ ont été mesurés par tubes à diffusion passive sur 10 sites répartis dans le quartier (cf. Figure 2).

Les scénarios de ventilation ont été définis en collaboration avec Lyon Parc Auto en fonction du retour d'expérience de l'étude réalisée en 2011. Deux scénarios (nommés 2 et 3) ont été ensuite mis en œuvre par les agents d'exploitation du parc en complément du scénario de référence (fonctionnement classique du parc). Le scénario 2 consistait en un fonctionnement en continu de la ventilation sur des horaires prédéfinis et le scénario 3 en un asservissement sur les concentrations de NO mesurées au niveau -2 du parc. En fonctionnement normal, la ventilation est asservie sur le CO.

La présente étude apporte de précieux enseignements qui viennent compléter les études précédentes.



→ Sur la qualité de l'air à l'intérieur du parc

L'étude permet de quantifier l'efficacité de ces différentes méthodes par l'intermédiaire du calcul d'indicateurs. Ainsi, la mise en œuvre des scénarios 2 et 3 permet d'améliorer la qualité de l'air dans le parc avec un gain compris entre 15 et 42 % sur les indicateurs moyens, elle permet surtout **une diminution importante des niveaux maximums enregistrés**. Ainsi, **le pourcentage de temps où la concentration de NO₂ est supérieure à 400 µg.m⁻³** (qui correspond au seuil d'alerte du dispositif préfectoral en air ambiant) **est diminué de 60 à près de 90%** selon le scénario et la période.

Toutefois, ces améliorations sont obtenues en multipliant le temps de fonctionnement de la ventilation **par 4 à 6 environ en été et par 7 à 10 environ en hiver**.

Le calcul des indicateurs dans les locaux d'exploitation montre des résultats plus mitigés. Ce phénomène s'explique d'une part par le calcul d'indicateurs moyens uniquement. Il est probable que le gain sur les niveaux maximums de NO₂ est plus important. D'autre part, bien que les concentrations dans le local soient en partie dépendantes des concentrations dans les niveaux de circulation, les travaux portant sur l'étanchéité du local devraient conduire à diminuer la corrélation entre concentrations dans le local d'exploitation et dans les niveaux de circulation.

Enfin, l'étude montre que le respect des valeurs de gestion proposées en 2007 par l'ANSES est difficile à atteindre sur des parcs du type de celui de République (présentant une circulation importante). La mise en œuvre de mesures complémentaires telles que celles prises par Lyon Parc Auto visant à réduire l'exposition des travailleurs, plutôt que les concentrations, semble une très bonne voie d'amélioration. Ces mesures comprennent la suppression des activités permanentes dans les niveaux de circulation, la mise en route de la ventilation en grande vitesse lors d'activités prolongées dans un niveau de circulation (maintenance par exemple) et la surveillance de l'étanchéité des locaux d'exploitation. Par ailleurs, dans le cas de nouvelles constructions, il est fortement recommandé de prévoir le local d'exploitation au niveau 0.

→ Sur la qualité de l'air à l'extérieur du parc

Les mesures réalisées à l'intérieur de la grille d'extraction d'air du parc et à quelques mètres de cette grille sur la place de la République ont mis en évidence l'influence du parc sur son environnement proche. Dans le quartier République, où les niveaux de dioxyde d'azote sont déjà élevés en raison d'un trafic automobile important, notamment sur le quai Jules Courmont, c'est surtout sur les concentrations de benzène que l'influence est notable en proximité immédiate de la grille d'extraction d'air.

Les mesures mettent en évidence également une influence en lien avec les périodes d'activité du parc, c'est-à-dire plutôt l'après-midi. En revanche, les mesures réalisées ne sont pas suffisantes pour permettre une comparaison de l'impact du parc en fonction des scénarios appliqués.

Ces éléments rappellent l'indispensable nécessité lors des aménagements urbains de tenir compte de cette source de pollution, tout particulièrement si les conditions de dispersion au niveau de l'extraction d'air sont défavorables.

1. Contexte et introduction

Depuis 2008, Air Rhône-Alpes et Lyon Parc Auto, exploitant de nombreux parcs de stationnement publics de l'agglomération lyonnaise, travaillent en collaboration sur un programme d'amélioration des connaissances sur la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts.

La première phase de 2008 à 2010 a permis de tirer de nombreux enseignements sur l'état de la qualité de l'air dans les parcs par l'intermédiaire :

- d'un état des lieux de la qualité de l'air sur 25 parcs² sur un nombre limité de polluants (Dioxyde d'azote, benzène, monoxyde de carbone)
- de l'étude approfondie d'un parking témoin et de son environnement extérieur³.

Les différents points suivants ont été mis en évidence :

- La réalisation de 4 campagnes dans l'année a montré que les concentrations observées sont variables entre les saisons, elles suivent de manière générale la même tendance dans les parcs étudiés.
- Compte tenu du caractère confiné des parcs de stationnement couverts et de leur activité, les concentrations moyennes dans les parcs sont supérieures à celles mesurées par les stations de surveillance de qualité de l'air en bordure de voiries, pour le benzène tout particulièrement.
- Les concentrations de NO₂ dans les parcs souterrains sont en grande partie expliquées par la fréquentation du parc, même si des variations peuvent apparaître en lien avec la température et les apports d'ozone par l'extérieur, ainsi que les différents systèmes de ventilation.
- Les concentrations de benzène semblent surtout influencées par le phénomène d'évaporation depuis les véhicules en stationnement, tout particulièrement dans les parcs résidentiels. Elles sont en effet nettement corrélées à la température d'une campagne à l'autre.

Afin de mieux situer ces niveaux dans leur contexte spécifique, celui des parcs de stationnement, une comparaison aux valeurs cibles préconisées par l'ANSES en 2007 a été effectuée. Une seule valeur cible pour **l'usager** était dépassée dans certains parcs souterrains, il s'agit d'un excès d'exposition pour le NO₂. En revanche, de nombreux points de mesure dans les niveaux de circulation et les locaux d'exploitation dépassaient les différentes valeurs cibles **pour le travailleur** proposées par l'ANSES⁴.

Suite à cette première phase de **diagnostic**, une deuxième phase a donc été engagée davantage tournée vers les **actions d'amélioration** :

- L'étude de différents scénarios de ventilation dans deux parcs afin d'améliorer la qualité de l'air dans les parkings,
- Le suivi de la qualité de l'air dans les locaux d'exploitation des parkings⁵.

² Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts - Etat des lieux dans 25 parcs de l'agglomération lyonnaise - Mesures réalisées en 2008-2009 - Mai 2010

³ Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts - Etude détaillée dans le parc République à Lyon - Mesures réalisées en 2009-2010 - Mars 2011

⁴ ANSES (2007) Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. Avril 2007

⁵ Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts - Etude de la qualité de l'air dans les locaux d'exploitation. - Mesures réalisées en 2010 - 2011 - Novembre 2011

Pendant l'année 2011, trois scénarios différents de ventilation ont été testés en complément du fonctionnement classique du parc pendant deux périodes distinctes : saison estivale et saison hivernale.

Ces premiers tests ont montré des résultats mitigés. Par ailleurs, la réalisation de tests en situation réelle de fonctionnement rend difficile l'interprétation en raison de la variation d'autres facteurs comme la température et le nombre de passages de véhicules par exemple.

La présente étude vise donc dans un premier temps à affiner les enseignements sur l'efficacité des scénarios de ventilation. D'une part, les scénarios testés en 2011 ont été affinés, d'autre part afin de diminuer l'impact d'autres facteurs sur les concentrations obtenues, chaque scénario a été répété 2 fois par saison.

Dans un second temps, l'étude a consisté à étudier l'impact des rejets du parc sur le quartier, et notamment en proximité immédiate de la grille d'extraction d'air du parc.

2. Méthodologie

L'ensemble de l'étude a été mené sur le parc République et son environnement proche. Ce parc est situé dans le 2^{ème} arrondissement de Lyon sous la place de la République.

2.1. Sites de mesure et polluants suivis

2.1.1. A l'intérieur du parc

A l'intérieur du parc, le site de mesures principal a été installé au niveau -2, comme l'année précédente, afin d'éviter l'influence directe de la ventilation naturelle par les entrées et sorties des véhicules au niveau d'accès (niveau -1). Sur ce site, les **oxydes d'azote (NO et NO₂)** ont été mesurés à l'aide d'un analyseur automatique, fournissant des données quart-horaires.

En effet, le monoxyde d'azote a été retenu par l'ANSES dans son rapport de 2007 comme polluant « traceur » pour la gestion des parcs, les valeurs de gestion proposées dans ce rapport sont des moyennes sur 30 minutes. Rappelons qu'à l'heure actuelle, le système de ventilation est asservi sur les concentrations de CO.

Le benzène a été mesuré par tube à diffusion passive.

Les niveaux -4 et -6 ainsi que le local d'exploitation ont été équipés de tubes à diffusion passive afin de mesurer le **benzène** et le **dioxyde d'azote**.

Ces deux polluants ont été identifiés par l'ANSES en 2007 comme les plus préoccupants dans l'environnement des parcs de stationnement couverts.

Compte tenu d'une métrologie plus complexe en œuvre pour les particules PM10 et d'une bonne corrélation mise en évidence dans l'étude détaillée en 2008, cette famille de polluants bien que préoccupante également n'a pas été mesurée dans cette étude.

2.1.2. A l'extérieur du parc

Le site de mesures principal a été installé au plus près de la grille d'extraction du parc, qui se situe sur la place de la République. Le **monoxyde d'azote (NO)**, le **dioxyde d'azote (NO₂)**, le **monoxyde de carbone (CO)** et les **poussières de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (PM10)** ont été mesurés par des analyseurs automatiques fournissant des données de concentration quart-horaires sur ce site. Compte tenu de l'impossibilité technique d'installer le site en proximité immédiate de la grille, un analyseur de NOx supplémentaire a été installé dans la remorque laboratoire avec une ligne de prélèvement jusqu'à l'intérieur de la grille (cf. Figure 1).



FIGURE 1 REMORQUE LABORATOIRE A L'EXTERIEUR DU PARC – PLACE REPUBLIQUE SUD

Le NO₂, les NO_x et le benzène⁶ ont été mesurés par tubes à diffusion passive sur 10 sites répartis dans le quartier (cf. Figure 2).

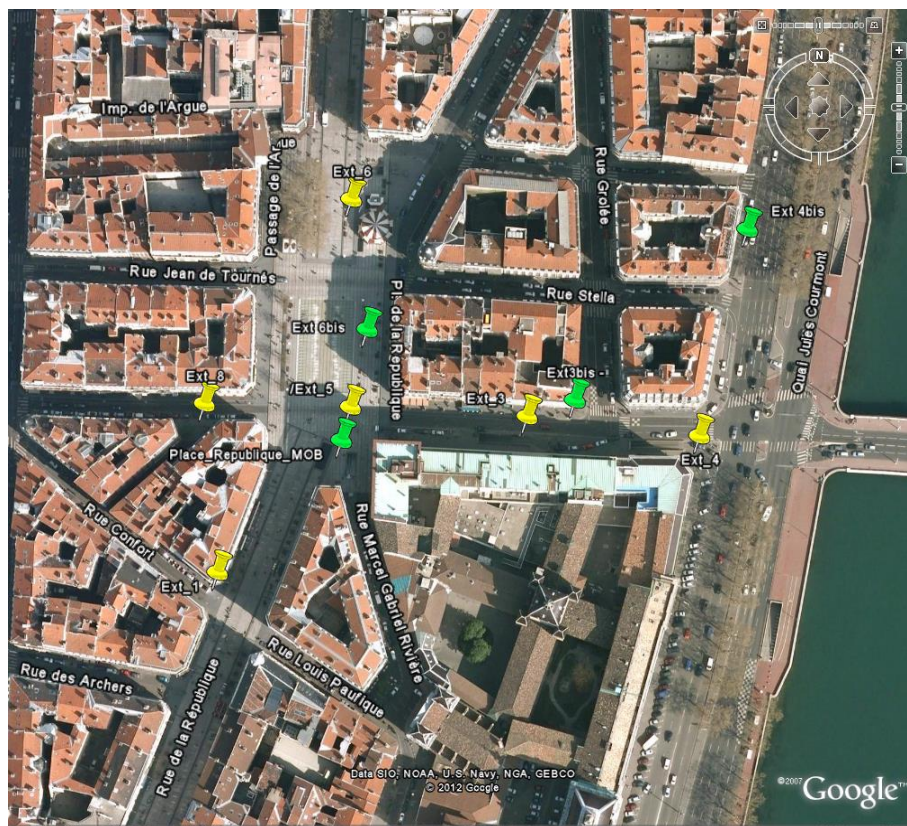


FIGURE 2 IMPLANTATION DES SITES DE MESURE DANS LE QUARTIER DU PARC REPUBLIQUE

2.2. Périodes de mesure

En air intérieur, il n'existe pas de recommandations spécifiques concernant l'échantillonnage temporel. Les études précédentes ayant montré d'une part des variations importantes entre les saisons et d'autre part des variations d'une semaine à l'autre en fonction de facteurs comme la fréquentation, les mesures à l'intérieur du parc ont été réalisées dans le parc pendant deux périodes longues de 8 semaines chacune en saison hivernale et estivale.

Calendrier des mesures :

Campagne Eté: du 15 mai au 10 juillet 2012
Campagne Hiver : du 8 janvier au 5 mars 2013

A l'extérieur, les mesures étaient prévues sur une durée de 2 semaines par saison.

⁶ Le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont également analysables simultanément sur le même tube à diffusion passive.

2.3. Les scénarios de ventilation

Les scénarios de ventilation ont été définis en collaboration avec Lyon Parc Auto en fonction du retour d'expérience de l'étude réalisée en 2011. Deux scénarios ont été ensuite mises en œuvre par les agents d'exploitation du parc en complément du scénario de référence.

Le Tableau 1 reprend la description de ces scénarios.

Scénario	Description
SCENARIO DE REFERENCE	C'est le fonctionnement classique du parc. Pilotage automatique de la ventilation par mesure du CO sur chaque niveau – Déclenchement 20 ppm – Arrêt 15 ppm. Couplé avec un système de ventilation minimale : Si la ventilation n'a pas démarré depuis 200 minutes (niveau -1), mise en route pour 10 minutes de la ventilation à <u>petite vitesse</u>
SCENARIO 2	Fonctionnement en continu de la ventilation sur des durées définies en fonction de l'usage du parc (voir détails en annexe 1)
SCENARIO 3	Asservissement de la ventilation sur les mesures de NO réalisées au niveau -2 à l'aide d'un automate relié à la GTC du parc Si la concentration de NO est supérieure à $800 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur $\frac{1}{4}$ heure, déclenchement de la ventilation petite vitesse sur tous les niveaux de circulation Quand la concentration de NO repasse en dessous de $600 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur $\frac{1}{4}$ h, arrêt de la ventilation. Le seuil de $800 \mu\text{g.m}^{-3}$ est la plus haute des 3 valeurs de gestion proposées par l'ANSES (cf. annexe 3).

TABLEAU 1 DESCRIPTION DES SCENARIOS DE VENTILATION

Chaque scénario a été répété 2 fois par saison pendant une semaine, par la suite ils sont référencés a et b.

3. Impact des scénarios de ventilation sur les niveaux de pollution à l'intérieur du parc

3.1. Bilan de fonctionnement

Un seul problème technique a été recensé lors des périodes de mesures sur l'analyseur de NOx installé au niveau -2 la semaine du 26 juin au 3 juillet 2012, le scénario prévu cette semaine là a donc été décalé à la semaine suivante : du 3 au 10 juillet 2012 (Scénario 3b Été).

L'analyseur d'ozone ayant enregistré uniquement des concentrations nulles pendant la période estivale, traduisant les réactions chimiques avec le NO notamment, il n'a pas été remis en fonctionnement durant la période hivernale. En effet, les niveaux de polluants importants dans le parc par rapport à l'environnement dans lequel les appareils de mesure sont placés habituellement (station fixe de qualité de l'air) entraînant des encrassements du matériel, il n'a pas été jugé utile de le remettre en place pendant l'hiver.

Pendant les périodes de mesure, quelques évènements sont venus troubler la bonne réalisation des scénarios :

- Durant le scénario 3b Été, sans explication, l'automate de déclenchement de la ventilation n'a pas « vu » le dépassement de $800 \mu\text{g.m}^{-3}$ de NO, la ventilation n'a donc pas été mise en route.
- La ventilation a été mise en service en grande vitesse pendant 1/2 journée au niveau -2 pendant le scénario REFa et au -6 pendant le scénario 2a de la période Été
- Le déclenchement manuel de la ventilation par l'agent d'exploitation n'a pas été respecté strictement lors du scénario 2a de la période hivernale.

Ces éléments sont à prendre en compte dans l'interprétation des résultats.

3.2. Contexte des mesures

Au delà du scénario retenu pour la ventilation, d'autres éléments peuvent avoir une influence sur les concentrations de polluants observées dans le parc.

Les figures suivantes présentent les températures intérieures et extérieures lors des différentes périodes de mesure ainsi que le nombre de passages moyen par jour.

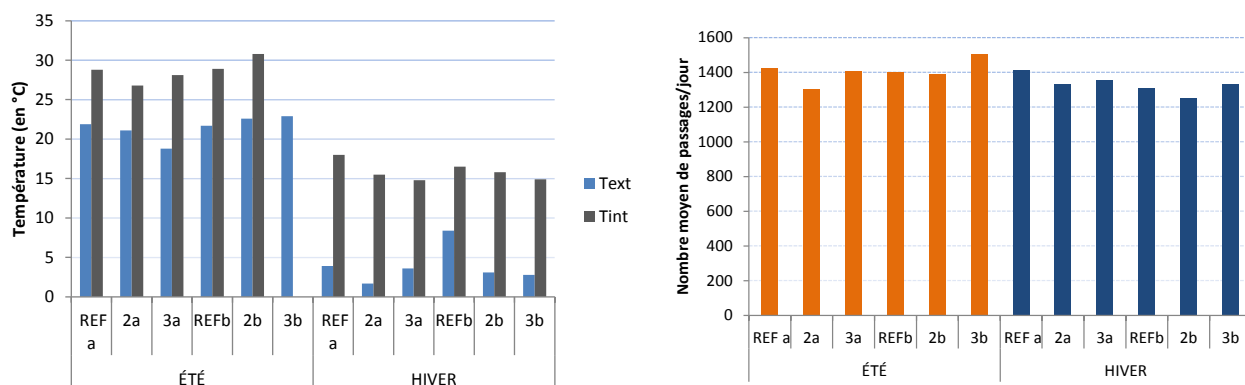


FIGURE 3 TEMPÉRATURES INTERIEURES ET EXTERIEURES (A GAUCHE) ET NOMBRE MOYEN DE PASSAGES PAR JOUR (A DROITE) A CHAQUE CAMPAGNE

De manière générale, le nombre de passages est assez stable. Le scénario 3b de la période estivale présente le plus grand nombre de passages, il correspond au début de la période des soldes d'été. Rappelons que le parc étudié se situe sous la rue de la République (rue très commerciale du centre de Lyon).

Lors de la période estivale, les températures ont eu tendance à augmenter au fil des semaines.

3.3. Enseignements sur les niveaux de circulation

3.3.1. Quels indicateurs ?

Afin de comparer les scénarios entre eux et de pouvoir calculer des gains, plusieurs indicateurs ont été retenus sur la base de valeurs recommandées par l'ANSES, d'autres indicateurs complémentaires permettent de faire également des distinctions entre scénarios.

Les indicateurs en lien avec des valeurs recommandées :

- Les **concentrations moyennes de NO₂ et de benzène**, en rapport avec l'exposition chronique des travailleurs.
- Le **pourcentage de temps où la concentration de NO est supérieure à 600 µg.m⁻³ et 800 µg.m⁻³**, ces valeurs étant proposées par l'ANSES comme valeurs de gestion. La valeur de 400 µg.m⁻³ n'a pas été retenue car ne permettant pas vraiment de faire des distinctions entre les scénarios,
- Le **pourcentage de temps où la concentration de NO₂ est supérieure à 200 µg.m⁻³ et 400 µg.m⁻³**. La valeur de 200 µg.m⁻³ sur 1h étant retenue comme valeur seuil pour l'exposition aiguë, la valeur de 400 µg.m⁻³ sur 1h est retenue comme seuil d'alerte dans le dispositif préfectoral⁷ de Rhône-Alpes.

Les indicateurs complémentaires :

- La **concentration moyenne de NO**,
- Le **pourcentage de temps où la concentration de NO est supérieure à 1000 µg.m⁻³ et 1500 µg.m⁻³**,
- Le **pourcentage de temps où la concentration de NO₂ est supérieure à 250 µg.m⁻³ et 300 µg.m⁻³**.

En complément des niveaux de pollution, les temps de ventilation seront comparés ainsi que le nombre de démarrages des ventilateurs.

Lyon Parc Auto devait également mettre en œuvre un suivi des consommations énergétiques réelles des différents scénarios, notamment pour répondre à la question de l'impact des démarrages répétés dans le scénario 3. Malheureusement, ce suivi n'a pu être réalisé.

3.3.2. Variations des indicateurs en appliquant le même scénario

Afin de mieux interpréter les gains d'un scénario à l'autre, un premier travail a consisté à analyser les résultats obtenus en appliquant le même scénario lors de deux semaines différentes.

⁷ Arrêté interpréfectoral 2011-004 du 5 janvier 2011 relatif à la procédure d'information et d'alerte de la population en cas de pointe de pollution en région Rhône-Alpes

Evolutions des concentrations selon les scénarios

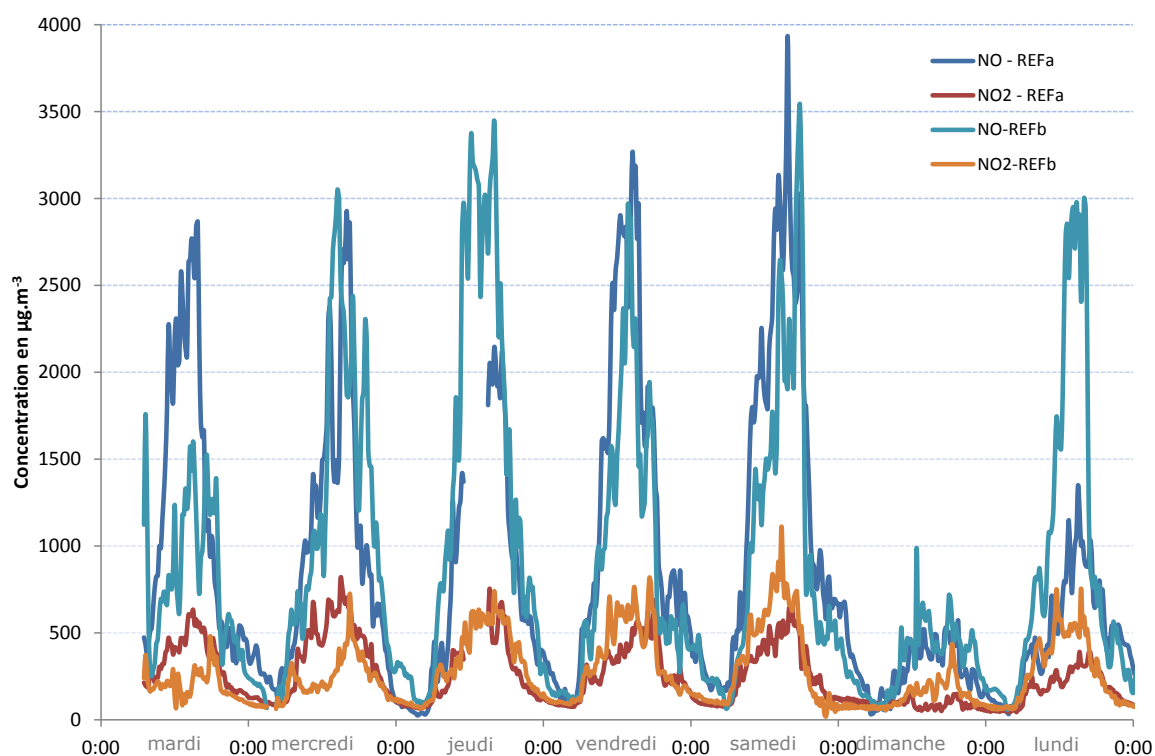


FIGURE 4 EVOLUTION DU NO ET DU NO₂ LORS DE L'APPLICATION DU SCENARIO DE REFERENCE EN ETE

La répétition du scénario de référence montre un comportement relativement régulier en lien avec les habitudes de fréquentation du parc. Comme vu dans les autres études, les concentrations augmentent au fil de la journée en lien avec l'accumulation progressive des polluants. Bien que le nombre de passages de véhicules soit généralement plus important les samedis, l'écart sur les concentrations maximales enregistrées reste limité en raison de la mise en route de la ventilation ces jours-là.

On peut observer par ailleurs que, pendant la période estivale (Cf. Figure 4), les concentrations de NO et de NO₂ ne varient pas forcément de manière identique en lien avec les réactions chimiques dans le parc. En hiver, NO et NO₂ sont mieux corrélés, comme cela avait déjà été identifié dans les études précédentes.

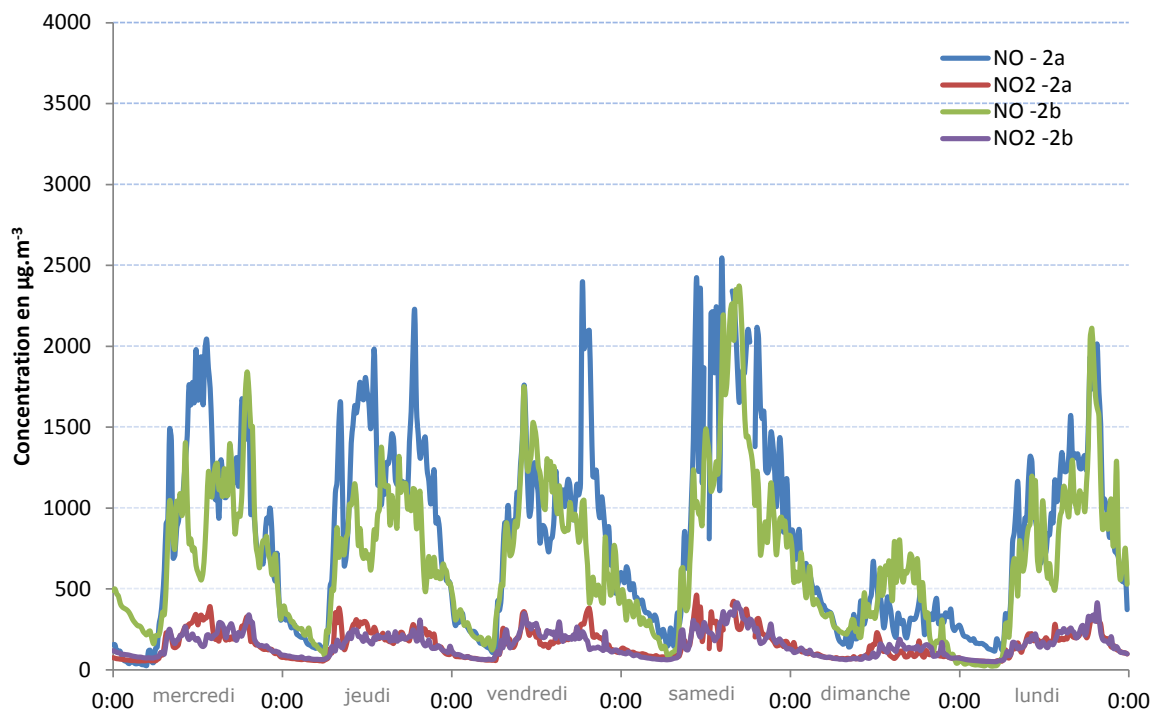


FIGURE 5 EVOLUTION DU NO ET DU NO₂ LORS DE L'APPLICATION DU SCENARIO 2 EN HIVER

Lors de l'application du scénario 2 en hiver, les évolutions des concentrations sont proches. La mise en route en continu de la ventilation à partir de 11h fait généralement apparaître une baisse sensible des concentrations en fin de matinée avec un minimum aux environs de 13h. En été, l'application de ce scénario maintient les concentrations de NO à des concentrations inférieures à 1000 $\mu\text{g.m}^{-3}$.

Bien que le nombre de passages par jour soit légèrement plus élevé en été, les émissions de NO dans le parc sont probablement moindres en raison des écarts de température. En effet, pour un véhicule Diesel de type Euro 4 roulant à 30 km/h, la surémission à froid est de 1,4% à 20° C alors qu'elle est de 15% à 0°C (Source : Air Rhône-Alpes - Cadastre 2010 Version 2012-2). Par ailleurs, en été les apports d'ozone extérieurs sont supérieurs.

La Figure 6 présente les évolutions de NO et NO₂ lors de l'application du scénario 3 en hiver.

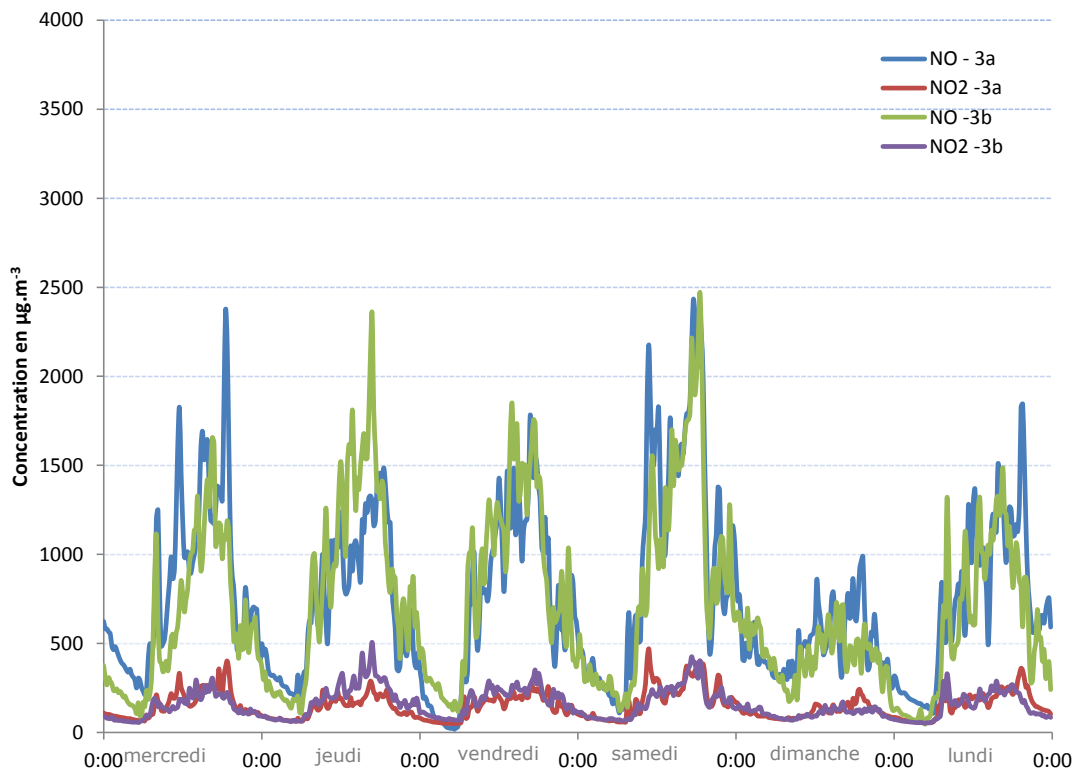


FIGURE 6 EVOLUTION DU NO ET DU NO₂ LORS DE L'APPLICATION DU SCENARIO 3 EN HIVER

Avec ce scénario, asservi sur les concentrations de NO du niveau -2, on peut constater :

- d'une part, de nombreuses oscillations des concentrations de NO, lié à l'arrêt à 600 µg.m⁻³. Dès que les ventilations s'arrêtent, les concentrations remontent immédiatement très rapidement.
- d'autre part, sur certaines périodes, comme le samedi par exemple, le fonctionnement de toutes les ventilations en petite vitesse n'est pas suffisant pour descendre en dessous de 800 µg.m⁻³ de NO.

Le calcul de l'ensemble des indicateurs montre une bonne répétabilité des scénarios avec des écarts généralement inférieurs à 20% sur les indicateurs.

Les écarts plus importants sont dus à l'oubli du déclenchement manuel pour le scénario 2a en hiver ainsi qu'aux « bugs » de déclenchement en été sur le scénario 3b. En fonctionnement classique, le scénario Référence a en hiver a entraîné des concentrations plus faibles que le scénario b sans réelle explication.

L'ensemble des résultats est présenté en annexe 1.

>> Par la suite, les indicateurs utilisés pour la comparaison des scénarios entre eux seront calculés à partir de la moyenne des indicateurs des deux scénarios a et b.

3.3.3. Efficacité des scénarios

La Figure 7 et le Tableau 2 représentent les gains obtenus sur les indicateurs moyens avec l'application des scénarios de ventilation 2 et 3.

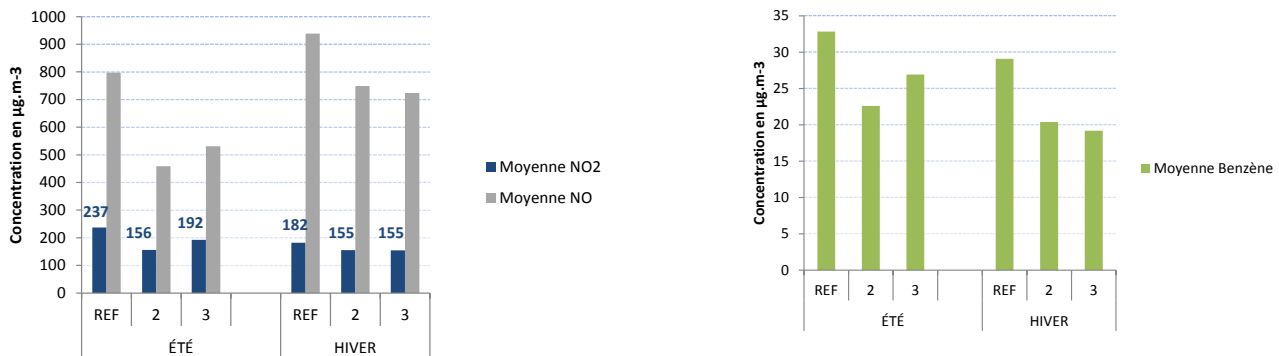


FIGURE 7 MOYENNES DE NO, NO₂ (A GAUCHE) ET BENZENE (A DROITE) EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES

Gain en % sur la	Eté		Hiver	
	2 par rapport à REF	3 par rapport à REF	2 par rapport à REF	3 par rapport à REF
Moyenne NO ₂	- 34	-19*	-15	-15
Moyenne NO	- 42	-33*	-20	-23
Moyenne Benzène	- 31	-18*	-30	-34

* Rappel : quelques bugs de déclenchement ont eu lieu en semaine b pénalisent le scénario 3.

TABLEAU 2 GAINS MOYENS SUR LE NO, NO₂ ET BENZENE EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES ET DE LA PERIODE

La Figure 7 rappelle avant toute chose que l'environnement du parc est complexe et que selon la saison et le polluant, les variations sont différentes. Ainsi, les concentrations de NO sont plus importantes en hiver alors que les concentrations de benzène sont plus fortes en été en lien avec les différences de températures qui font intervenir des phénomènes distincts (évaporation vs surémissions à froid).

Les gains obtenus sur les indicateurs moyens se situent entre 15 et 42 %.

L'impact des scénarios 2 et 3 est globalement le même sur les concentrations moyennes. Malgré le gain obtenu par l'application des scénarios de ventilation 2 et 3, les niveaux moyens restent supérieurs aux valeurs recommandées par l'ANSES sur le long terme :

- 11 µg.m⁻³ pour le benzène (effet sans seuil)
- 108 µg.m⁻³ pour le dioxyde d'azote (représentant un excès d'exposition chronique de 100% pour le travailleur)

La Figure 8 présente les gains obtenus sur les indicateurs de dépassement avec l'application des scénarios de ventilation 2 et 3.

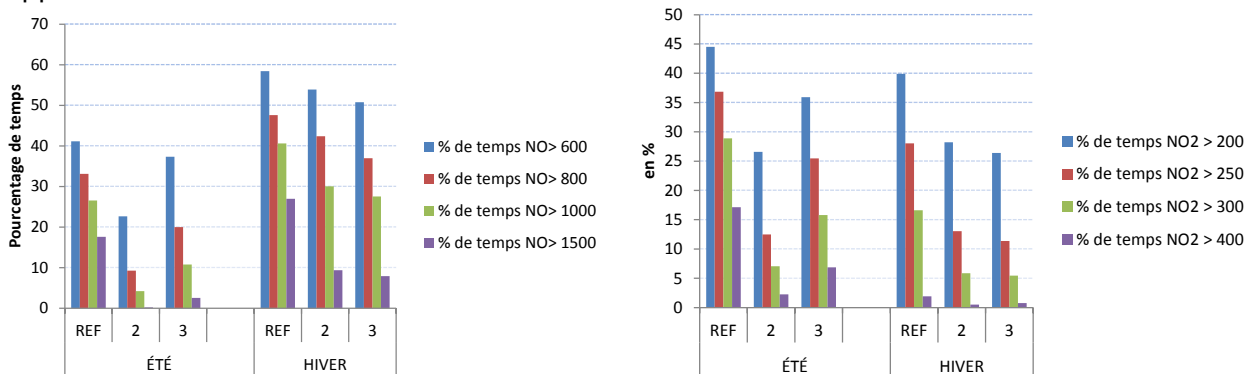


FIGURE 8 INDICATEURS SUR LES DEPASSEMENTS DE CERTAINS SEUILS DE NO (A GAUCHE) ET DE NO₂ (A DROITE) EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES

Gains en % sur le	Eté		Hiver	
	2 par rapport à REF	3 par rapport à REF	2 par rapport à REF	3 par rapport à REF
% de temps NO > 600	-45	-9*	-8	-13
% de temps NO > 800	-72	-40*	-11	-22
% de temps NO > 1000	-84	-59*	-26	-32
% de temps NO > 1500	-99	-86*	-65	-71

TABLEAU 3 GAINS SUR LES DEPASSEMENTS DE VALEURS DE NO EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES ET DE LA PERIODE

Gains en % sur le	Eté		Hiver	
	2 par rapport à REF	3 par rapport à REF	2 par rapport à REF	3 par rapport à REF
% de temps NO ₂ > 200	-40	-19*	-29	-34
% de temps NO ₂ > 250	-66	-31*	-54	-59
% de temps NO ₂ > 300	-76	-45*	-65	-67
% de temps NO ₂ > 400	-87	-60*	-73	-59

* Rappel : quelques bugs de déclenchement ont eu lieu en semaine b pénalisent le scénario 3.

TABLEAU 4 GAINS SUR LES DEPASSEMENTS DE VALEURS DE NO₂ EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES ET DE LA PERIODE

L'application des scénarios 2 et 3 entraîne une diminution importante des niveaux maximums enregistrés. On peut noter que la réduction des valeurs de NO est plus importante en été, ce phénomène est très probablement en lien avec des émissions de NO plus importantes en hiver. Ainsi, malgré la ventilation, les concentrations s'élèvent.

Le pourcentage de temps où la concentration de NO₂ est supérieure à 400 µg.m⁻³ (qui correspond au seuil d'alerte du dispositif préfectoral en air ambiant) est diminué de 60 à près de 90% selon le scénario et la période.

Les gains par rapport au seuil de 200 µg.m⁻³ sont moindres, de 30 à 40% environ.

Le scénario 2 montre que, même avec une ventilation en continu, sur les périodes les plus circulées le pourcentage de temps où la concentration de NO est inférieure à 600 µg.m⁻³ diminue peu. Dans ce parc, le débit de ventilation en petite vitesse n'est pas suffisant pour atteindre des niveaux aussi bas.

Le paragraphe précédent a permis d'évaluer les gains sur la base d'indicateurs, la Figure 9 et la Figure 10 permettent de visualiser l'évolution du NO lors d'une semaine en période estivale et d'une semaine en période hivernale lors de l'application des 3 scénarios différents.

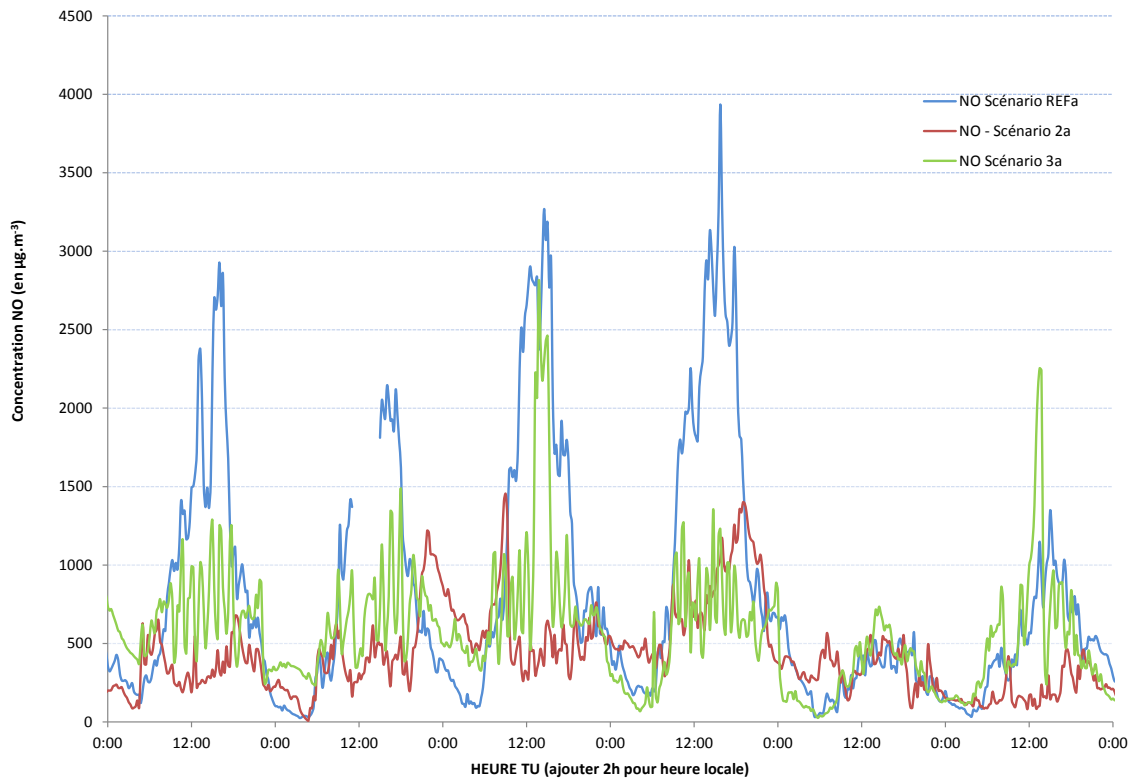


FIGURE 9 COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION DU NO EN PERIODE ESTIVALE SELON LES SCENARIOS

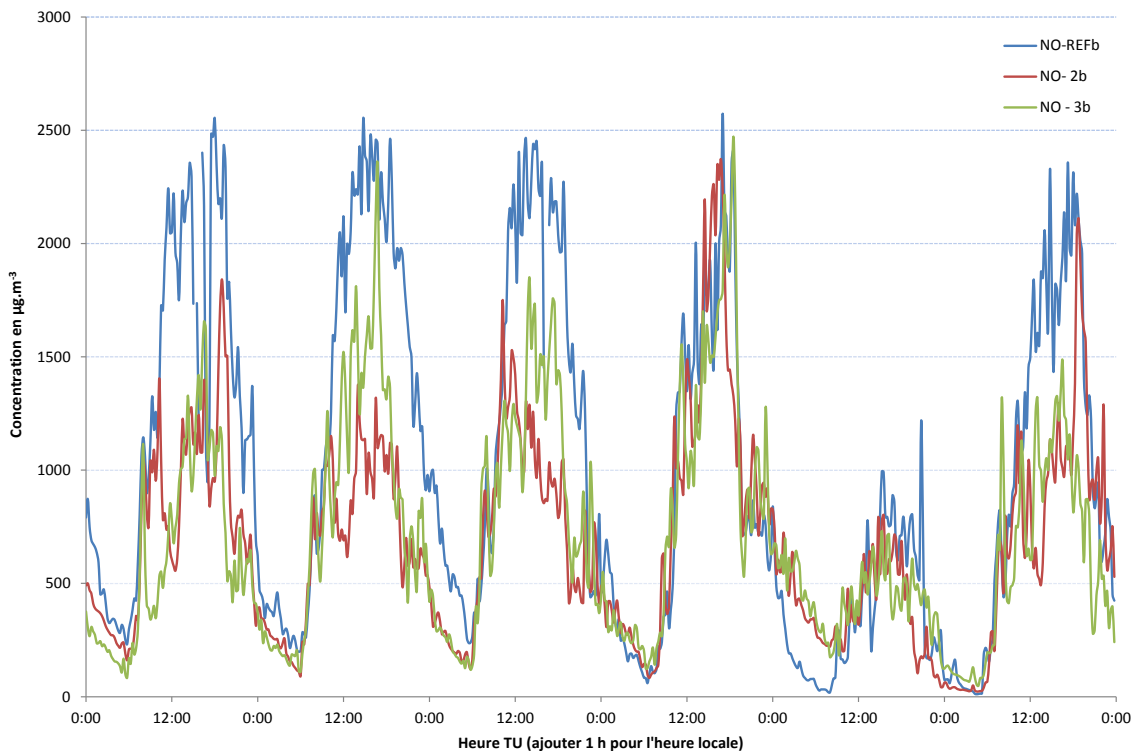


FIGURE 10 COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION DU NO EN PERIODE HIVERNALE SELON LES SCENARIOS

Afin de compléter les scénarios testés, une semaine complémentaire a été réalisée en baissant le seuil d'arrêt pour l'asservissement du NO à $400 \mu\text{g.m}^{-3}$. Les résultats montrent un gain sur l'ensemble des indicateurs calculés par rapport au scénario 3.

Toutefois, ce test a été réalisé pendant les vacances scolaires d'hiver, le nombre de passage de véhicules était plus faible.

Dans le cas d'un asservissement sur les concentrations de NO, il semble intéressant toutefois de retenir un seuil d'arrêt suffisamment bas pour éviter la répétition des cycles de démarrage/arrêt des ventilateurs.

3.3.4. Impact sur le temps de ventilation

Le paragraphe précédent a présenté les gains obtenus avec l'application de scénarios de ventilation différents du fonctionnement classique.

Toutefois, il convient de mettre ces gains en regard des temps de ventilation.

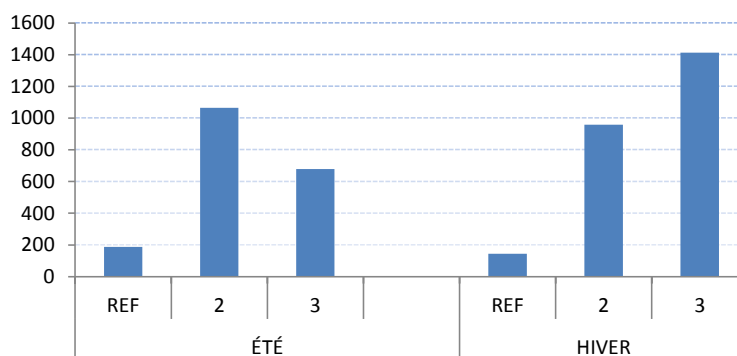


FIGURE 11 MOYENNE DU TEMPS DE VENTILATION EN HEURES CUMULE SUR L'ENSEMBLE DES VENTILATEURS

Le temps de ventilation est multiplié en été par 3,6 à 5,7 et en hiver par 6,7 à 9,9. Ce chiffre est en partie dû au fait que dans les scénarios appliqués, en l'absence d'informations sur les concentrations dans les différents niveaux de circulation, la ventilation était mise en route sur l'ensemble du parc. On peut imaginer que l'asservissement de la ventilation par niveau de circulation permettrait de faire diminuer ces temps sans pouvoir quantifier dans quelle mesure.

Il faut noter par ailleurs qu'une bonne partie du temps de ventilation du fonctionnement classique est en fait lié à la mise en marche séquentielle⁸.

En asservissant la ventilation sur les concentrations de NO, le temps de marche des ventilateurs est supérieur en hiver.

En théorie, le nombre d'heures cumulées pour le scénario 2 en hiver et en été devrait être identique, le temps plus faible en hiver est dû à l'oubli du déclenchement manuel par l'agent d'exploitation.

Les consommations d'énergie n'ont pas pu être enregistrées par Lyon Parc Auto. Cet enregistrement aurait pu donner des informations sur l'impact sur la consommation de démarrages successifs par rapport à un fonctionnement en continu. En l'absence de cette information, le nombre de démarrages a toutefois été recensé.

Pour 6 jours, le scénario 2 entraîne 6 démarrages par ventilateur alors que le scénario 3 implique de 30 (hiver) à 40 (été) démarrages par ventilateur.

En fonctionnement classique, le nombre de démarrages des ventilateurs est également supérieur à 30, ce nombre est lié en très grande partie au fonctionnement séquentiel mis en place depuis quelques mois.

⁸ Rappel : la ventilation se met en route toutes les 200 minutes si elle n'a pas été déclenchée à cause d'un dépassement de seuil de CO

3.4. Enseignements sur le local d'exploitation

Dans le chapitre 3.3, l'étude des gains associés aux différents scénarios de ventilation a porté sur des indicateurs calculés au niveau -2 du parc République.

Ce chapitre s'intéresse au local d'exploitation. Ce local constitue l'environnement où les professionnels du parc passent le plus de temps. Dans ce local, seuls des tubes à diffusion passive ont été installés, **les indicateurs disponibles sont donc les moyennes hebdomadaires de dioxyde d'azote et de benzène.**

3.4.1. Efficacité des scénarios sur le local d'exploitation

Compte tenu des problèmes intervenus lors de la semaine prévue pour le scénario 3b de l'été, les résultats des tubes ne sont pas retenus pour la comparaison des scénarios

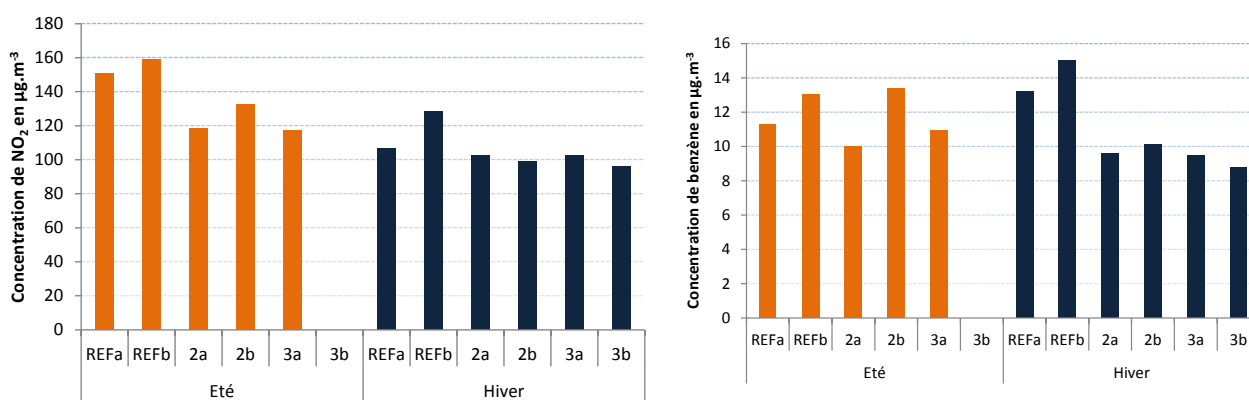


FIGURE 12 CONCENTRATION MOYENNE DE NO₂ (A GAUCHE) ET DE BENZENE (A DROITE) DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION EN FONCTION DU SCENARIO APPLIQUE ET DE LA PERIODE

Gains en % sur la moyenne de	Été					Hiver			
	2a par rapport à REFa	3a par rapport à REFa	2b par rapport à REFb	3b par rapport à REFb		2a par rapport à REFa	3a par rapport à REFa	2b par rapport à REFb	3b par rapport à REFb
NO ₂	-21,3	-22,0	-16,5			-3,7	-3,7	-23,0	-25,3
Benzène	-11,6	-3,0	3,0			-27,2	-28,0	-32,7	-41,5

TABEAU 5 GAINS SUR LES MOYENNES DE NO₂ ET DE BENZENE EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES ET DE LA PERIODE

Les mesures dans le local d'exploitation ne montrent pas de tendance unique en fonction des scénarios de ventilation :

- De manière générale, les concentrations moyennes de NO₂ sont inférieures d'environ 20% lors de l'application des scénarios 2 et 3. En hiver, le scénario de référence ayant enregistré des concentrations peu élevées, le gain sur la moyenne est à peine visible.
- En fonctionnement normal, les concentrations moyennes de NO₂ sont plus élevées en été alors que celles de benzène sont plus élevées en hiver.
- L'application des scénarios 2 et 3 est efficace sur la moyenne de benzène en hiver avec une baisse de 30 à 40%. En été, alors que les gains dans les niveaux de circulation sont de 30%, le gain dans le local est minime.

Ces résultats sont difficiles à interpréter. Il faut noter toutefois que les concentrations moyennes dans le local sont bien inférieures à celles enregistrées dans le niveau -2.

En effet, l'abattement entre les concentrations du niveau -2 et celles du local est respectivement de 30% pour le NO₂ et environ 50% pour le benzène en hiver, et de 50% pour le NO₂ en été et de 60% pour le benzène (sauf pour le 2b).

Suite aux différentes études menées en collaboration avec Lyon Parc Auto, des mesures ont été prises afin d'améliorer la qualité de l'air dans le local d'exploitation. Les concentrations observées sont moins impactées directement par les concentrations dans les niveaux de circulation.

Les résultats obtenus peuvent être comparés aux valeurs recommandées par l'ANSES en 2007.

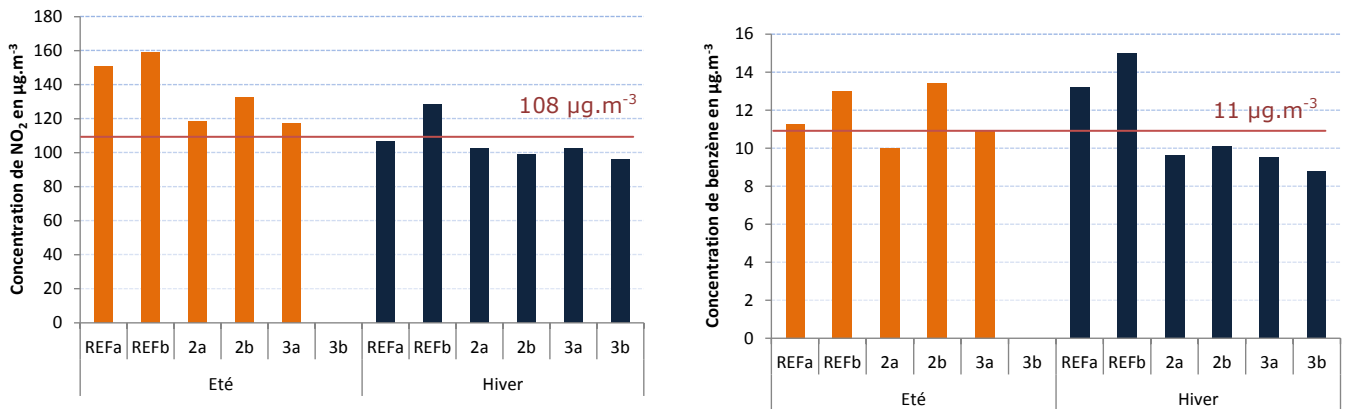


FIGURE 13 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MOYENNES DE NO₂ (A GAUCHE) ET DE BENZENE (A DROITE) DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION A DES VALEURS SANITAIRES

Dans le local, quel que soit le scénario, la valeur de 41 µg.m⁻³ relative aux effets à seuil du benzène n'est jamais atteinte. Les concentrations moyennes sont proches de la valeur de 11 µg.m⁻³ pour les effets sans seuil.

Pour le dioxyde d'azote, plusieurs valeurs cibles ont été proposées pour l'exposition chronique (cf. annexe) correspondant à différentes tolérances sur l'excès d'exposition quotidien :

NO ₂ sur 8 heures	Travailleur	35 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 10%
NO ₂ sur 8 heures	Travailleur	68 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 50%
NO ₂ sur 8 heures	Travailleur	108 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 100%

Quel que soit le scénario, les concentrations sont nettement supérieures aux deux premières valeurs cibles. En revanche, l'application des scénarios 2 et 3 permet d'être proche de cette valeur. S'agissant de valeurs proposées pour des effets sans seuil, il importe de rappeler que toute baisse des niveaux d'exposition est bénéfique.

Il n'est pas possible avec la concentration moyenne de statuer vis-à-vis des expositions aiguës (Moyenne de NO₂ sur 1 heure = 200 µg.m⁻³).

3.4.2. Evolution des concentrations dans le local depuis 2008

La Figure 14 et la Figure 15 présentent les concentrations de dioxyde d'azote et de benzène mesurées dans le local d'exploitation depuis 2008.

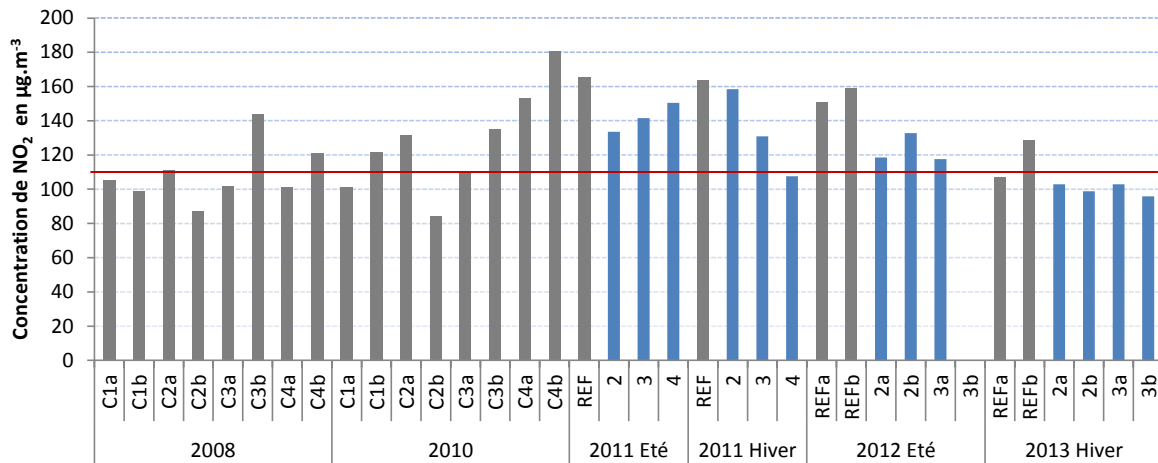


FIGURE 14 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE NO₂ DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION DEPUIS 2008

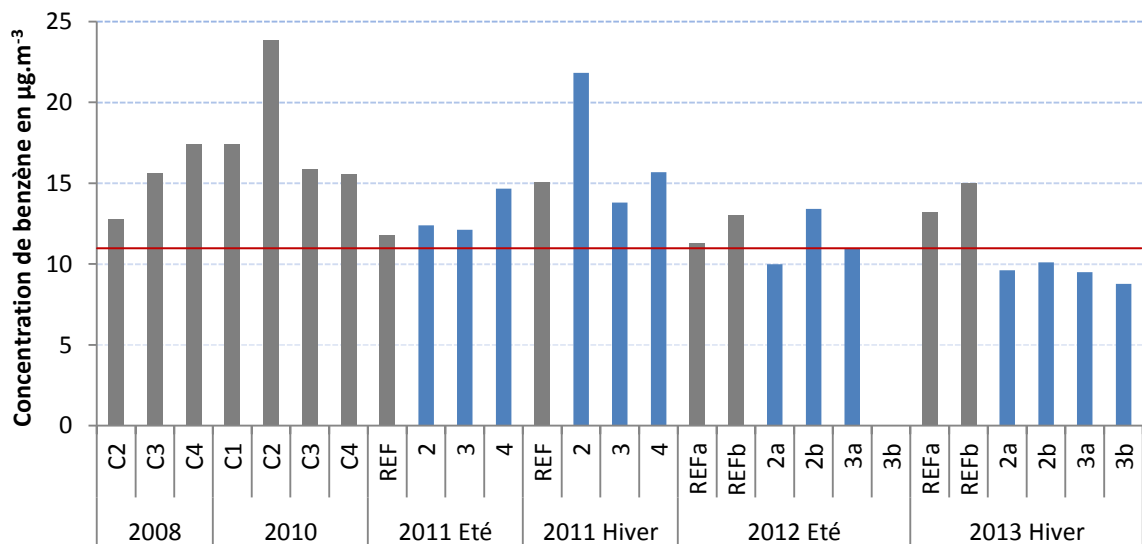


FIGURE 15 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE BENZENE DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION DEPUIS 2008

Les concentrations de benzène enregistrées lors des scénarios de référence semblent tendre légèrement à la baisse. Cette baisse pourrait être en lien avec la mise en route séquentielle de la ventilation programmée par Lyon Parc Auto afin d'éviter l'accumulation de ce polluant.

Concernant les concentrations de NO₂, il semblerait que les concentrations avant les travaux de rénovation du local intervenus fin 2010 étaient inférieures.

4. Impact du parc sur l'environnement extérieur

4.1. Bilan de fonctionnement

La mise en place de la remorque était prévue pendant 2 semaines en été (scénarios REFb et 3a). Suite à un problème technique, les données des analyseurs NO_x et O₃ ont dû être invalidées lors de la première semaine (REFb). La campagne de mesures n'a pas pu être prolongée sur la saison estivale en raison de la nécessité de libérer l'emplacement pour la fête de la musique.

En hiver, 3 semaines de mesures ont donc été réalisées au lieu des 2 prévues.

En hiver, le passage de câble reliant la remorque laboratoire à la grille d'extraction et permettant la mesure directement au niveau de la grille a été déplacé plusieurs fois engendrant quelques pertes de données.

4.2. Résultats au niveau de la bouche d'extraction

Les concentrations mesurées dans la grille d'extraction traduisent bien la mise en route des ventilateurs (cf. Figure 16). En hiver, elles sont nettement supérieures lors de la mise en œuvre du fonctionnement classique du parc que dans le scénario 2. Lors du fonctionnement classique, on peut observer des oscillations correspondant au fonctionnement séquentiel de la ventilation.

Les concentrations mesurées sur la place de la République au niveau de la remorque laboratoire sont nettement inférieures aux concentrations dans la grille (cf. Figure 16).

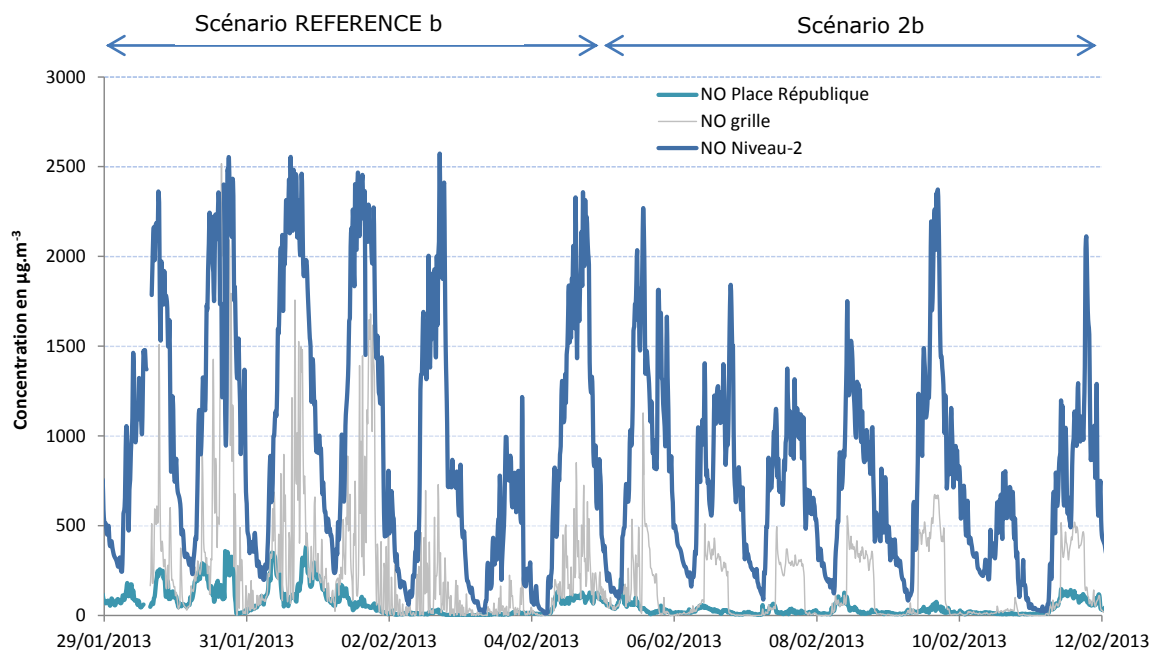


FIGURE 16 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE NO AU NIVEAU -2 DU PARC, DANS LA GRILLE ET SUR LA PLACE DE LA REPUBLIQUE (REMORQUE LABORATOIRE)

Afin d'évaluer l'impact du parc sur les concentrations Place de la République, les concentrations mesurées sur la remorque laboratoire sont dans un premier temps comparées aux concentrations enregistrées sur les stations fixes de la qualité de l'air de Lyon Centre (urbaine) et A7 Sud Lyonnais (proximité automobile).

La Figure 17 et la Figure 18 montrent que certains jours, notamment les après-midi, les concentrations de NO sur la place de la République semblent effectivement influencées par les rejets de la bouche d'extraction du parc. Les concentrations sont alors supérieures à celle de la station urbaine de Lyon centre. On peut observer ce phénomène par exemple le mercredi 13 juin (cf. Figure 17) ou le samedi 9 février (cf. Figure 18).

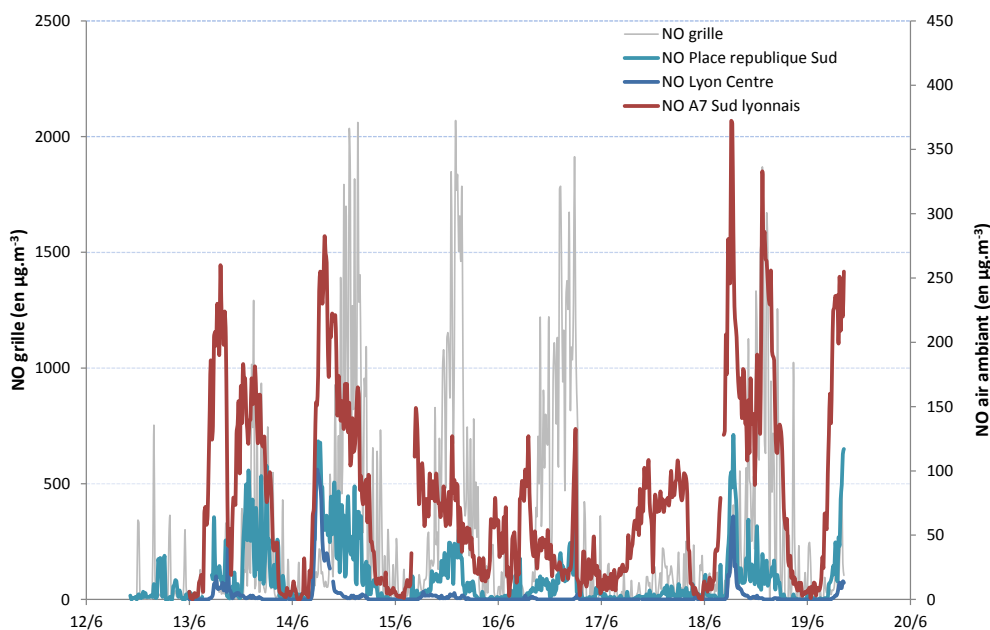


FIGURE 17 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DE NO SUR LA PLACE DE LA REPUBLIQUE AVEC LES STATIONS DE LYON CENTRE ET A7 SUD LYONNAIS DU MARDI 12 JUIN AU MARDI 19 JUIN 2012

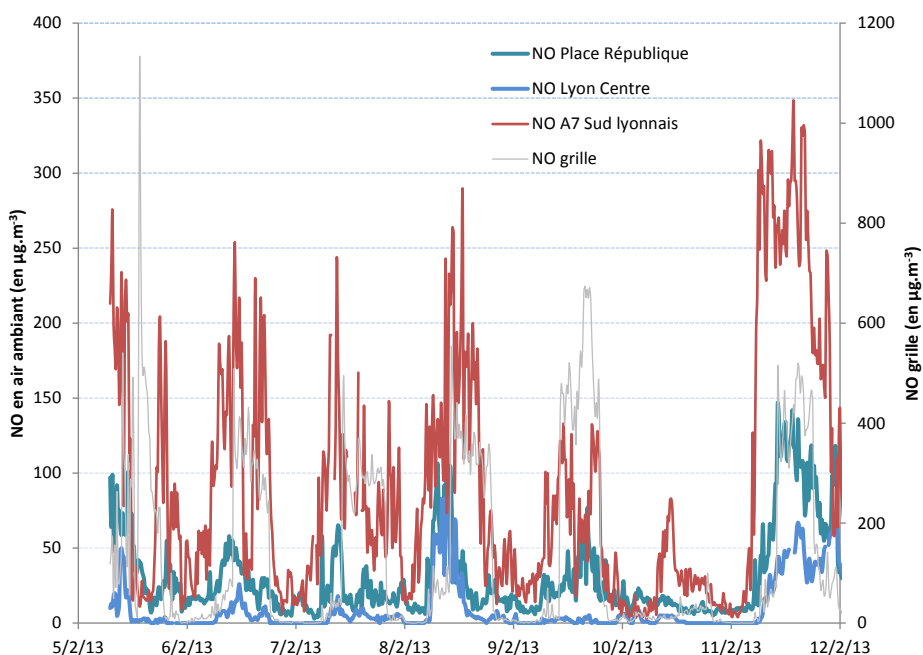


FIGURE 18 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DE NO SUR LA PLACE DE LA REPUBLIQUE AVEC LES STATIONS DE LYON CENTRE ET A7 SUD LYONNAIS DU MARDI 5 FEVRIER AU MARDI 12 FEVRIER 2013

Sur la remorque laboratoire, les poussières PM10 ont également été mesurées. L'ensemble des données est présenté en annexe 4.

La Figure 19 présente les concentrations relevées le mercredi 30 janvier 2013. Les poussières PM10 semblent bien corrélées avec les concentrations de NO dans la grille, traduisant le fonctionnement de la ventilation.

Ces corrélations ne sont pas observées tous les jours, en lien avec les conditions de dispersion au moment des rejets de polluants au niveau de la grille.

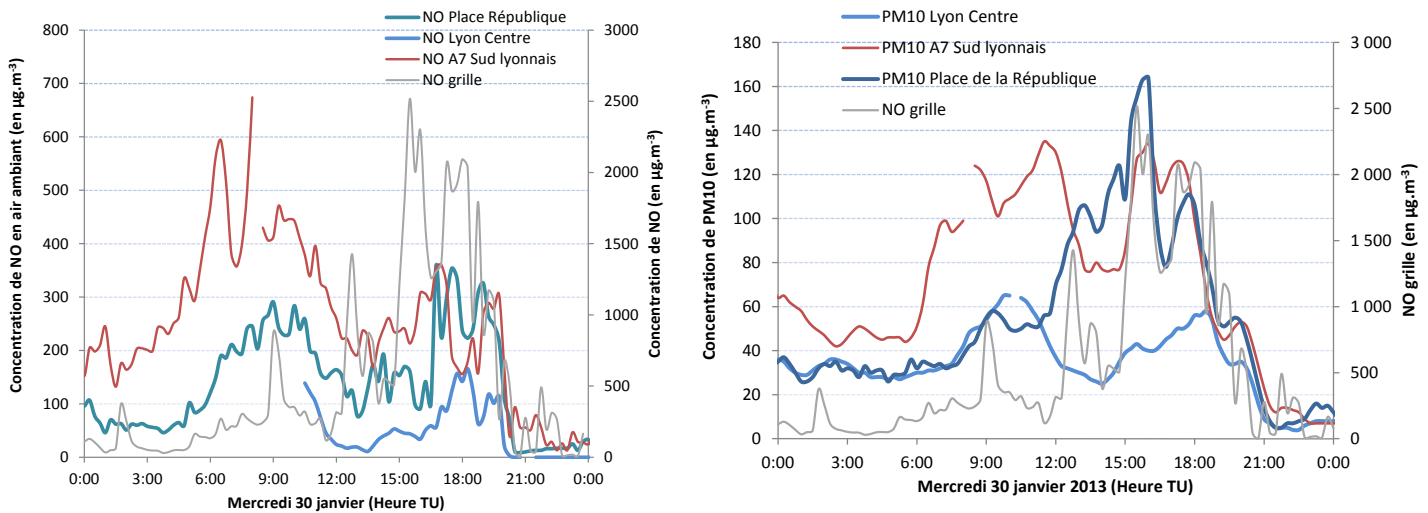


FIGURE 19 ZOOM SUR LA JOURNEE DU MERCREDI 30 JANVIER 2013

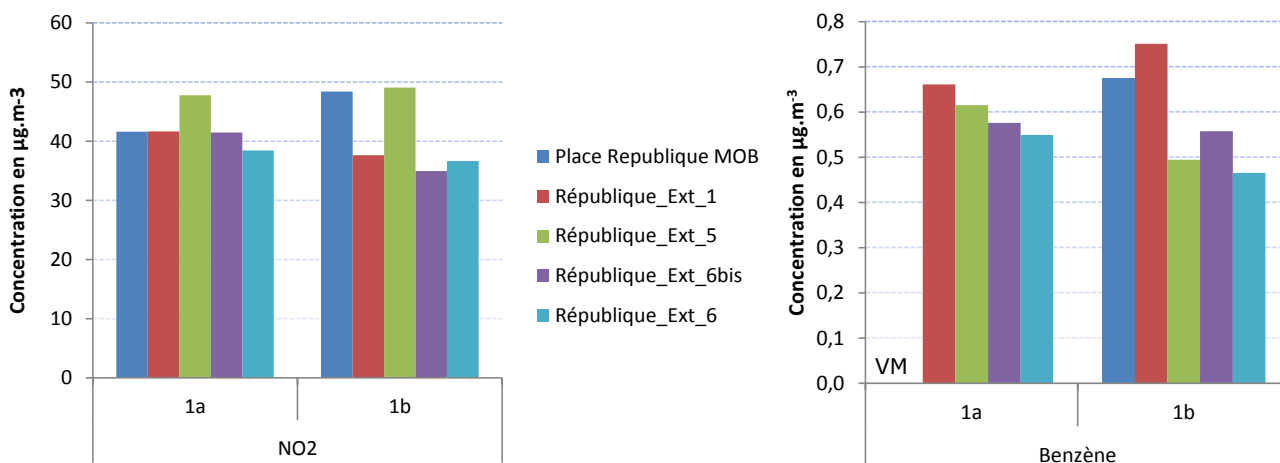
4.3. Impact sur le quartier

Des tubes à diffusion passive ont été disposés en différents endroits du quartier de la place République. Ces tubes fournissent des concentrations moyennes pendant la semaine de mesures.

En été, les concentrations moyennes de NO₂ mesurées sont assez homogènes sur les sites proches de la place de la République, l'impact sur la moyenne hebdomadaire est faible (cf. Figure 20).

En hiver, lors des campagnes 1b et 1c notamment, on peut relever que les concentrations de NO₂ et surtout de benzène sont supérieures sur l'emplacement de la remorque laboratoire (à côté de l'escalator) par rapport aux sites environnants, et notamment le site n°5 situé à quelques mètres seulement en proximité de la rue Childebert (cf. Figure 20). Ainsi, l'influence du parc semble diminuer rapidement en s'éloignant de la grille.

PERIODE ESTIVALE



PERIODE HIVERNALE

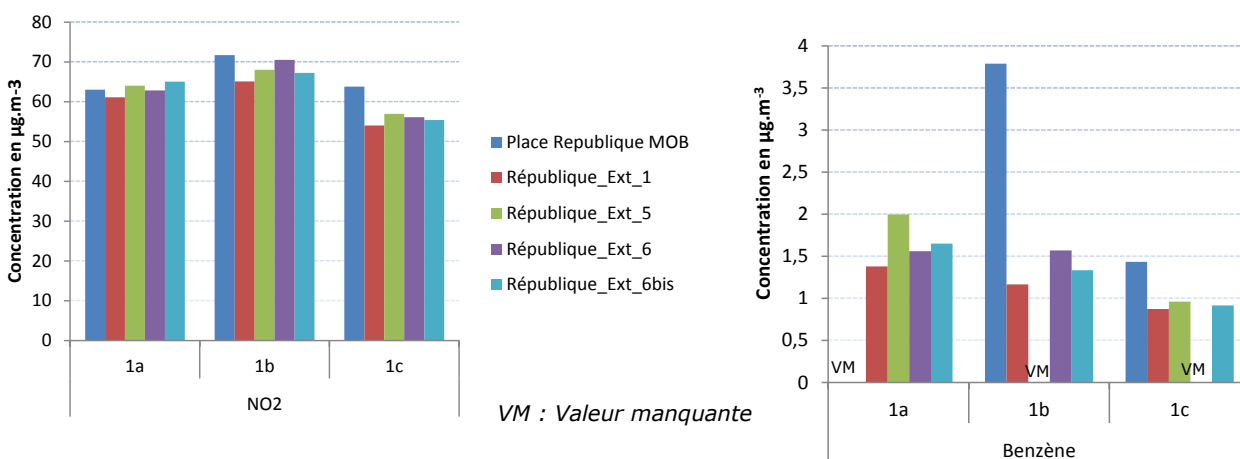


FIGURE 20 CONCENTRATIONS MOYENNES DE NO₂ (A GAUCHE) ET DE BENZENE (A DROITE) SUR LE SITE DE LA REMORQUE LABORATOIRE ET QUELQUES SITE DES COMPARAISON

Lors de la semaine 1b en hiver, les concentrations de benzène sur le site de la remorque sont les plus élevées de tous les points de mesure du quartier (y compris les points 4 et 4bis situés en bordure du quai Jules Courmont), cette semaine correspond à l'application du scénario REFB du 29 janvier au 5 février 2013 (cf. Figure 21). L'influence du parc sur le site de la remorque a d'ores et déjà été mise en évidence sur la Figure 19. Par ailleurs, on peut s'interroger sur un éventuel impact par l'intermédiaire de l'escalator, en effet, la concentration de benzène à l'intérieur du parc est la plus élevée lors de ce scénario (32 µg.m⁻³ au niveau -2).

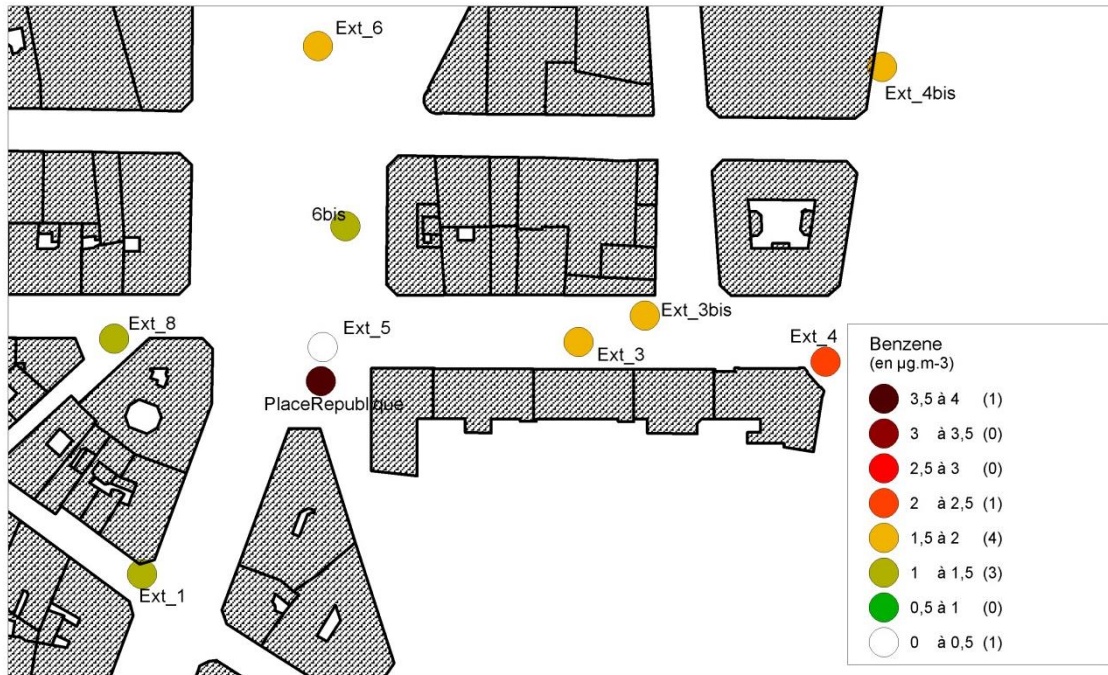


FIGURE 21 CONCENTRATIONS DE BENZENE DANS LE QUARTIER REPUBLIQUE DU 29 JANVIER AU 5 FEVRIER 2013

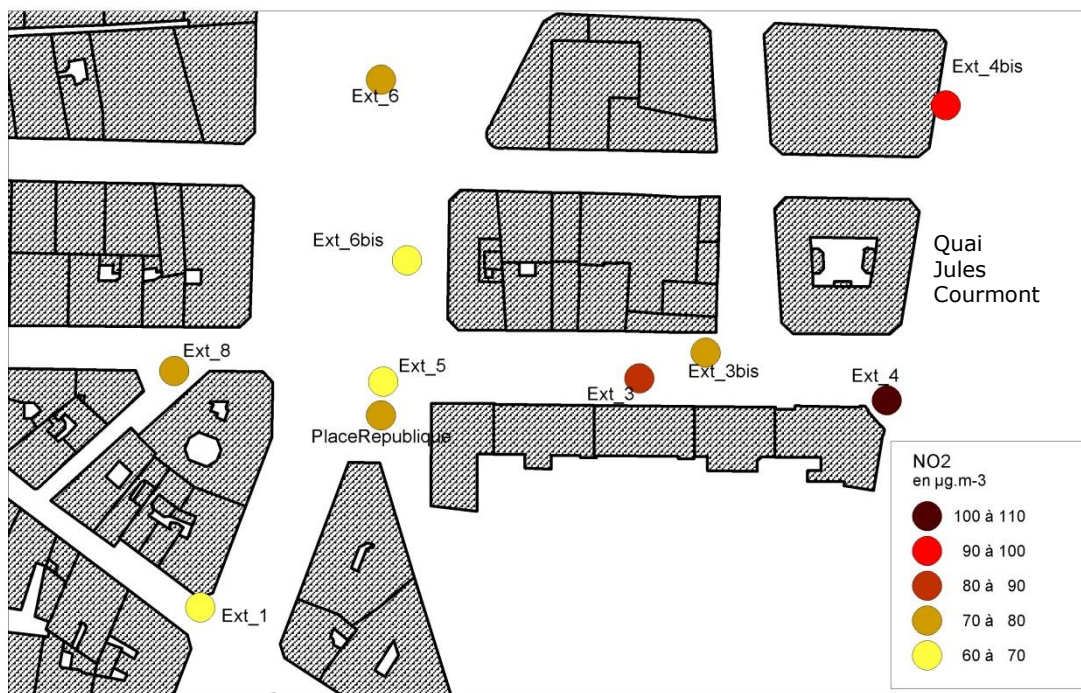


FIGURE 22 CONCENTRATIONS DE NO₂ DANS LE QUARTIER REPUBLIQUE DU 29 JANVIER AU 5 FEVRIER 2013

Les concentrations de NO₂ présentées sur la Figure 22 traduisent bien l'influence de la proximité automobile du quai Jules Courmont. Le point Ext4 situé à l'intersection du quai Jules Courmont, de la rue Childebert et en proximité de la sortie des véhicules du parc est le plus exposé au NO₂.

5. Conclusions et perspectives

Depuis 2008, Lyon Parc Auto et Air Rhône-Alpes ont réalisé différentes études afin d'améliorer les connaissances sur la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. Après une première phase de diagnostic, l'étude menée en 2012-2013 avait pour objectif d'une part d'évaluer l'impact de différents scénarios de ventilation sur la qualité de l'air à l'intérieur du parc et d'autre part d'améliorer les connaissances sur l'impact du parc sur son environnement. Cette dernière étude apporte de précieux enseignements qui viennent compléter les études précédentes.

→ Sur la qualité de l'air à l'intérieur du parc

- Lors des périodes très circulées (comme le samedi), même avec un fonctionnement continu de la ventilation à petite vitesse, les concentrations de NO_x continuent d'augmenter, signe d'un débit insuffisant dans ce cas.
- En asservissant la ventilation sur les concentrations de NO, il convient de choisir des seuils de démarrage et arrêt suffisamment éloignés afin d'éviter les répétitions de cycle Démarrage/Arrêt/redémarrage.
- Le fonctionnement en continu sur les périodes les plus problématiques représente une solution intéressante, toutefois elle nécessite une bonne connaissance de l'évolution des concentrations dans le parc afin d'ajuster les horaires de fonctionnement. Cette connaissance n'est pas acquise sur l'ensemble des parcs
- Dans un parc tel que République, le fonctionnement séquentiel de la ventilation n'est pas utile sur certaines périodes comme la nuit par exemple où les concentrations sont basses.
- Les résultats sont variables en fonction de la saison en lien avec la complexité de l'environnement du parc et les réactions chimiques qui s'y produisent.

L'étude permet également de quantifier l'efficacité de ces différentes méthodes par l'intermédiaire du calcul d'indicateurs. Ainsi, la mise en œuvre des scénarios 2 et 3 permet d'améliorer la qualité de l'air dans le parc avec un gain compris entre 15 et 42 % sur les indicateurs moyens, elle permet surtout **une diminution importante des niveaux maximums enregistrés**. Ainsi, **le pourcentage de temps où la concentration de NO₂ est supérieure à 400 µg.m⁻³** (qui correspond au seuil d'alerte du dispositif préfectoral en air ambiant) **est diminué de 60 à près de 90%** selon le scénario et la période.

Toutefois, ces améliorations sont obtenues en multipliant le temps de fonctionnement de la ventilation **par 4 à 6 environ en été et par 7 à 10 environ en hiver**. Ce chiffre est probablement à modérer par le fait que dans les scénarios appliqués, en l'absence d'information sur les concentrations de tous les niveaux de circulation, la ventilation était mise en fonctionnement sur l'ensemble du parc.

Le calcul des indicateurs dans les locaux d'exploitation montre des résultats plus mitigés. Ce phénomène s'explique d'une part par le calcul d'indicateurs moyens uniquement. Il est probable que le gain sur les niveaux maximums de NO₂ est plus important. D'autre part, bien que les concentrations dans le local soient en partie dépendantes des concentrations dans les niveaux de circulation, les travaux portant sur l'étanchéité du local devraient conduire à diminuer la corrélation entre concentrations dans le local d'exploitation et dans les niveaux de circulation.

Enfin, l'étude montre que le respect des valeurs de gestion proposées en 2007 par l'ANSES est difficile à atteindre sur des parcs du type de celui de République (c'est-à-dire présentant une circulation importante). Elle est par ailleurs difficile à mettre en œuvre sur l'ensemble des parcs. En effet, l'application du scénario 2 nécessite une bonne connaissance du parc afin de ne pas engendrer des surconsommations d'énergie alors que l'application du scénario 3 est limitée par les appareils commerciaux disponibles dans cette gamme de concentration selon les exploitants.

Ainsi, la mise en œuvre de mesures complémentaires telles que celles prises par Lyon Parc Auto visant à réduire l'exposition des travailleurs, plutôt que les concentrations, semble une très bonne voie d'amélioration. Ces mesures comprennent la suppression des activités permanentes dans les niveaux de circulation, la mise en route de la ventilation en grande vitesse lors d'activités prolongées dans un niveau de circulation (maintenance par exemple) et la surveillance de l'étanchéité des locaux d'exploitation. Par ailleurs, dans le cas de nouvelles constructions, il est fortement recommandé de prévoir le local d'exploitation au niveau 0.

Sur la qualité de l'air à l'extérieur du parc

Les mesures réalisées à l'intérieur de la grille d'extraction d'air du parc et à quelques mètres de cette grille sur la place de la République ont mis en évidence l'influence du parc sur son environnement proche. Dans le quartier République, où les niveaux de dioxyde d'azote sont déjà élevés en raison d'un trafic automobile important, notamment sur le quai Jules Courmont, c'est surtout sur les concentrations de benzène que l'influence est notable en proximité immédiate de la grille d'extraction d'air.

Les mesures mettent en évidence également une influence en lien avec les périodes d'activité du parc, c'est-à-dire plutôt l'après-midi. En revanche, les mesures réalisées ne sont pas suffisantes pour permettre une comparaison de l'impact du parc en fonction des scénarios appliqués.

Ces éléments rappellent l'indispensable nécessité lors des aménagements urbains de tenir compte de cette source de pollution, tout particulièrement si les conditions de dispersion au niveau de l'extraction d'air sont défavorables.

Annexes

ANNEXE 1 : Scénarios : détails et périodes de mesures

Scénario de Référence :

C'est le fonctionnement classique du parc. Pilotage automatique de la ventilation par mesures du CO sur chaque niveau – Déclenchement 20 ppm – Arrêt 15 ppm..

Fonctionnement couplé avec un système de ventilation minimale : Si la ventilation n'a pas démarré depuis 200 minutes (niveau -1), mise en route pour 10 minutes de la ventilation en petite vitesse.

Scénario 2 :

Fonctionnement en continu de la ventilation sur des durées définies en fonction de l'usage du parc. Adaptation du scénario de 2011.

Démarrage de la ventilation le matin selon les horaires définis dans le tableau ci-dessous en cascade, c'est-à-dire qu'au moment de l'heure de démarrage si certains niveaux ne sont pas commencés à être remplis, attendre pour lancer la ventilation sur ces niveaux. Le soir, arrêter tous les niveaux en même temps.

Jour	Horaires de fonctionnement
Lundi	En continu à partir de 11h jusqu'à 19h (8h de fonctionnement)
Mardi	En continu à partir de 11h jusqu'à 19h (8h de fonctionnement)
Mercredi	En continu à partir de 11h jusqu'à 19h (8h de fonctionnement)
Jeudi	En continu à partir de 11h jusqu'à 20h (9h de fonctionnement)
Vendredi	En continu à partir de 11h jusqu'à 20h (9h de fonctionnement)
Samedi	En continu à partir de 11h jusqu'à 20h (9h de fonctionnement)
dimanche	De 18 à 19h

Scénario 3

Pilotage de la ventilation par les valeurs de NO mesurées au niveau -2.

Si NO supérieur à $800 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1/4h, déclenchement de la ventilation petite vitesse **sur tous les niveaux.**

Quand NO repasse en dessous de $600 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1/4h, arrêt de la ventilation.

L'ordre est donné par l'automate raccordé à l'analyseur.

Ce scénario est une amélioration de celui testé en 2011, avec un fonctionnement automatique à la place des appels téléphoniques, une meilleure réactivité est instaurée en déclenchant la ventilation au bout d'1/4 heure de dépassement de la valeur de gestion (afin de respecter la valeur 30 minutes).

Le risque de ce scénario est le nombre de déclenchements/arrêts de la ventilation, entraînant une surconsommation des ventilateurs (due au démarrage).

Campagne Eté

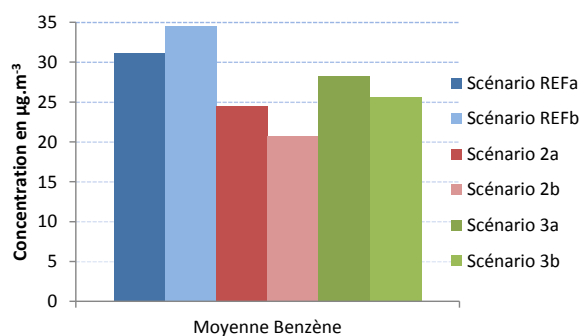
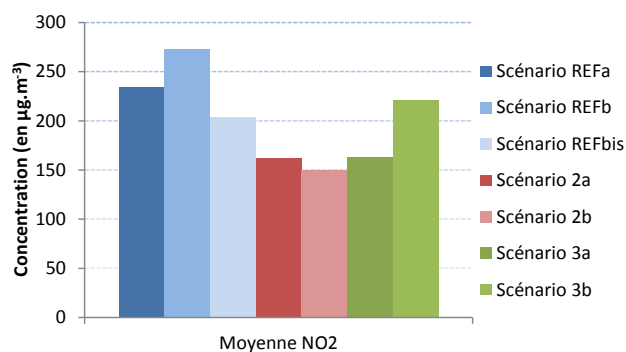
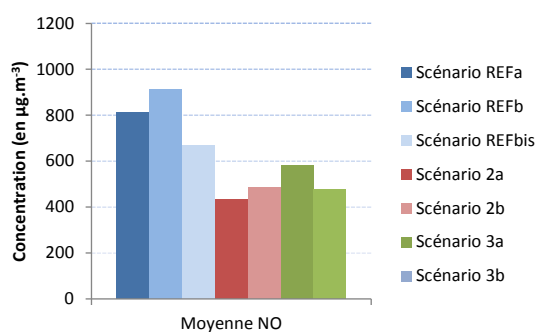
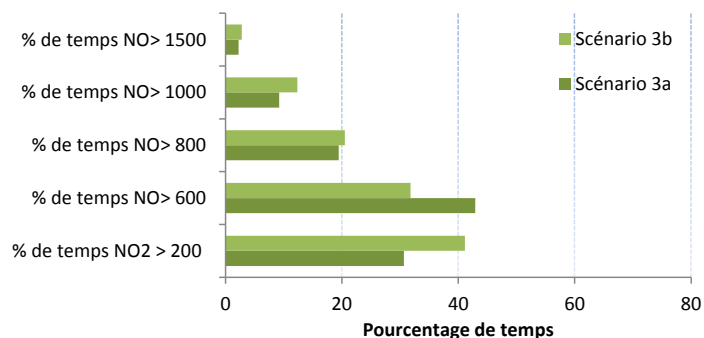
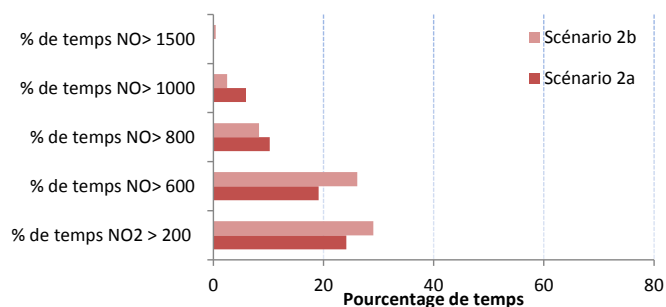
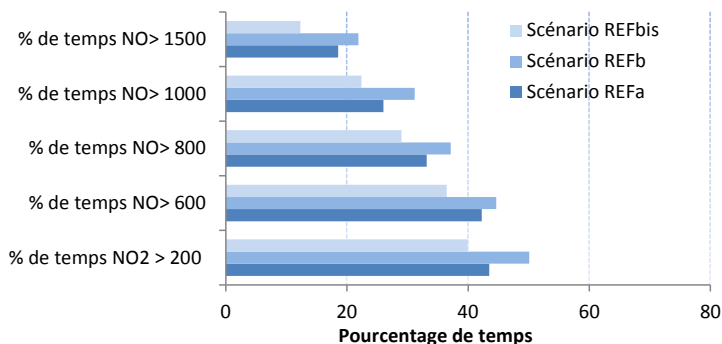
Date début	Date fin	Scénario	N° mesures en extérieur
15/05/2013	22/05/2012	Test – Scénario REFbis	
22/05/2012	29/05/2012	Scénario 2a	
29/05/2012	05/06/2012	Scénario REFa	1a
05/06/2012	12/06/2012	Scénario 3a	1b
12/06/2012	19/06/2012	Scénario REFb	
19/06/2012	26/06/2012	Scénario 2b	
26/06/2012	03/07/2012	Problème technique	
03/07/2012	10/07/2012	Scénario 3b	

Campagne Hiver

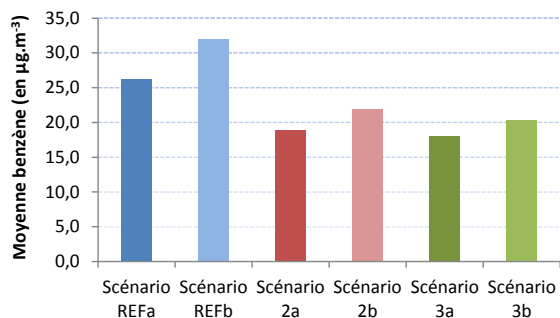
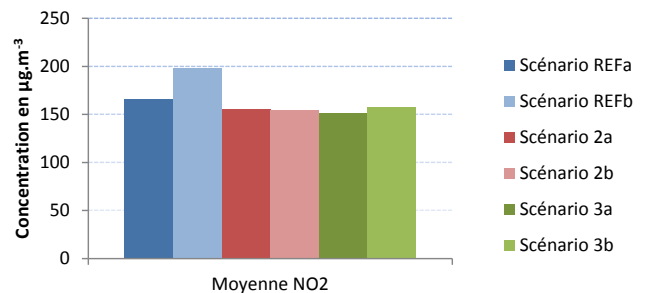
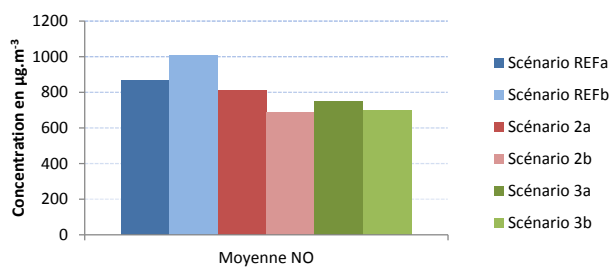
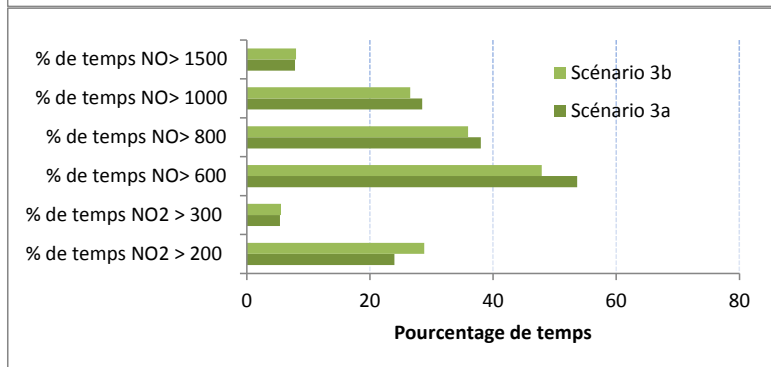
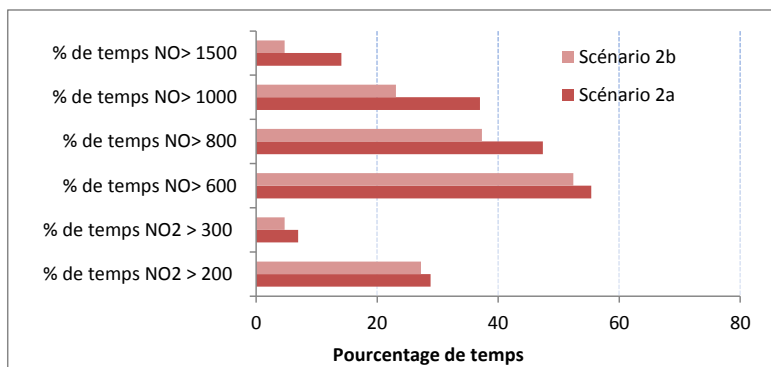
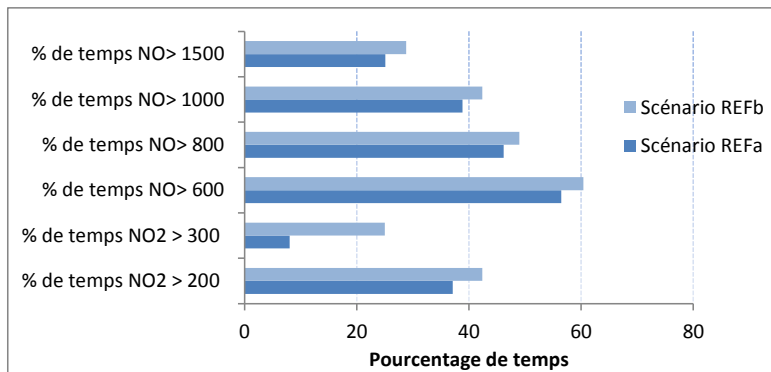
Date début	Date fin	Scénario	N° mesures en extérieur
08/01/2013	15/01/2013	Scénario REFa	
15/01/2013	22/01/2013	Scénario 2a	
22/01/2013	29/01/2013	Scénario 3a	1a
29/01/2013	05/02/2013	Scénario REFb	1b
05/02/2013	12/02/2013	Scénario 2b	1c
12/02/2013	19/02/2013	Scénario 3b	
19/02/2013	26/02/2013	/	
26/02/2013	05/03/2013	Scénario complémentaire, adaptation du scénario 3 avec arrêt à 400 au lieu de 600	

ANNEXE 2 : Variations des indicateurs avec le même scénario

Campagne été :



Campagne Hiver :



ANNEXE 3 Valeurs cibles et valeurs de gestion proposées par l'ANSES

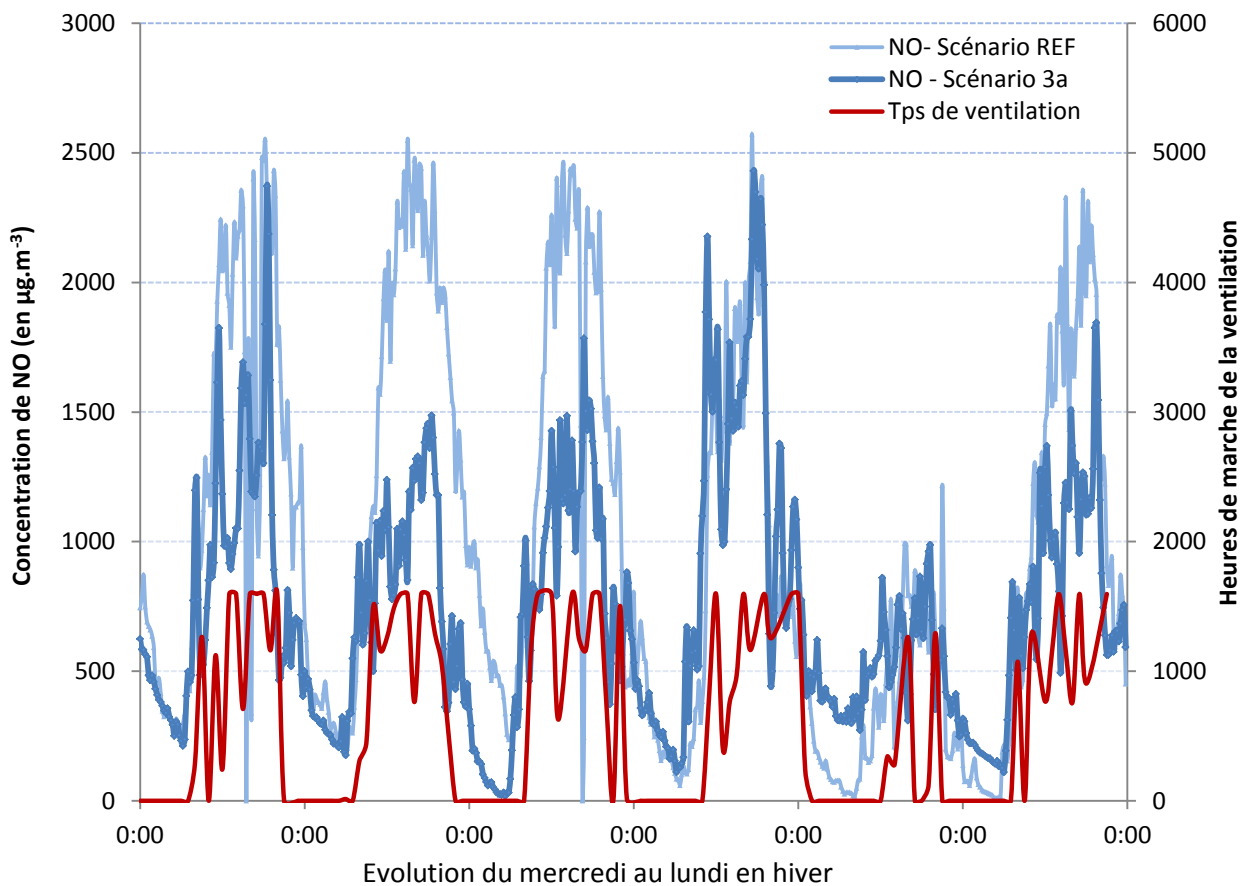
Exposition aiguë :

Polluant et pas de temps associé	Population concernée	Valeur cible
NO ₂ sur 1 h	Travailleur	200 µg.m ⁻³

Exposition chronique :

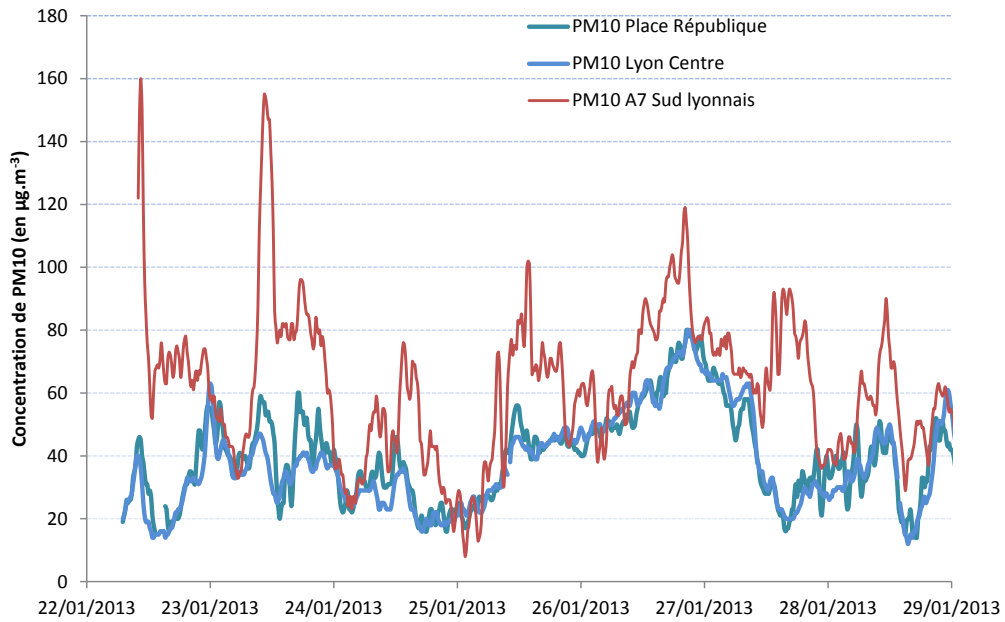
Polluant	Population concernée	Valeur cible	Type de valeur cible
Benzène sur 8 h	Travailleur	41 µg.m ⁻³	Pour les effets à seuil
Benzène sur 8 h	Travailleur	11 µg.m ⁻³	Effets sans seuil - pour un niveau de risque de 10 ⁻⁵
Benzène sur 30 minutes	Usager	180 µg.m ⁻³	Effets sans seuil - pour un niveau de risque de 10 ⁻⁵
NO ₂ sur 8 heures	Travailleur	35 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 10%
NO ₂ sur 8 heures	Travailleur	68 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 50%
NO ₂ sur 8 heures	Travailleur	108 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 100%
NO ₂ sur 30 minutes	Usager	157 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 10%
NO ₂ sur 30 minutes	Usager	675 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 50%
NO ₂ sur 30 minutes	Usager	1323 µg.m ⁻³	excès d'exposition quotidien de 100%

ANNEXE 4 Evolution mise en route de la ventilation et concentrations

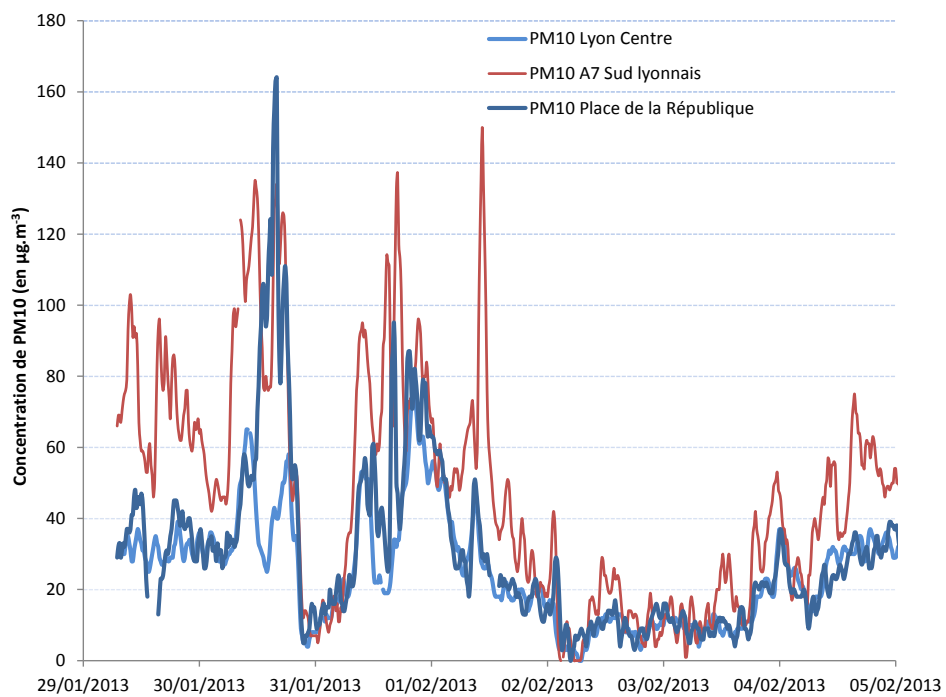


ANNEXE 5 Evolution des PM10 en air ambiant

Scénario 3a



Scénario REFb



Scénario 2b

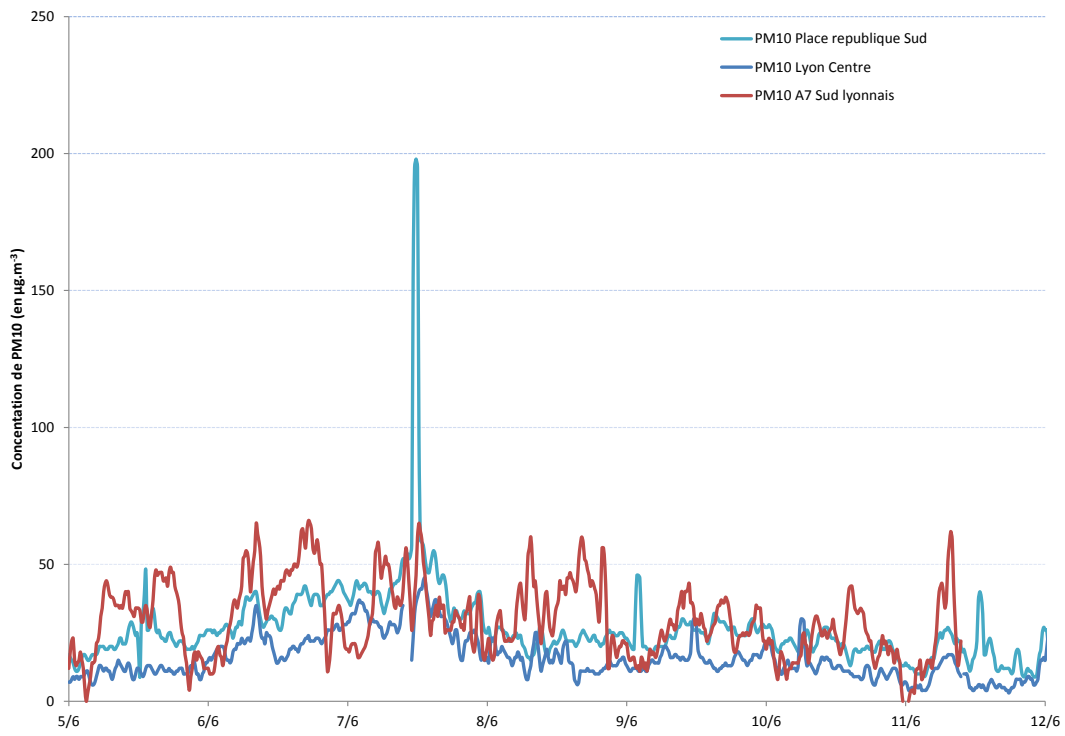
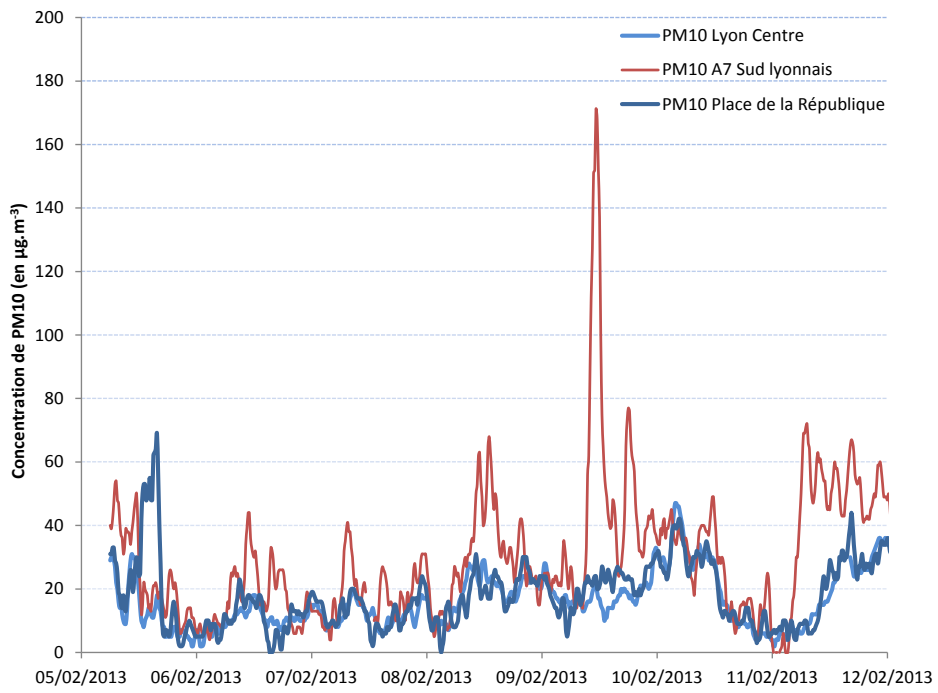


Table des illustrations

FIGURE 1 TEMPERATURES INTERIEURES ET EXTERIEURES (A GAUCHE) ET NOMBRE MOYEN DE PASSAGES PAR JOUR (A DROITE) A CHAQUE CAMPAGNE	12
FIGURE 2 EVOLUTION DU NO ET DU NO ₂ LORS DE L'APPLICATION DU SCENARIO DE REFERENCE EN ETE.....	14
FIGURE 3 EVOLUTION DU NO ET DU NO ₂ LORS DE L'APPLICATION DU SCENARIO 2 EN HIVER	15
FIGURE 4 EVOLUTION DU NO ET DU NO ₂ LORS DE L'APPLICATION DU SCENARIO 3 EN HIVER	16
FIGURE 5 MOYENNES DE NO, NO ₂ (A GAUCHE) ET BENZENE (A DROITE) EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES.....	17
FIGURE 6 INDICATEURS SUR LES DEPASSEMENTS DE CERTAINS SEUILS DE NO (A GAUCHE) ET DE NO ₂ (A DROITE) EN FONCTION DES SCENARIOS APPLIQUES	17
FIGURE 7 MOYENNE DU TEMPS DE VENTILATION EN HEURES CUMULE SUR L'ENSEMBLE DES VENTILATEURS	20
FIGURE 8 CONCENTRATION MOYENNE DE NO ₂ (A GAUCHE) ET DE BENZENE (A DROITE) DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION EN FONCTION DU SCENARIO APPLIQUE ET DE LA PERIODE	21
FIGURE 9 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MOYENNES DE NO ₂ (A GAUCHE) ET DE BENZENE (A DROITE) DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION A DES VALEURS SANITAIRES	22
FIGURE 10 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE NO ₂ DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION DEPUIS 2008	23
FIGURE 11 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE BENZENE DANS LE LOCAL D'EXPLOITATION DEPUIS 2008	23
FIGURE 12 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE NO AU NIVEAU -2 DU PARC, DANS LA GRILLE ET SUR LA PLACE DE LA REPUBLIQUE (REMORQUE LABORATOIRE)	24
FIGURE 13 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DE NO SUR LA PLACE DE LA REPUBLIQUE AVEC LES STATIONS DE LYON CENTRE ET A7 SUD LYONNAIS DU MARDI 12 JUIN AU MARDI 19 JUIN 2012.....	25
FIGURE 14 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DE NO SUR LA PLACE DE LA REPUBLIQUE AVEC LES STATIONS DE LYON CENTRE ET A7 SUD LYONNAIS DU MARDI 5 FEVRIER AU MARDI 12 FEVRIER 2013	25
FIGURE 15 ZOOM SUR LA JOURNEE DU MERCREDI 30 JANVIER 2013	26
FIGURE 16 CONCENTRATIONS MOYENNES DE NO ₂ (A GAUCHE) ET DE BENZENE (A DROITE) SUR LE SITE DE LA REMORQUE LABORATOIRE ET QUELQUES SITE DES COMPARAISON.....	27
FIGURE 17 CONCENTRATIONS DE BENZENE DANS LE QUARTIER REPUBLIQUE DU 29 JANVIER AU 5 FEVRIER 2013	28
FIGURE 18 CONCENTRATIONS DE NO ₂ DANS LE QUARTIER REPUBLIQUE DU 29 JANVIER AU 5 FEVRIER 2013... ..	28