

CAMPAGNE DE MESURES
du 12 décembre 2002 au 7 janvier 2003

ETUDE SPECIFIQUE
PARKING SOUTERRAIN ERLON A REIMS

*Mesure en continu des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone et
des poussières dont le diamètre est inférieur à 10 µm
Mesures ponctuelles de Composés organiques volatils*



ATMO Champagne Ardenne - 2, esplanade Roland Garros
BP 236 - 51686 REIMS cedex 2



SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	1
II.	PRESENTATION DU LIEU D'ETUDE	2
II.1.	Lieu de mesure	2
II.2.	Photo	2
III.	DESCRIPTION ET IMPACT SANITAIRE DES COMPOSES CHIMIQUES ETUDIÉS	3
III.1.	Oxydes d'azote (NOx)	3
III.2.	Poussières fines (PM10)	3
III.3.	Monoxyde de carbone (CO)	4
III.4.	Composés organiques volatils (COV)	4
IV.	REGLEMENTATION	5
IV.1.	Réglementation relative aux parcs de stationnement	5
IV.2.	Réglementation dans l'air ambiant	6
V.	FREQUENTATION DU PARKING	8
VI.	RESULTATS	9
VI.1.	Etalonnage des appareils de mesures	9
VI.2.	Moyennes relevées durant la campagne	9
VI.3.	Evolution des polluants	10
VI.4.	Maxima journaliers et horaires	12
VI.5.	Comparaison entre la fréquentation du parking et les polluants	13
VI.6.	Résultats des mesures de COV	14
VI.7.	Comparaison avec les valeurs de référence du CSHP	13
VII.	CONCLUSION	135

ANNEXE

I. INTRODUCTION

Le Ministère chargé de l'Environnement invitait les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air à mettre en place, courant 2002, des mesures de qualité de l'air dans les espaces clos ouverts au public tels que métro, tunnels, gares, centres commerciaux, parkings couverts,...

Ces souhaits visent à mettre en place, peu à peu, des cartes d'exposition de la population, en connaissant les niveaux de pollution des différents endroits où elle peut être amenée à respirer, sans omettre bien entendu l'air des habitations, celui-ci étant confié aux experts de l'Observatoire de l'Air Intérieur.

La réponse favorable de M.SEGAUST, directeur de Champagne Parc Auto, à notre projet de mesurer la qualité de l'air dans le parking souterrain Erlon au cœur du centre-ville de Reims, nous a permis de réaliser un état des lieux dans cet endroit bien spécifique.

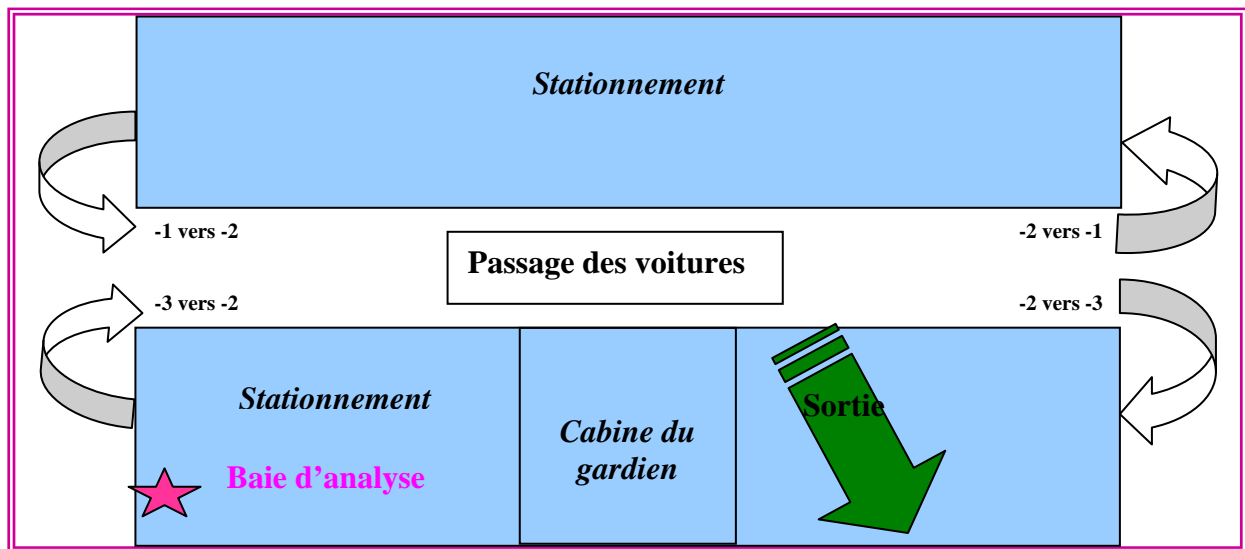
Les mesures sont d'autant plus intéressantes qu'elles ont eu lieu entre le 12 décembre et le 7 janvier, période de fréquentation importante du parking au moment des fêtes de fin d'année.

II. PRESENTATION DU LIEU D'ETUDE

II.1. Lieu de mesure

Le parking souterrain Erlon se trouve au cœur du centre-ville de Reims. L'entrée et la sortie du parking donnent sur le boulevard Général Leclerc (+ 10 000 véh/jour). **La capacité du parking est de 650 places réparties sur 5 étages en sous-sol.** Les mesures ont été effectuées au niveau d'une place de parking sur le niveau -2 (figure 1).

Figure 1: Situation de la baie d'analyse au niveau -2



II.2. Photo



III. DESCRIPTION ET IMPACT SANITAIRE DES COMPOSES CHIMIQUES ETUDIES

Les polluants pris en compte dans cette étude, mesurés en continu par les appareils de la baie d'analyse sont les suivants :

- ✓ monoxyde d'azote - NO
- ✓ dioxyde d'azote - NO₂
- ✓ particules fines dont le diamètre est inférieur à 10 µm - PM10
- ✓ monoxyde de carbone – CO

Ce sont tous des composés que l'on trouve dans l'air ambiant et qui sont régulièrement mesurés dans l'atmosphère.

Ces polluants sont mesurés en continu avec des résultats tous les quarts d'heure.

Des prélèvements ponctuels de composés organiques volatils ont été effectués à l'aide de canisters¹ à l'extérieur et à l'intérieur.

III.1. Oxydes d'azote (NOx)

Ce terme NOx désigne essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont issus de l'oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (à très haute température) de carburants et combustibles fossiles. Le monoxyde d'azote est rapidement oxydé en dioxyde d'azote.

Chez l'homme, le dioxyde d'azote entraîne une altération de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

III.2. Poussières fines (PM10)

Les particules en suspension dont le diamètre est inférieur à 10 µm font partie de la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles englobent tout ce qui peut être véhiculé par l'air, à l'état solide ou liquide, d'origine naturelle ou non.

La fraction d'origine anthropique provient de la combustion incomplète des énergies fossiles, du trafic automobile (gaz d'échappement, usure des pneus...) et des activités industrielles diverses (sidérurgie, incinération, ...).

De natures très différentes, elles peuvent véhiculer d'autres polluants (métaux lourds, hydrocarbures...).

Chez l'homme, selon leur taille, elles pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines, à des concentrations relativement basses, peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies aériennes inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Plus les particules sont fines, plus elles pénètrent profondément dans les ramifications pulmonaires.

¹ Un canister est un récipient de forme sphérique d'une capacité de 6 litres, sous vide. Il permet de prélever l'air ambiant par simple ouverture de la vanne. Son contenu est ensuite analysé au laboratoire interrégional du Grand Est par chromatographie gazeuse.

III.3. Monoxyde de carbone (CO)

Il se présente sous la forme d'un gaz incolore, inodore et extrêmement inflammable. Ce polluant est émis lors de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fiouls, carburants, bois...). Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un endroit clos ou en cas d'embouteillage dans des espaces couverts.

Le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine, dont l'affinité pour le CO est environ 200 fois supérieure à celle pour l'oxygène. Cela conduit donc à un manque d'oxygénation des organes vitaux (cœur, cerveau, ...). Les premiers symptômes sont des maux de tête et des vertiges. Puis ils s'aggravent avec des teneurs plus importantes (nausées, vomissements...), pouvant conduire en cas d'exposition prolongée au coma et à la mort.

III.4. Composés organiques volatils (COV)

Ils entrent dans la composition des carburants mais aussi de nombreux produits courants : peintures, encres, colles, détachants,...pour des usages ménagers, professionnels ou industriels. Ils sont émis lors de la combustion de carburants (notamment dans les gaz d'échappement) ou par évaporation lors de leur fabrication, de leur stockage ou de leur utilisation. Des COV sont émis également par le milieu naturel et certaines aires cultivées.

Les effets sanitaires des COV sont très variables selon la nature du composé considéré. Ils vont d'une certaine gêne olfactive à des effets mutagènes et cancérigènes (**benzène**, certains hydrocarbures polyaromatiques - HAP) en passant par des irritations diverses et une diminution de la capacité respiratoire.

IV. REGLEMENTATION

IV.1. Réglementation relative aux parcs de stationnement

La réglementation spécifique aux parcs de stationnement vise à maintenir à l'intérieur de ces espaces clos une qualité d'air intérieur acceptable assurée par une ventilation suffisante pour s'opposer efficacement à la stagnation des polluants.

Pour cela, elle définit une valeur limite à ne pas dépasser en monoxyde de carbone sur des laps de temps déterminés (*cas de la circulaire du 3 mars 1975 et de la rubrique 331 bis des Installations Classées*) et une garantie d'un renouvellement d'air suffisant pour pouvoir être utilisé en désenfumage (*cas de l'arrêté du 31 janvier 1986 et de la rubrique 331 bis version 93*).

La nomenclature des Installations Classées, sous la rubrique n°2935 (*décret du 29 décembre 1993*), donne les critères de classification des parcs de stationnement couverts et garages hôtels à véhicules à moteur. Si la capacité est comprise entre 250 et 1000 véhicules (cas du parking Erlon), l'ouvrage relève du régime de la déclaration. Au-delà de 1000 véhicules, il est soumis à autorisation.

Les valeurs limites de concentration en monoxyde de carbone sont fixées comme suit :

- ✚ La teneur moyenne calculée sur toute période de 8 heures consécutives ne devra pas dépasser 30 ppm (35 mg/m³);
- ✚ La teneur moyenne calculée sur toute période de 20 minutes ne devra pas dépasser 100 ppm (116 mg/m³);
- ✚ La teneur instantanée ne devra pas dépasser 200 ppm (232 mg/m³).

Lorsqu'un parc est susceptible d'admettre des véhicules à moteur diesel sur plus de 30% de sa surface, la fixation d'une valeur limite pour d'autres polluants pourra être imposée.

Il existe également des recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHP) - Séance du 14 décembre 1998. Elles intègrent les oxydes d'azote.

Si l'ouvrage est fréquenté par des véhicules dont au moins 50% sont des véhicules à moteurs diesel ou lorsque la capacité de l'ouvrage est supérieure à 500 véhicules :

Les indicateurs de pollution à retenir sont le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote.

- La teneur en CO ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :
 - 50 ppm (58 mg/m³) sur une période de 30 minutes,
 - 90 ppm (104 mg/m³) sur une période de 15 minutes,
 - 150 ppm (174 mg/m³) en valeur instantanée.
- La teneur en NO₂ ne doit pas dépasser 0,4ppm (764 µg/m³) sur une période de 15 minutes.
- La teneur en NO ne doit pas dépasser 4 ppm (5000 µg/m³) sur une période de 15 minutes.

Les seuils tiennent compte du temps de séjour moyen d'un usager dans un parc de stationnement.

IV.2. Réglementation dans l'air ambiant

Le tableau récapitulatif est issu du décret n°2002/213 du 15/02/02 et valable pour l'année 2003.

En µg/m ³	Dioxyde d'azote	Poussières fines	Monoxyde de carbone	Benzène
Objectif de qualité*	40	30	-	2
Valeur limite*	54	43	-	10
Valeur limite	-	-	10 mg/m ³ sur 8h	-
P98h	200	-	-	-
Seuil d'information et de recommandation**	200	-	-	-
Seuil d'alerte**	400	-	-	-

* : *en moyenne annuelle*

** : *en moyenne horaire*

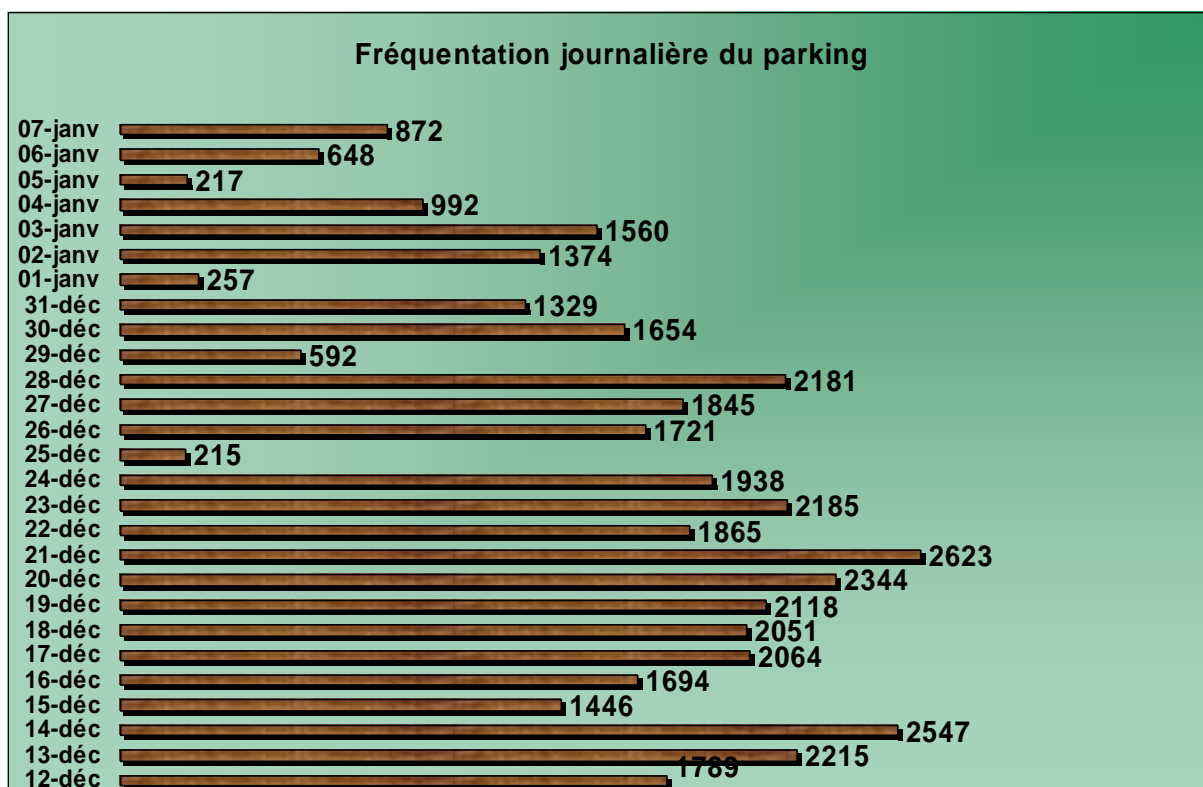
/ : Le percentile 98 horaire (P98h) correspond à la valeur limite horaire ne devant pas être dépassée plus de 175 heures sur l'année.

V. FREQUENTATION DU PARKING

Le graphique ci-dessous indique le nombre de véhicules entrés dans le parking durant la campagne.

Les jours où le parking a été le plus fréquenté sont principalement les vendredis et samedis du mois de décembre.

A l'inverse, les jours où le parking a été le moins fréquenté sont les 2 jours fériés (25 décembre et 1^{er} janvier) et le dimanche 5 janvier.



VI. RESULTATS

/Les heures sont en TU (temps universel), ce qui correspond, à cette période de l'année, à l'heure légale - 1h.

VI.1. Etalonnage des appareils de mesures

Les appareils de mesure de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote sont calibrés à l'aide de bouteilles étalons raccordées à des étalons nationaux de référence.

Ainsi, l'appareil mesurant le monoxyde de carbone a été étalonné avec une bouteille de 45 ppm, soit 52 mg/m³, et celui du monoxyde d'azote à 235 ppb, soit 294 µg/m³.

Remarque : les appareils de mesure utilisés pour cette étude sont les mêmes que ceux qui sont installés dans les stations de mesure d'air ambiant. Les concentrations des bouteilles étalons sont conçues pour la gamme de concentrations que l'on peut retrouver en air extérieur (étalon de travail).

Dans le parking, les concentrations en oxydes d'azote sont bien plus élevées. Toutefois si la concentration de la bouteille étalon de travail semble basse, des tests effectués sur l'appareil montrent une linéarité jusque 1 ppm. Au delà, une sous-estimation des concentrations est observée.

En raison de la quantité importante de poussières dans le parking, le filtre collecteur de l'appareil de mesure des poussières fines devait être changé toutes les 48 heures (En air ambiant, ce filtre est changé tous les mois).

VI.2. Moyennes relevées durant la campagne

Dans le tableau (a), figurent les moyennes des polluants mesurés au niveau du parking souterrain et sur le réseau de mesure rémois pour la durée de la campagne.

Suite à une panne d'analyseur, les oxydes d'azote n'ont pas pu être mesurés à partir du 28 décembre.

En raison d'un colmatage du filtre collecteur de l'appareil de mesure des poussières fines, celles-ci n'ont pu être mesurées les 14, 15, 16, 22 et 23 décembre.

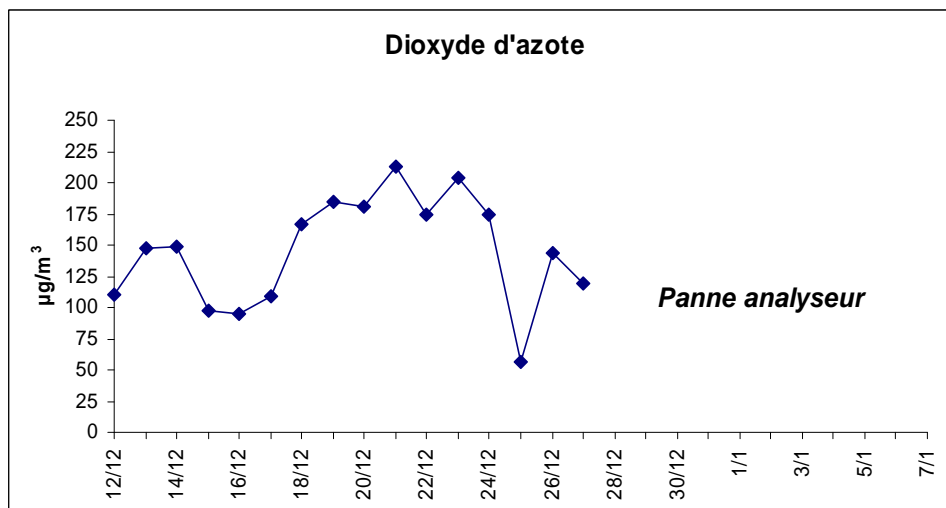
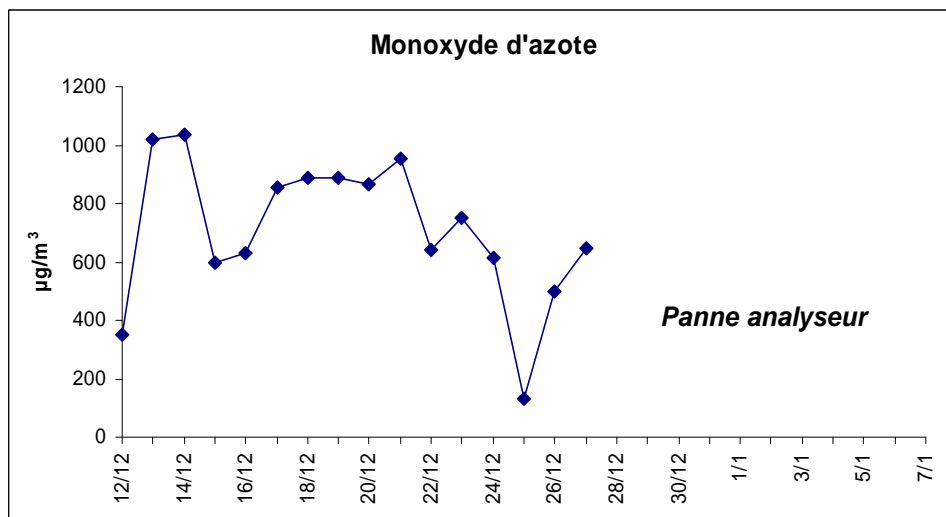
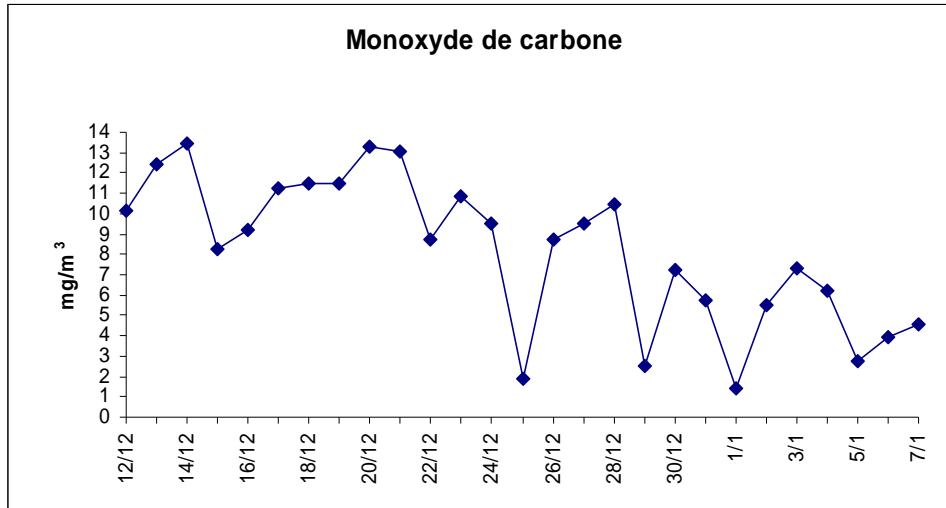
Tableau (a) : Moyennes de la campagne

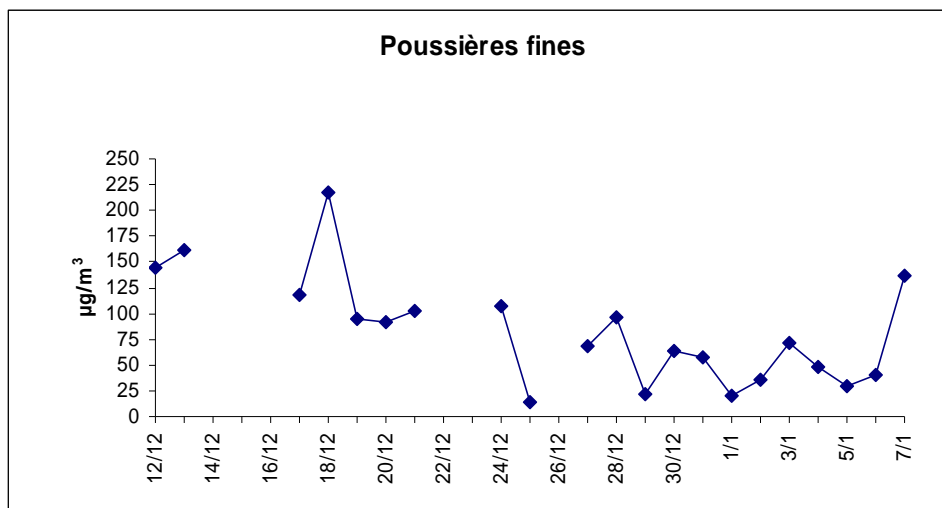
En µg/m ³	12/12 au 7/01/03	12 au 27/12	12 au 27/12	12/12 au 7/01/03
	Poussières fines	Dioxyde d'azote	Monoxyde d'azote	Monoxyde de carbone
Parking Erlon	83	146	710	8180
Stations Reims	16	28	15	430

Les teneurs mesurées dans le parking souterrain pour les différents polluants sont entre 5 et 50 fois plus élevées que celles que l'on peut retrouver dans l'air ambiant à la même période.

VI.3. Evolution des polluants

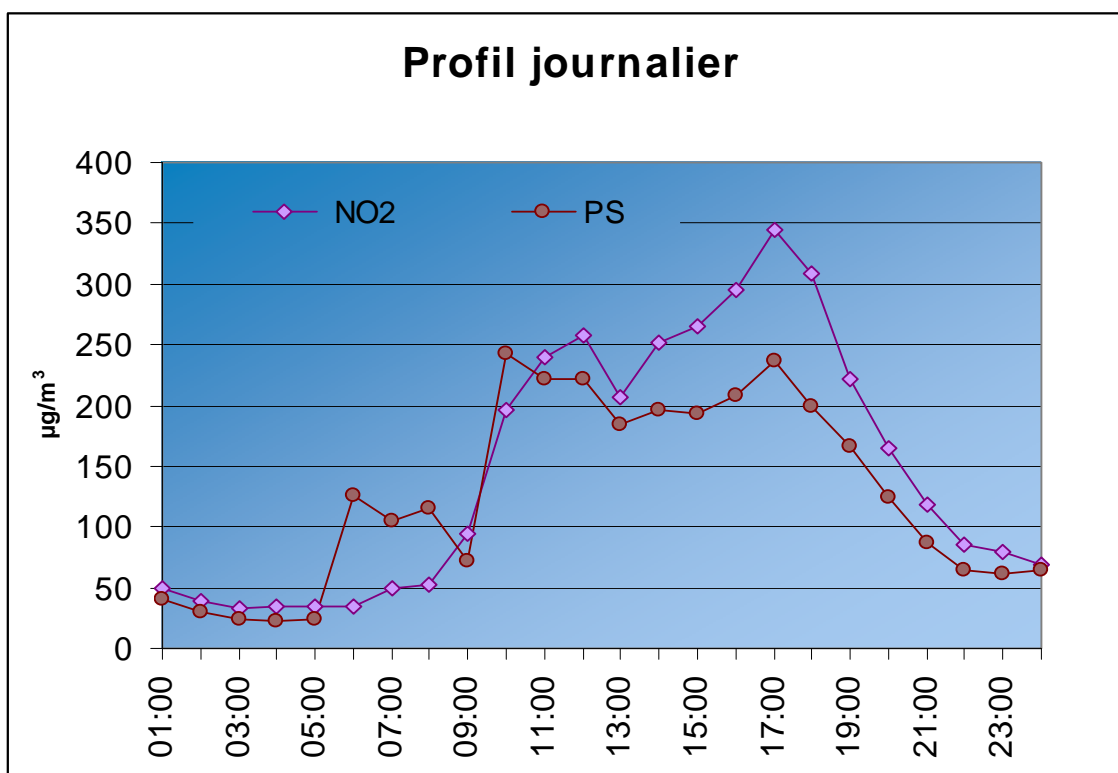
Les graphiques ci-dessous représentent les moyennes journalières des polluants mesurés dans le parking pendant la période de l'étude.

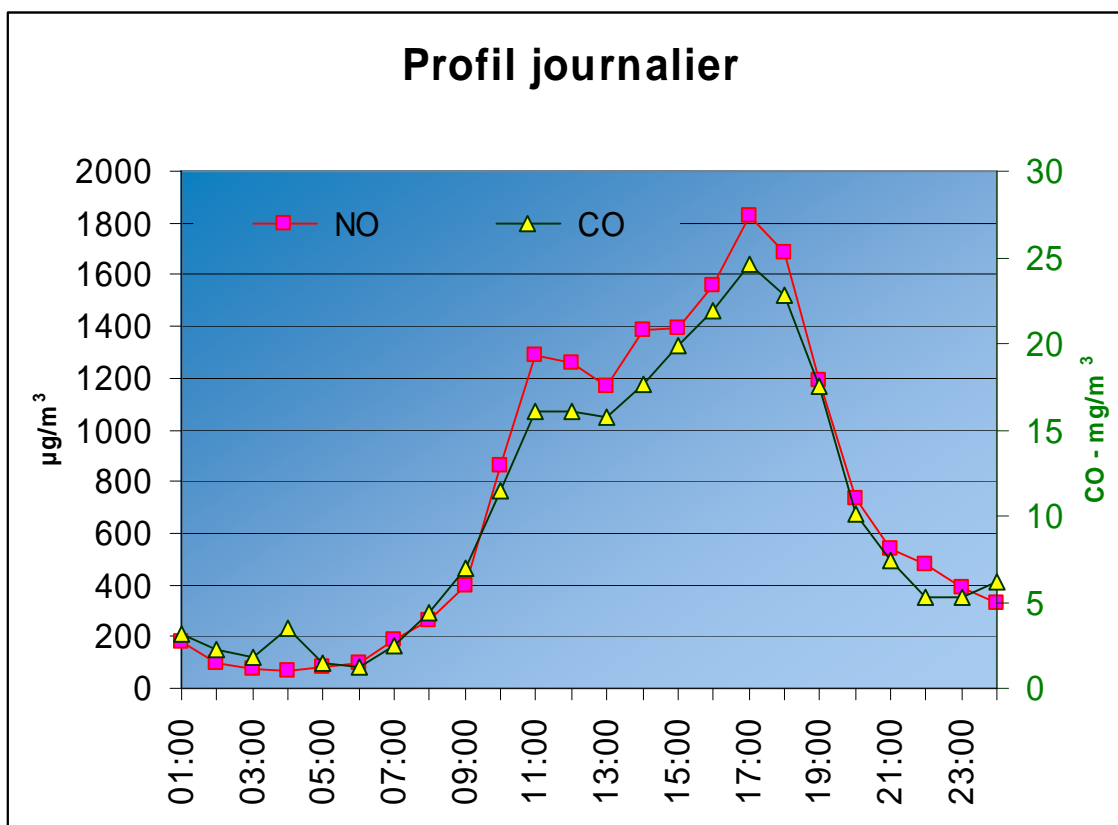




Une parfaite similitude entre les oxydes d’azote et le monoxyde de carbone est constatée.

Les graphiques ci-dessous représentent les profils journaliers des différents polluants au cours de la campagne de mesure.





Après la hausse du matin, les poussières fines présentent un profil stable à partir de 10h jusqu'en fin d'après-midi.

Une évolution similaire des oxydes d'azote et du monoxyde de carbone est constatée au cours de la journée, avec 2 pointes correspondant à l'entrée le matin et aux mouvements de fin d'après-midi.

VI.4. Maxima journaliers et horaires

Les valeurs maximales horaires des polluants figurent dans le tableau (b) ci-dessous.

Tableau (b) : Maxima horaires en µg/m³

Poussières fines	Dioxyde d'azote	Monoxyde d'azote	Monoxyde de carbone
12/12 au 7/01/03	12 au 27/12/02	12 au 27/12/02	12/12 au 7/01/03
382 le 14/12 à 14h	661 le 26/12 à 17h	2582 le 13/12 à 11h	39 710 le 26/12 à 17h

Les maxima en dioxyde d'azote et monoxyde de carbone sont observés le même jour à la même heure. Compte tenu de la sous-estimation des oxydes d'azote au delà de 1 ppm, des concentrations plus élevées auraient sans doute pu être mesurées. (voir Chapitre VI). La valeur des poussières fines figurant dans le tableau correspond au maximum horaire attribuable à la fréquentation du parking.

En effet, des teneurs plus élevées non liées aux émissions des véhicules ont été mesurées le 12/12 ($1067\mu\text{g}/\text{m}^3$) et le 18/12 ($663\mu\text{g}/\text{m}^3$) : la première valeur est inexplicable du fait de la faible fréquentation du parking à 6h du matin, et la deuxième valeur provient de l'épandage d'un adsorbant sur le sol lors d'une fuite d'essence.

Les valeurs maximales journalières des polluants figurent dans le tableau (c) ci-dessous.

Tableau (c) : Maxima journaliers en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Poussières fines	Dioxyde d'azote	Monoxyde d'azote	Monoxyde de carbone
12/12 au 7/01/03	12 au 27/12/02	12 au 27/12/02	12/12 au 7/01/03
217 le 18/12	213 le 21/12	1034 le 14/12	13 450 le 14/12

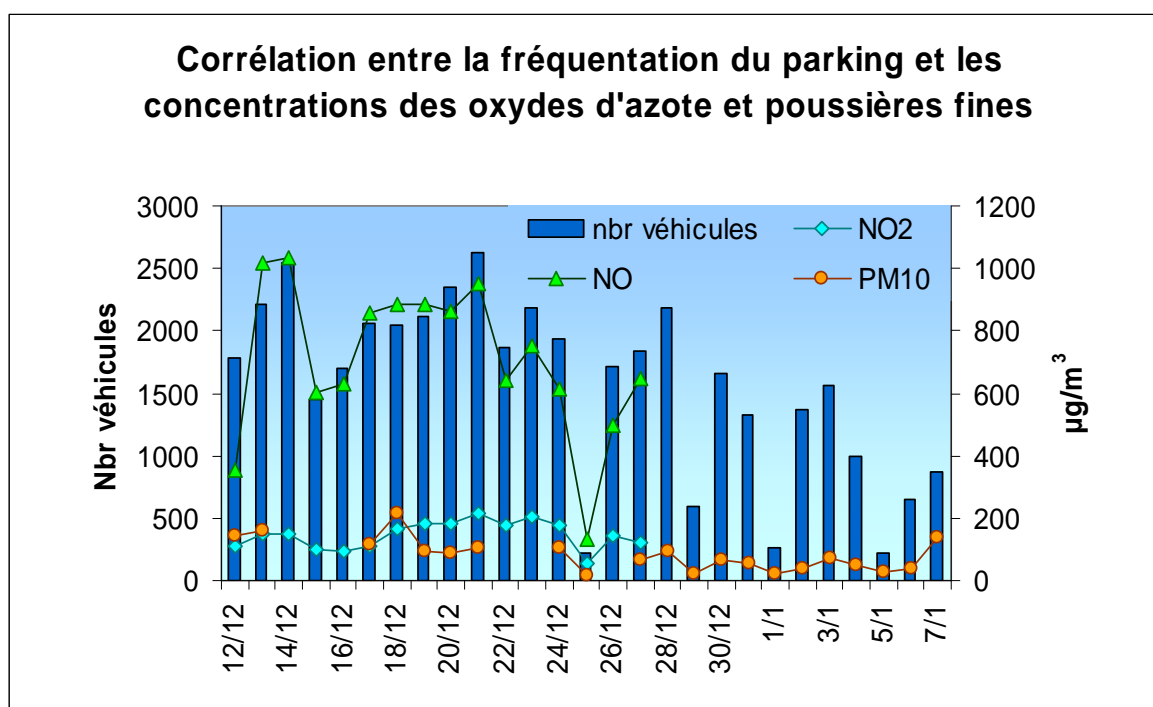
Les maxima en monoxyde d'azote et monoxyde de carbone sont observés le même jour.

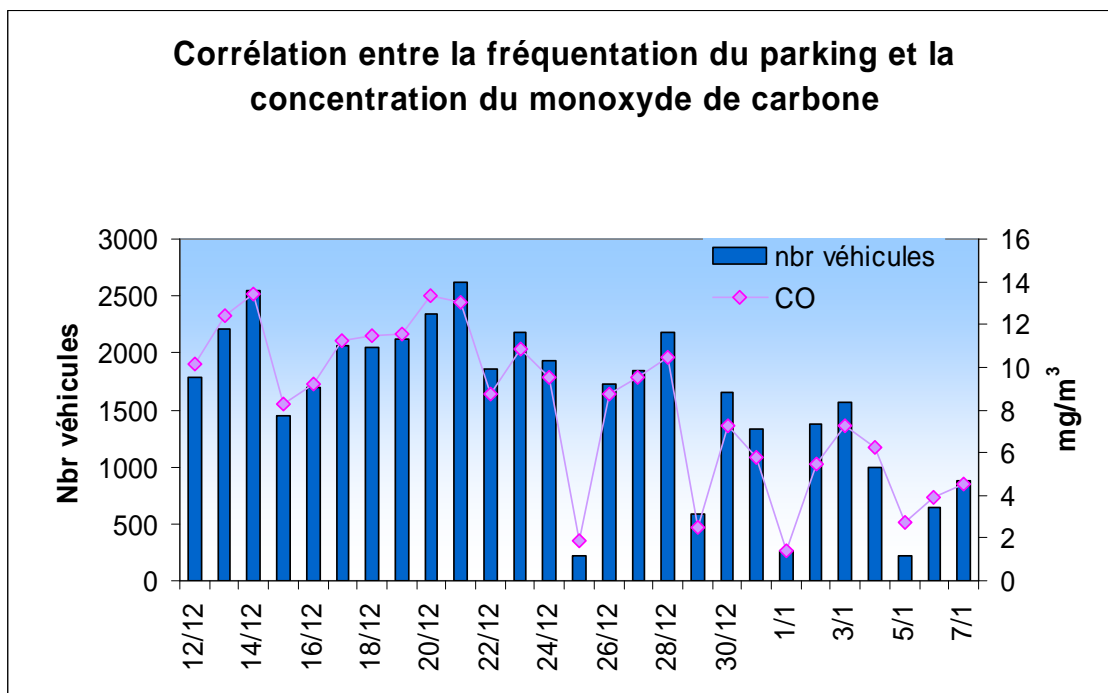
VI.5. Comparaison entre la fréquentation du parking et les polluants

Les graphiques ci-dessous illustrent la comparaison entre la fréquentation journalière du parking et les moyennes journalières des différents polluants.

Une bonne concordance est observée entre le nombre de véhicules et les polluants primaires (CO et NO).

Les variations du dioxyde d'azote et des poussières fines en fonction du nombre de véhicules sont moins prononcées.





VI.6. Résultats des mesures de COV

Deux prélèvements instantanés ont été réalisés durant la campagne :

- le vendredi 27 décembre à 15h30 (heure locale)
- le lundi 30 décembre à 10h00 (heure locale)
-

Nombre de véhicules dans le parking :

- le vendredi 27 décembre à 15h30 : 600 véhicules
- le lundi 30 décembre à 10h00 : 145 véhicules

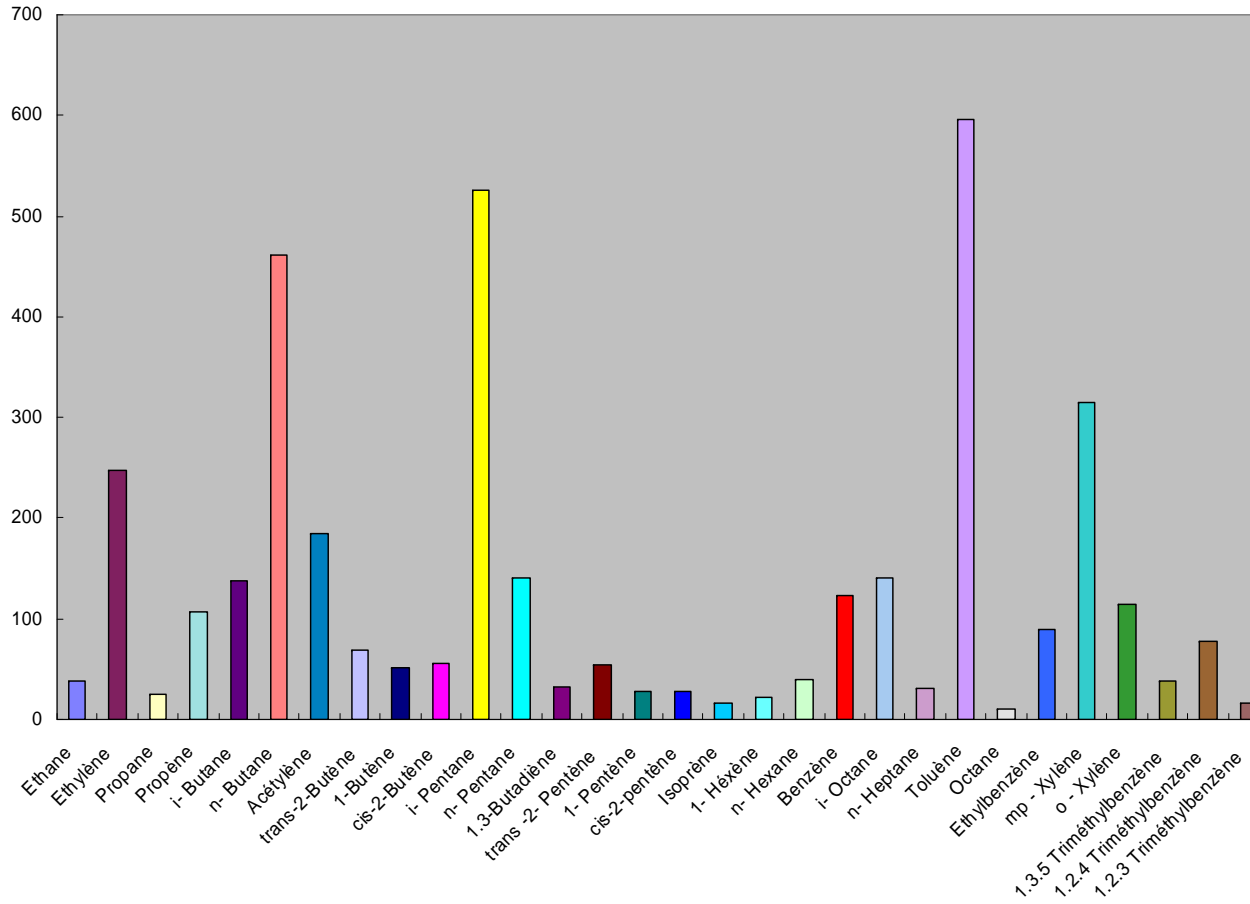
Les graphiques, pages suivantes, illustrent les résultats obtenus.

La fréquentation du parking influence énormément les teneurs relevées en composés organiques volatils. En effet, les teneurs ces différents composés sont nettement plus élevées le 27 décembre à 15h30 que le 30 décembre à 10h00 où la fréquentation du parking était réduite.

De très fortes concentrations, notamment en benzène ($123 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et toluène ($597 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont mesurées le 27 décembre.

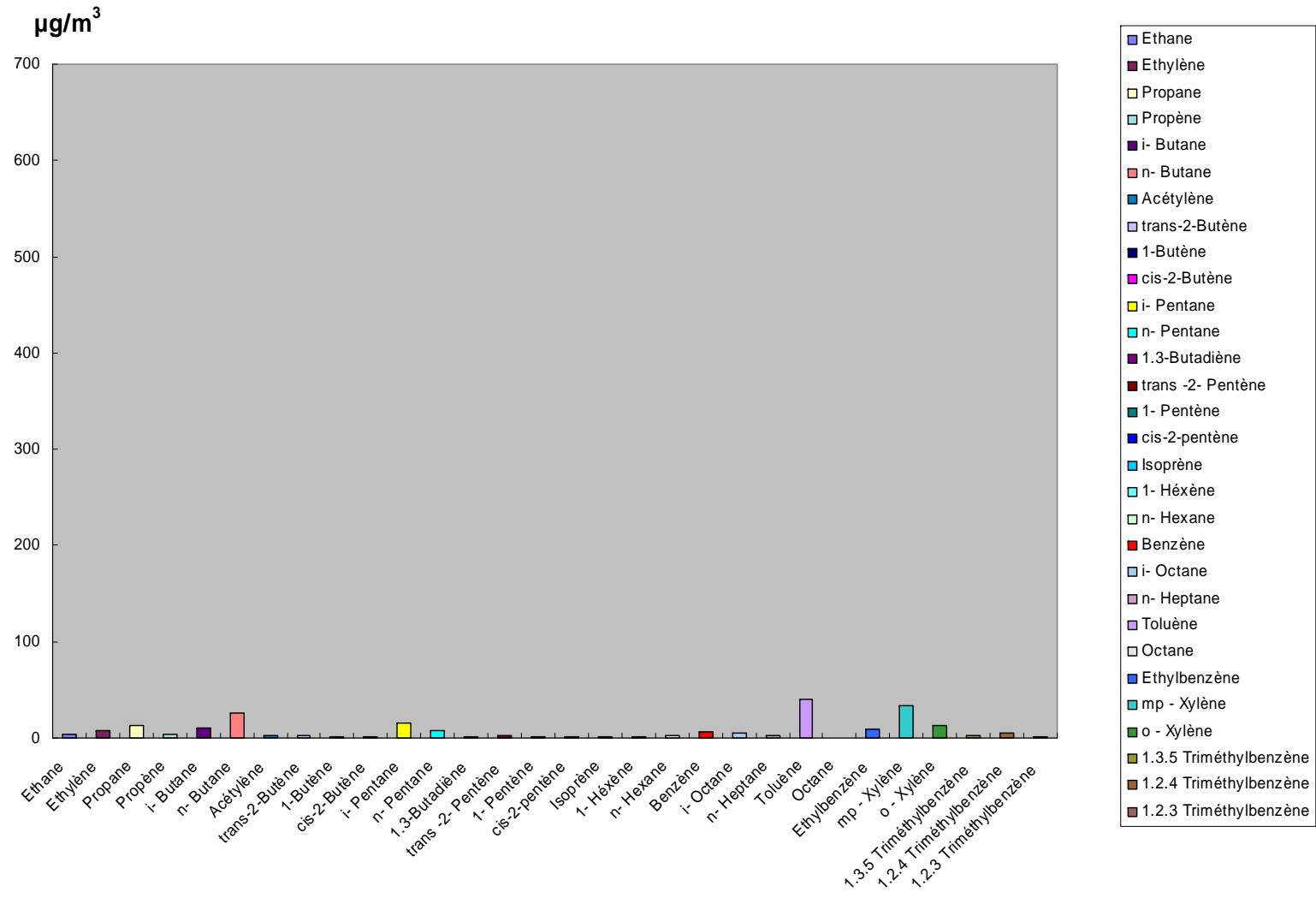
COV le 27 décembre 2002 à 15h30

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



- Ethane
- Ethylène
- Propane
- Propène
- i- Butane
- n- Butane
- Acétylène
- trans-2-Butène
- 1-Butène
- cis-2-Butène
- i- Pentane
- n- Pentane
- 1.3-Butadiène
- trans -2- Pentène
- 1- Pentène
- cis-2-pentène
- Isoprène
- 1- Héxène
- n- Hexane
- Benzène
- i- Octane
- n- Heptane
- Toluène
- Octane
- Ethylbenzène
- mp - Xylène
- o - Xylène
- 1.3.5 Triméthylbenzène
- 1.2.4 Triméthylbenzène
- 1.2.3 Triméthylbenzène

COV le 30 décembre 2002 à 10h00



VI.7. Comparaison avec les valeurs de référence du CSHP

Les indicateurs de pollution à retenir sont le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote.

CO

- La valeur de 104 mg/m^3 sur 15 minutes n'a pas été atteinte, le maximum étant de $44,5 \text{ mg/m}^3$ le 8/01 à 17h.
La valeur de 58 mg/m^3 sur 30 minutes n'a pas été dépassée.

NO₂

- La teneur de $0,4 \text{ ppm}$ ($764 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) sur une période de 15 minutes est dépassée puisque la valeur maximale relevée était de $780 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ le 26/12 à 16h30.

NO

- La teneur de 4 ppm ($5000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) sur une période de 15 minutes n'a pas été dépassée, la valeur maximale atteinte étant de $3921 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ le 13/12 à 10h15.

VII. CONCLUSION

Cette étude a permis de prendre connaissance des concentrations de polluants dans un environnement clos dont le renouvellement d'air ne peut s'effectuer que par ventilation forcée.

Les teneurs des différents polluants mesurées dans le parking sont nettement plus élevées que celles que l'on peut retrouver à l'extérieur.

Durant la campagne de mesure, les recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France pour le monoxyde de carbone et le monoxyde d'azote ont été respectées. Cependant celle du dioxyde d'azote a été dépassée le 26 décembre.

Aucune recommandation pour les poussières fines n'existe du fait du faible nombre de mesures réalisées dans les parkings. Les poussières pourraient être un paramètre non négligeable à prendre en compte dans un endroit clos, exclusivement influencé par les émissions provenant des véhicules (frottements des pneus, suies...), compte tenu de leur impact sanitaire important.

Le parc automobile ayant tendance à s'orienter vers un nombre de véhicules diesels plus important, il pourrait être envisagé dans le parking un détecteur d'oxydes d'azote, couplé à la ventilation.

En effet, le monoxyde de carbone (CO) est émis principalement par les véhicules essence du fait d'un défaut d'air lors de la combustion du carburant. A contrario, le monoxyde d'azote (NO) est émis principalement par les véhicules diesels car le moteur fonctionne à haute température.

ANNEXE