

Surveillance de la qualité de l'air

Étude de l'impact d'un revêtement routier spécifique sur les concentrations en oxydes d'azote dans l'air ambiant de Limoges

Étude réalisée à la demande de Limoges Métropole

Périodes de mesure : avril et septembre - octobre 2018

Commune et département d'étude : Limoges, Haute-Vienne (87)

Référence : URB_EXT_17_058

Version finale du : 01/04/2019

Auteur(s) : Florie CHEVRIER
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :
E-mail : contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Titre : Étude d'impact d'un revêtement spécifique sur les concentrations en NO_x en air ambiant

Reference : URB_EXT_17_058

Version : finale du 01/04/2019

Nombre de pages : 22 (couverture comprise)

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Florie Chevrier	Agnès Hulin	Rémi Feuillade
Qualité	Ingénieure d'études	Responsable du service Études, Modélisation et Amélioration des connaissances	Directeur Délégué Production Exploitation
Visa			

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur 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.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmo-nouvelleaquitaine.org)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100.

Sommaire

1. Contexte et objectif	5
2. Mise en œuvre des mesures	6
2.1. Sites de prélèvement	6
2.2. Polluants suivis et méthodes de mesure	6
2.2.1. Généralités sur les oxydes d'azote	6
2.2.2. Réglementation	7
2.2.3. Matériel et méthode.....	7
2.3. Bilan des mesures.....	7
3. Conditions météorologiques	9
4. Résultats	11
4.1. Situation globale	11
4.2. Profils journaliers	13
4.3. Influence de la fréquentation du parking	14
4.4. Impact du revêtement NOxer®	15
5. Conclusion	18

Annexes

ANNEXE 1 : Représentation statistique des données à l'aide de « boxplot »	21
--	-----------

Polluants

- NO monoxyde d'azote
- NO₂ dioxyde d'azote
- NO_x oxydes d'azote

Unités de mesure

- µg microgramme (= 1 millionième de gramme = 10⁻⁶ g)
- m³ mètre cube

Abréviations

- COFRAC COmité Français d'ACrréditation
- CHU Centre Hospitalier Universitaire
- TU Temps Universel

1. Contexte et objectif

Un procédé de dépollution de l'air a été développé par Eurovia, appelé NOxer®. Ce procédé a la particularité de neutraliser une partie des gaz d'échappement des véhicules à travers l'élimination des oxydes d'azote (NO_x). Le principe repose sur l'utilisation du dioxyde de titane (TiO₂) : exposé au rayonnement solaire, le TiO₂ réagit en favorisant la réaction chimique (oxydation) entre les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxygène de l'air (O₂), les éliminant ainsi de la phase gazeuse pour former des composés azotés stables qui sont ensuite neutralisés et lessivés par la pluie.

Limoges Métropole, ayant déjà utilisé ce revêtement sur un des parkings de l'agglomération, a souhaité connaître l'efficacité de ce revêtement sur les concentrations en NO_x mesurées en air ambiant afin d'étendre ou non ce dispositif sur un ensemble de parking et de carrefours de l'agglomération.

Dans ce cadre, une campagne de mesure en deux phases a été effectuée : avant et après la pose d'un revêtement sur un nouveau parking. Pour chacune des phases, deux analyseurs d'oxydes d'azote ont été placés en parallèle à deux endroits du parking, l'un où le revêtement a été appliqué et l'autre dans une zone sans revêtement, afin de s'affranchir au maximum des conditions météorologiques.

2. Mise en œuvre des mesures

2.1. Sites de prélèvement

Deux moyens de mesure mobiles équipés d'un analyseur d'oxydes d'azote (NO_x) ont été positionnés sur l'un des parkings du CHU de Limoges, rue du Docteur Raymond Marcland (Figure 1).

Ce parking orienté sud-ouest/nord-est est dans un ensoleillement favorable à une bonne efficacité du revêtement NOxer®. Le parking est très fréquenté : entre 800 et 850 véhicules par jour avec une rotation moyenne de 63 véhicules par heure.

L'étude s'est déroulée en deux phases : une première sans revêtement et une deuxième suite à la pose du revêtement NOxer® au niveau du site 2.

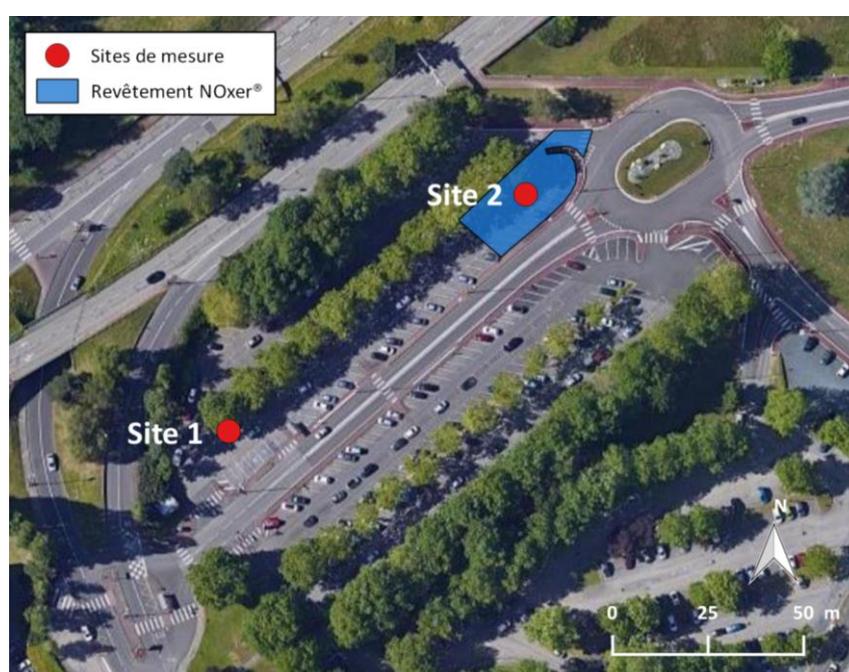


Figure 1 : Localisation des sites de mesure

2.2. Polluants suivis et méthodes de mesure

2.2.1. Généralités sur les oxydes d'azote

Le terme « oxydes d'azote » désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés se forment par des processus de combustion. Le monoxyde d'azote (NO) anthropique est formé lors des combustions à haute température (moteurs thermiques ou chaudières). Plus la température de combustion est élevée et plus la quantité de NO générée est importante. Au contact de l'air, le NO est rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO₂). En air extérieur urbain, les sources principales sont liées aux transports, ainsi qu'aux installations de combustion et au chauffage.

Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès 200 µg/m³, entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Les NO_x interviennent dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère dont il est l'un des précurseurs. Ils contribuent également au phénomène des pluies acides ainsi qu'à l'eutrophisation des cours d'eau et des lacs.

2.2.2. Réglementation

Type de seuil	Type de moyenne	Valeurs à respecter et dépassements autorisés
valeur limite	annuelle	40 µg/m ³
	horaire	200 µg/m ³ avec 18 heures par an de dépassement autorisé

Tableau 1 : Réglementation européenne pour le NO₂ (Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010)

2.2.3. Matériel et méthode

Atmo Nouvelle-Aquitaine a réalisé des mesures d'oxydes d'azote NO_x en deux points du parking, selon la méthode indiquée dans le Tableau 2.

Caractéristique mesurée	Matériel	Principe de la méthode	Référence de la méthode	Accréditation
concentration en oxydes d'azote (NO _x)	analyseur automatique	dosage du dioxyde d'azote et du monoxyde d'azote par chimiluminescence	NF EN 14211	 COFRAC ESSAIS ACCREDITATION COFRAC N° 1-6354* Portée disponible sur www.cofrac.fr

Tableau 2 : Matériel et méthode de mesure

* Les avis et interprétations ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. Toute utilisation des données d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, couvertes par l'accréditation doit faire mention : "Ces essais ont été réalisés par Atmo Nouvelle-Aquitaine – Accréditation n°1-6354, portée disponible sous www.cofrac.fr"

2.3. Bilan des mesures

La campagne de mesure s'est déroulée en deux phases :

- la première phase a eu lieu du 6 au 27 avril 2018 avant l'application du revêtement NOxer®
- la deuxième phase s'est déroulée du 24 septembre au 2 novembre 2018 après l'application du revêtement NOxer®.

Le calendrier des mesures est présenté sur la Figure 2.

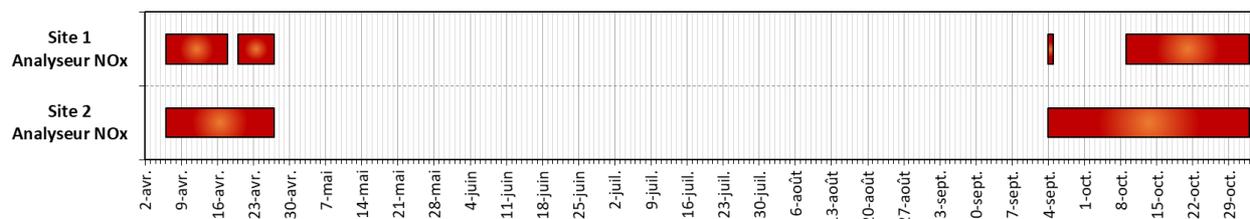


Figure 2 : Planification des mesures

Le Tableau 3 présente le taux de fonctionnement du dispositif de mesure des NO_x utilisé pour chaque site.

%	Site 1	Site 2
Phase 1	92	100
Phase 2	64	96

Tableau 3 : Taux de fonctionnement des analyseurs de NO_x utilisés dans le cadre de cette campagne pour chaque phase de mesure

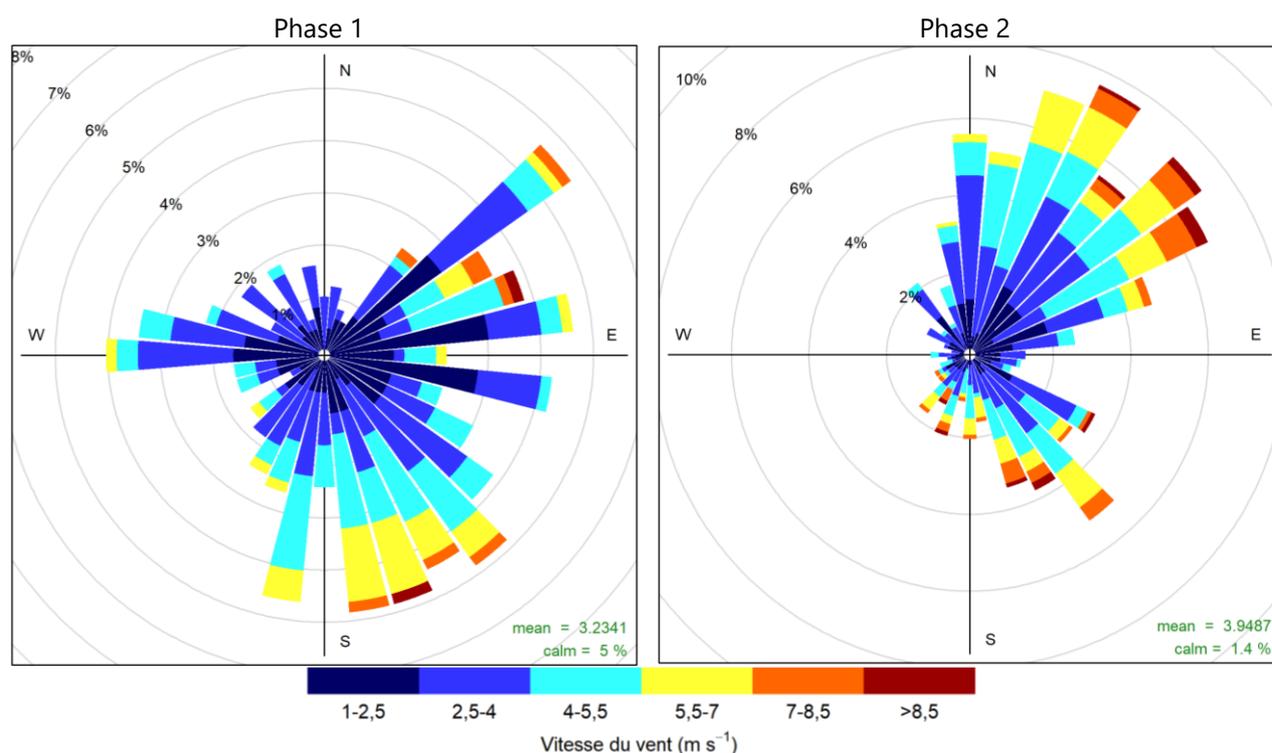
Pour une comparaison plus juste des données, seules les périodes où les analyseurs des deux sites fonctionnaient simultanément sont prises en compte dans le traitement des données.

3. Conditions météorologiques

Les résultats ci-dessous ont été élaborés à partir des mesures enregistrées par la station de Météo-France « Limoges - Bellegarde » pendant les deux phases de mesure :

- phase 1 : du 6 au 27 avril 2018,
- phase 2 : du 24 septembre au 2 novembre 2018.

La Figure 3 présente les roses des vents associées aux vitesses de vents et aux directions de vents mesurées lors des deux phases de la campagne. Au cours des deux phases, moins de 5 % des vents ont été calmes (inférieurs à 1 m/s). Ces vents étant trop faibles pour que leur direction soit établie, ils ne sont pas pris en compte dans la Figure 3. Les vents dominants (35 % des vents lors de la première phase et 37 % des vents lors de la seconde phase) ont été compris entre 2,5 et 4 m/s. Ces vents ont été issus de diverses directions lors de la phase 1 tandis qu'au cours de la deuxième phase ils ont été principalement issus d'un large secteur nord-est. Les vents les plus forts (supérieurs à 5,5 m/s) enregistrés (9 % des vents lors de la première phase et 17 % des vents lors de la seconde phase) ont été principalement issus d'un large secteur sud au printemps 2018 puis d'un secteur nord-est au cours de l'automne 2018. Ainsi, au vu de ces données, la phase 1 semble plus propice à une faible dispersion des polluants et donc à étudier une pollution locale, telle que les émissions liées aux véhicules présents sur le parking, tandis que lors de la phase 2, les polluants émis localement seront plus dispersés.



La deuxième phase de mesure a été plus pluvieuse que la première avec un cumul de précipitations de 43,4 mm contre 30,4 mm lors de la phase 1 (Figure 4). Le maximum horaire a été de 2,6 mm atteint le 9 avril à 23h et le 15 octobre à 6h (heure TU). Les périodes les plus chaudes ont été associées à peu ou pas de précipitations (Figure 4).

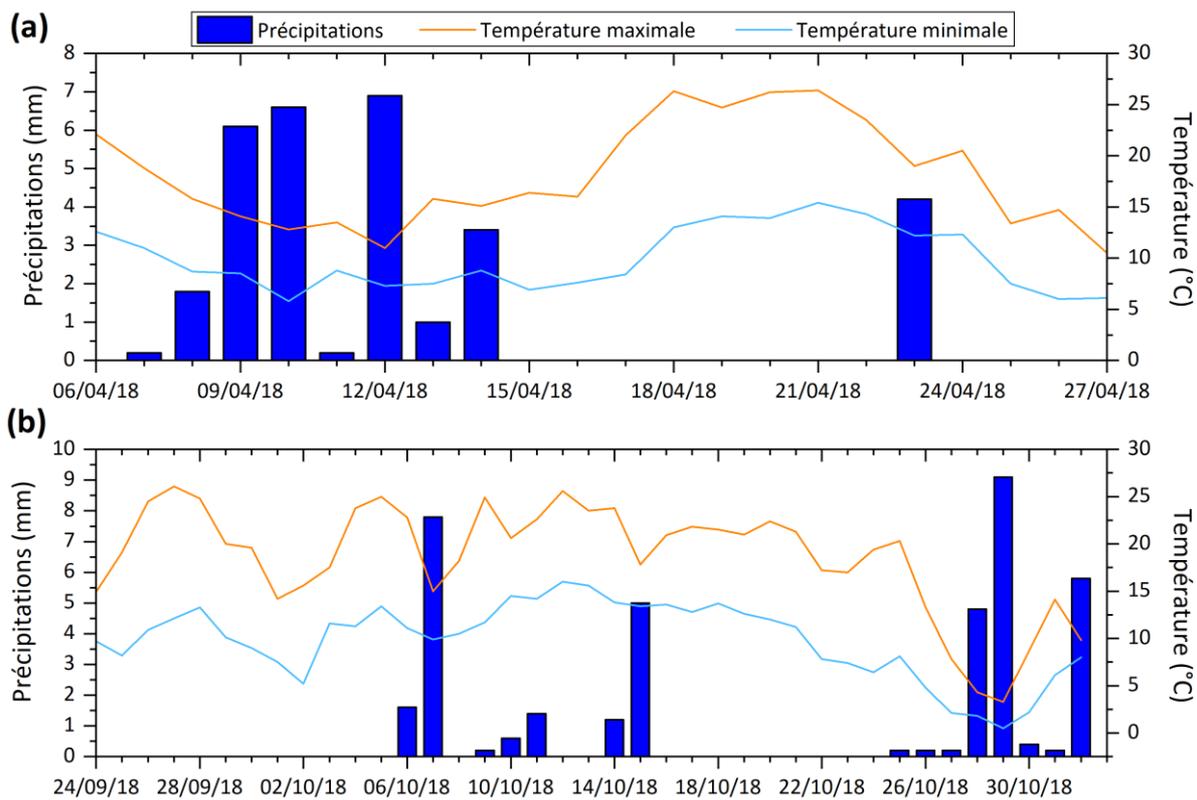


Figure 4 : Pluviométrie et températures minimale et maximale enregistrées à Limoges - Bellegarde lors (a) de la phase 1 et (b) de la phase 2 de mesure (données journalières)

4. Résultats

Dans la suite du rapport, des comparaisons entre les valeurs obtenues sur les sites de mesure lors de cette campagne, qui s'est déroulée sur un mois, et les seuils réglementaires basés sur des valeurs annuelles, sont uniquement fournies à titre d'information compte tenu des échelles temporelles différentes.

Deux stations à proximité de la zone d'étude ont été utilisées afin d'avoir un point de comparaison entre les données de l'étude et les données mesurées en continu dans la ville de Limoges. Les deux stations utilisées sont :

- ➔ Limoges - Aine (45°49'47.93"N, 1°15'17.19"E) : station fixe sous influence du trafic routier d'Atmo Nouvelle-Aquitaine depuis 2009. Cette station, située Place d'Aine où passent environ 30 000 véhicules par jour, mesure essentiellement des concentrations en polluants provenant du trafic routier.
- ➔ Limoges - Présidial (45°49'51.84"N, 1°15'24.72"E) : station fixe de fond urbain d'Atmo Nouvelle-Aquitaine depuis 1998 située à côté d'un petit parking et d'une cour intérieure. Cette station, située dans un quartier urbain dense (bâtiments d'habitation, école, etc.) sans proximité directe d'un axe routier important, est, à priori, influencée par diverses sources telles que les transports et les sources domestiques.

4.1. Situation globale

Les résultats obtenus sur le parking du CHU de Limoges lors des deux phases de mesure, ainsi que les concentrations de deux stations fixes de Limoges sur ces mêmes périodes sont représentés sur la Figure 5.

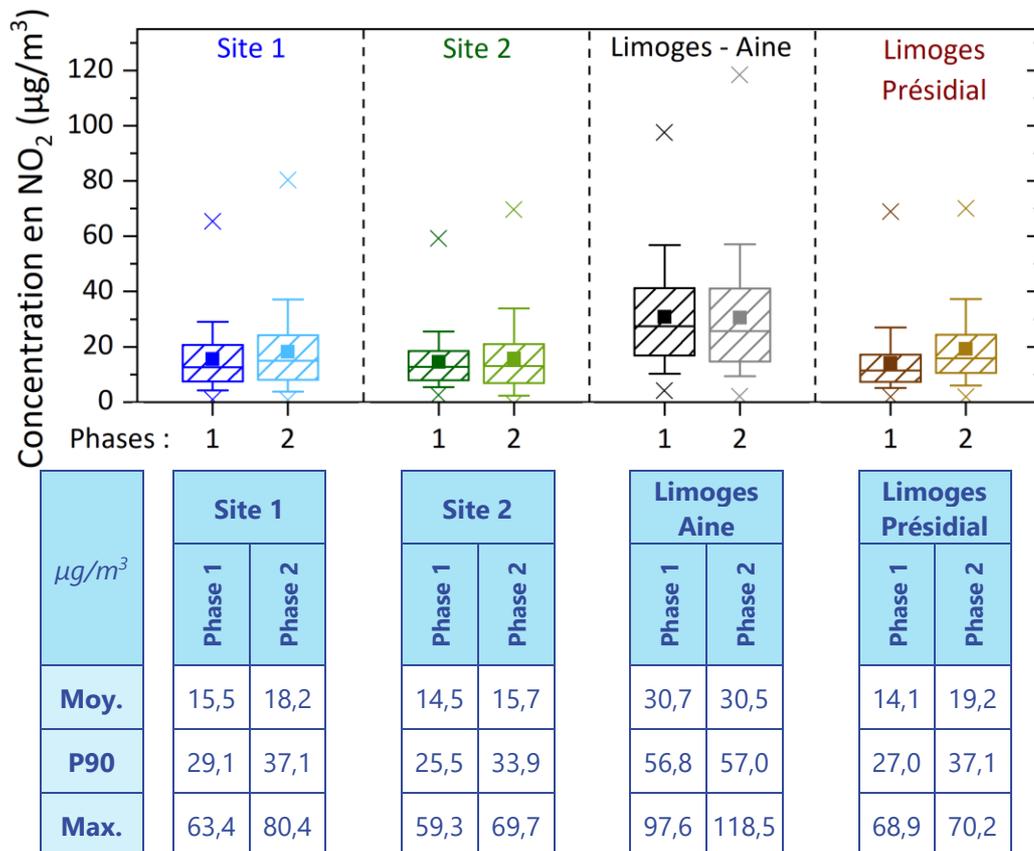


Figure 5 : Concentrations horaires de NO₂ sur les deux stations positionnées sur le parking du CHU de Limoges et de deux stations fixes de Limoges (Aine et Présidial) pour les deux phases de la campagne (explication de la représentation en « boxplot » en Annexe 1)

Le seuil de recommandations et d'information de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire, correspondant à la recommandation de l'OMS, n'a jamais été dépassé sur les sites de l'étude et également dans la ville de Limoges.

La valeur limite pour le NO_2 est définie à l'échelle annuelle. Les résultats sur un à deux mois sur les sites de mesure ne peuvent être comparés qu'à titre purement indicatif : ici les valeurs moyennes pour le NO_2 sont inférieures à la valeur limite qui est de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'échelle annuelle.

Les deux stations de l'étude, installées sur le parking du CHU de Limoges ont enregistré des concentrations en NO_2 du même ordre de grandeur que celles du centre-ville de Limoges (station Limoges - Présidial) et bien inférieures aux concentrations en NO_2 d'un site sous influence du trafic routier (Limoges - Aine).

L'évolution temporelle des concentrations en NO_2 est représentée sur la Figure 6. Que ce soit au cours de la phase 1 ou de la phase 2, il existe une coévolution très marquée entre les concentrations en NO_2 mesurées sur les sites de l'étude et celles mesurées sur le site de fond urbain Limoges - Présidial. Cette coévolution montre que les concentrations en NO_2 mesurées sur le parking du CHU de Limoges sont principalement gouvernées par un fond urbain plutôt que par les véhicules circulant uniquement sur le parking étudié.

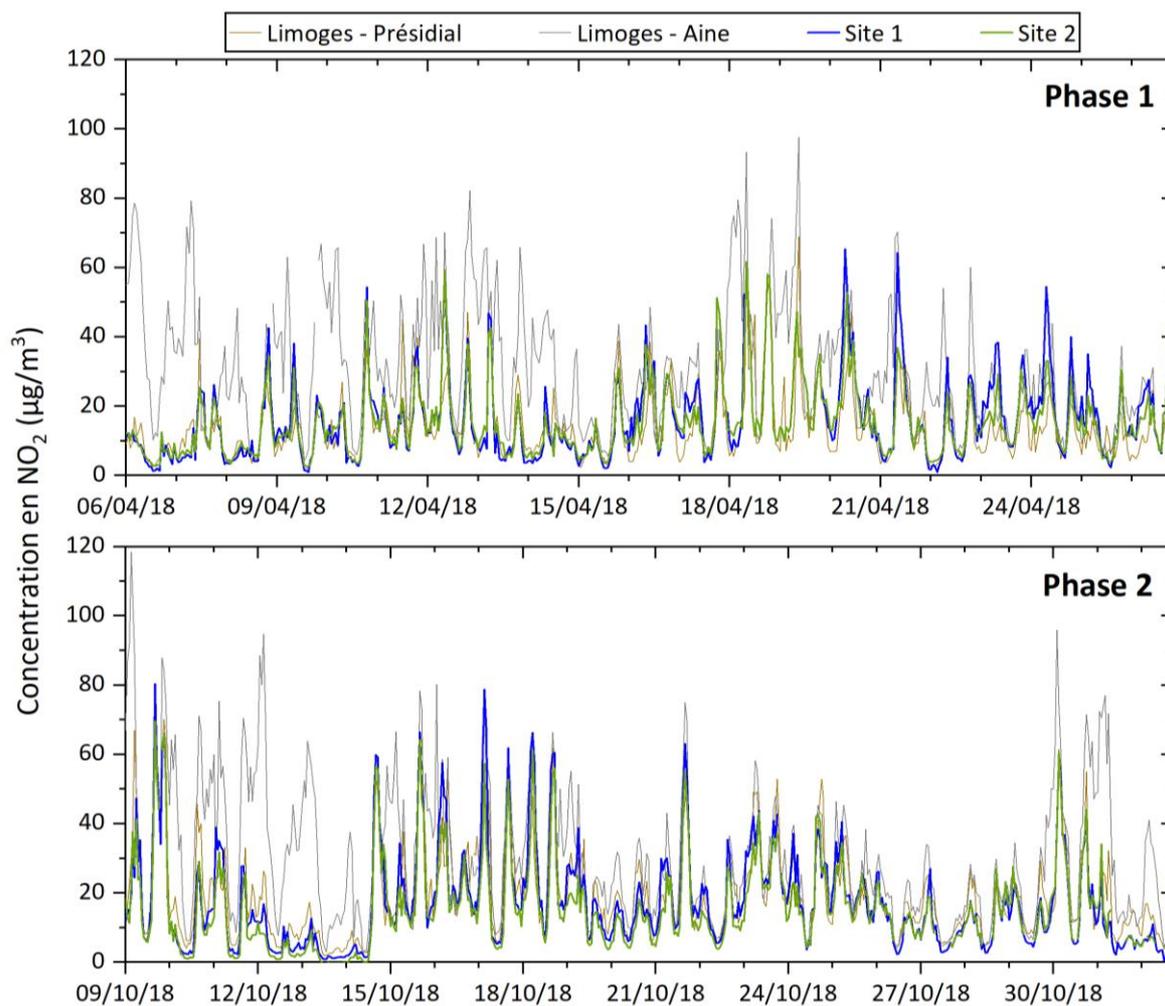


Figure 6 : Évolution temporelle des concentrations horaires de NO_2 sur les deux stations positionnées sur le parking du CHU de Limoges et de deux stations fixes de Limoges (Aine et Présidial) pour les deux phases de la campagne

Au cours de la phase 2, en plus de la mesure réglementaire, une mesure de NO_x a été réalisée sur le site 2 à 30 cm du sol. La Figure 7 présente l'évolution temporelle des concentrations en NO_2 et NO à deux hauteurs de prélèvement différentes. En moyenne, à 30 cm au-dessus du sol, la concentration est 13 à 19 % plus élevée qu'à 2 m au-dessus du sol, respectivement pour le NO_2 et le NO .

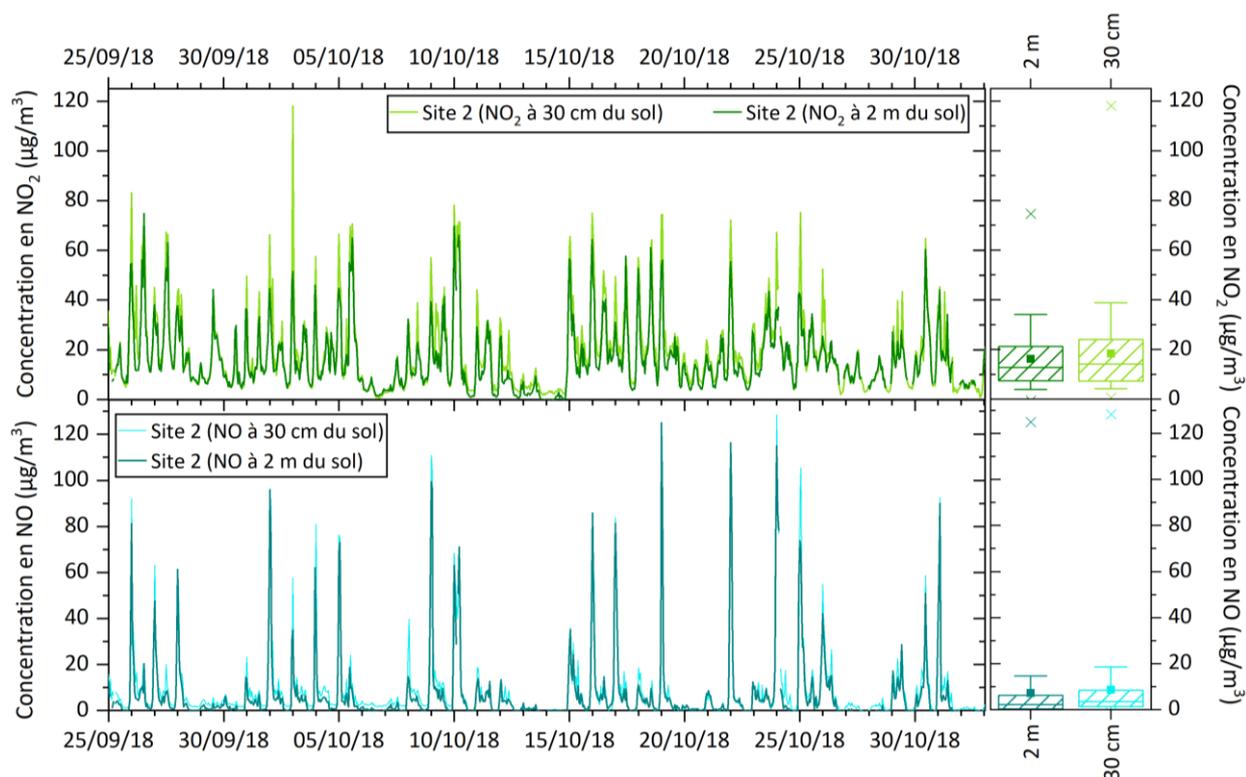


Figure 7 : Évolution temporelle et boxplot des concentrations en NO_2 et NO sur le site 2 au cours de la phase 2 à 30 cm du sol et en mesure réglementaire à 2 m du sol

4.2. Profils journaliers

La Figure 8 présente les profils journaliers moyens des jours de semaine et des jours de weekend lors des deux phases de la campagne. Elle met en évidence des différences de concentrations entre la journée et la nuit et entre les jours de semaine et les jours de weekend. En effet, les concentrations sont plus faibles le weekend dues à une diminution de la circulation automobile et les différences de concentrations dans la journée sont moins marquées que les jours de semaine.

Les profils moyens des jours de semaine sont caractérisés par un pic de concentration dans la matinée (6-8h TU) et un autre dans la soirée (18-20h TU), ce qui est typique de l'influence du trafic routier. Le site de Limoges - Aine, qui est un site fortement influencé par le trafic routier, présente des concentrations moyennes plus élevées que sur les trois autres sites (jusqu'à $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 18h TU) et avec des augmentations de concentrations moins marquées du fait d'une influence plus régulière de la pollution automobile.

Les deux sites de l'étude présentent des évolutions semblables et du même ordre de grandeur que le site de fond urbain Limoges - Présidial.

De plus, lors de la première phase de l'étude (avant la pose du revêtement), les concentrations en NO_2 enregistrées sur les deux sites étaient quasi identiques, à l'exception du pic du soir où le site 2 présentait des concentrations légèrement plus faibles. En moyenne sur cette phase, les concentrations du site 2 étaient 4 % plus faible et 5 % plus élevées que les concentrations du site 1 respectivement les jours de semaine et les jours de weekend. Lors de la deuxième phase de l'étude (après la pose du revêtement), les concentrations en NO_2 sur le site 2 sont presque systématiquement inférieures à celles enregistrées sur le site 1. En moyenne sur cette deuxième phase, les concentrations du site 2 étaient 12 à 24 % plus faibles que les concentrations du site 1 respectivement les jours de semaine et les jours de weekend.

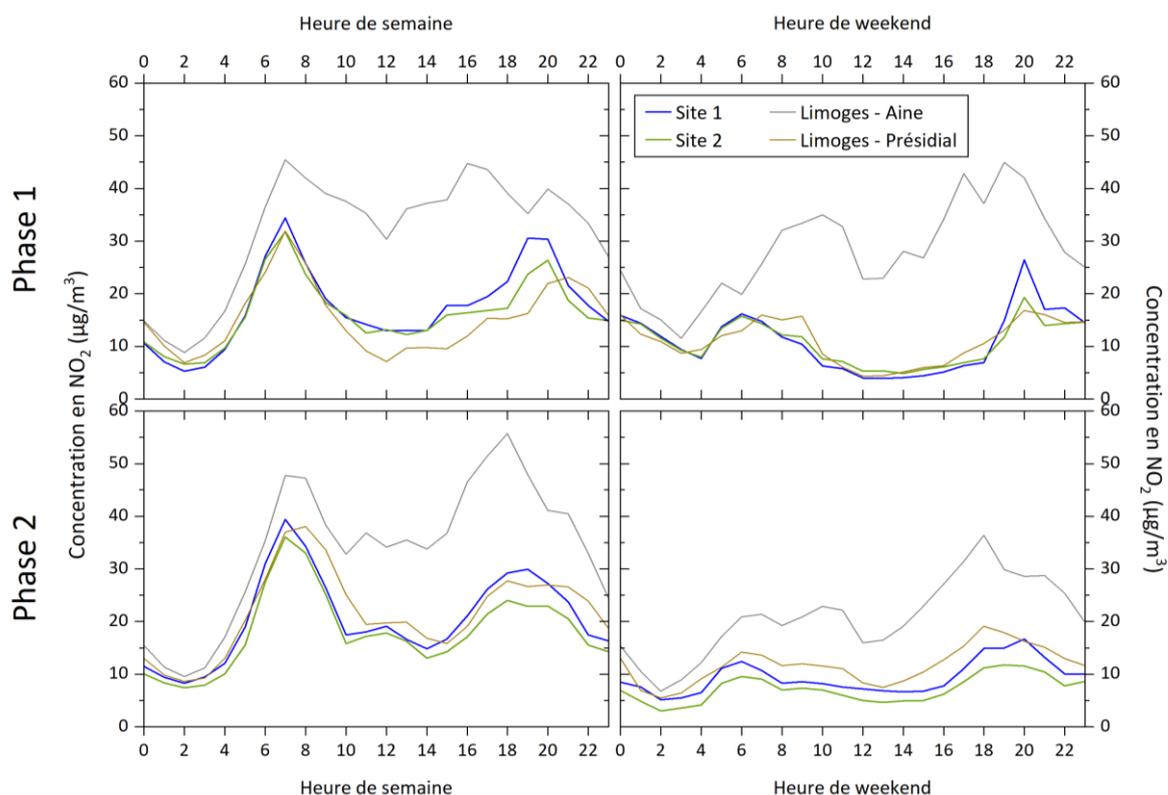


Figure 8 : Profils journaliers moyens des concentrations en NO₂ sur les deux stations positionnées sur le parking du CHU de Limoges et de deux stations fixes de Limoges (Aine et Présidial) pour les deux phases de la campagne lors des jours de semaine et le week-end (heures basées sur l'heure TU)

D'après des études réalisées par Eurovia¹, environ 30 % des NO_x sur site seraient transformés à proximité immédiate des voitures et ce revêtement serait à l'origine d'une élimination d'environ 15 % de la pollution globale sur 20 m de hauteur.

L'étude des profils journaliers a montré qu'il existe une différence pouvant aller jusqu'à 24 % après la pose du revêtement entre les concentrations mesurées dans la zone du revêtement et hors zone de revêtement. De plus, l'étude des moyennes des concentrations sur l'ensemble de la période de mesure montre une concentration moyenne sur le site où le revêtement a été utilisé plus faible de 14 % par rapport au site sans revêtement. Cependant, au cours de la phase 1 (sans revêtement), le site 2 présentait également une concentration moyenne 6 % plus faible que le site 1.

Ainsi ces résultats ne permettent pas de conclure à un effet mesurable de la présence du revêtement NOxer® sur la concentration en NO₂ dans le contexte de l'étude car il existe une grande variabilité des mesures entre le site 1 et le site 2 au cours de la phase sans revêtement qui peut être notamment induite du fait de l'incertitude de la mesure.

4.3. Influence de la fréquentation du parking

Un comptage de véhicules a été effectué aux deux entrées du parking du CHU de Limoges, dans les deux sens de circulation (entrée et sortie) par Limoges Métropole dans la période du 17 au 23 avril 2018. La Figure 9 présente l'évolution du nombre de véhicules et de la concentration en NO₂ et en NO mesurée au niveau du parking sur cette même période. Les concentrations en oxydes d'azotes semblent influencées par la fréquentation du parking, notamment les 16, 17 et 22 avril, où les hausses des concentrations ont eu lieu vers

¹ Rousseau, P., Drouadaine, I., Mazé, M. 2009. Le procédé NOxer® : du développement aux mesures de dépollution sur site. RGRA. N°876.

6h, lors de fortes affluences sur ce parking. Cependant, le parking n'est pas la seule source d'oxydes d'azote car les concentrations en NO₂ sur le site de fond de Limoges - Présidial augmentent également sur ces mêmes périodes. De plus, les fortes concentrations en NO₂ observées vers 19-20h ne sont pas liées à la fréquentation du parking car très peu de véhicules sont entrés ou sortis.

Ainsi, même si la fréquentation du parking du CHU de Limoges a un impact sur les concentrations en oxydes d'azote mesurées sur ce même parking, elle n'est pas la source majoritaire : le fond urbain a un impact significatif sur ces concentrations.

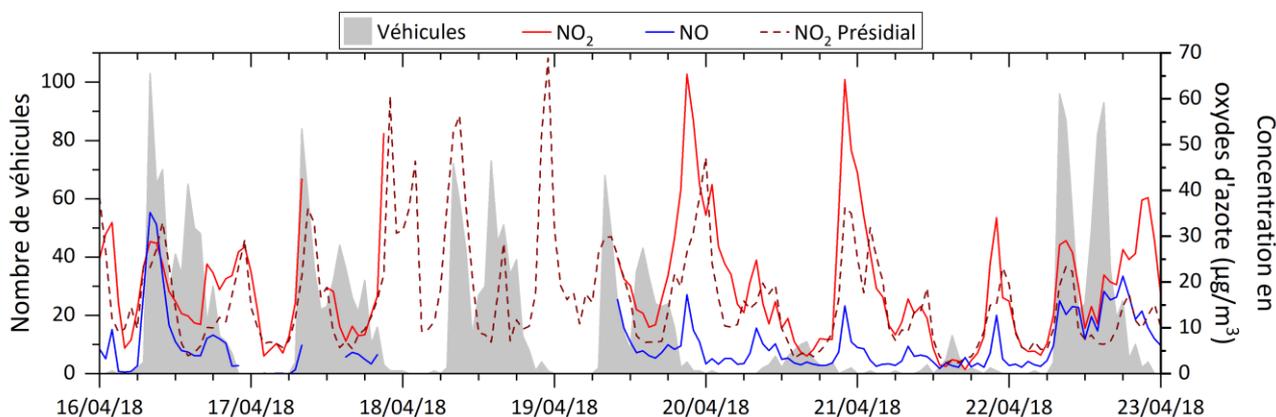


Figure 9 : Évolution temporelle des concentrations horaires en NO₂, NO et du nombre de véhicules au niveau des deux accès au parking du CHU de Limoges entre le 16 et le 23 avril 2018. L'évolution temporelle des concentrations horaires en NO₂ mesurées sur le site de fond de Présidial est représentée en pointillé.

4.4. Impact du revêtement NOxer®

La Figure 10 et la Figure 11 présentent une analyse plus détaillée des données, exploitant la haute résolution temporelle des analyseurs, en comparant les données quart-horaires des deux sites de l'étude.

Cette analyse ne permet pas de mettre en évidence d'effet du revêtement NOxer® sur les concentrations de NO_x. En effet, l'analyse de l'ensemble des concentrations quart-horaires de NO₂ enregistrées n'indique pas de changement notable entre la phase 1 (sans revêtement) et la phase 2 (avec revêtement sur le site 2) du projet (Figure 10). De plus, l'analyse des concentrations en NO mesurées au cours de la phase 2 confirme que la quantité de NO présente dans l'atmosphère de la zone de présence du revêtement (site 2) est similaire à celle de la zone sans revêtement (site 1) (pente égale à 0,97) (Figure 11).

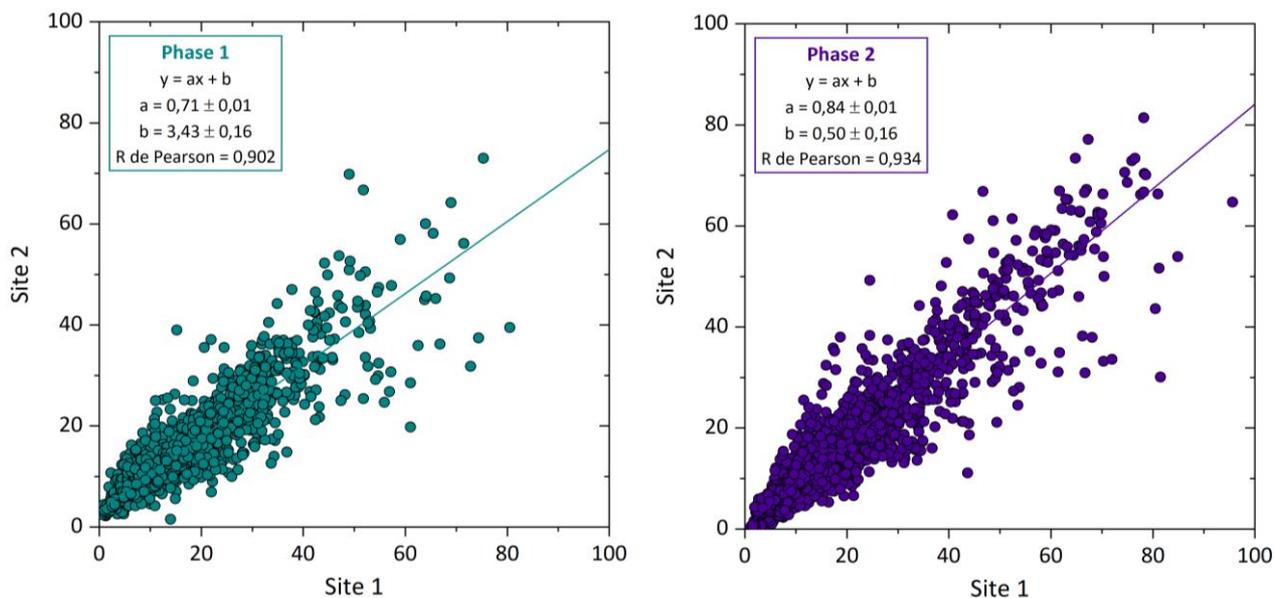


Figure 10 : Corrélations des concentrations en NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre le site 1 et le site 2 lors des deux phases de l'étude (données quart-horaires)

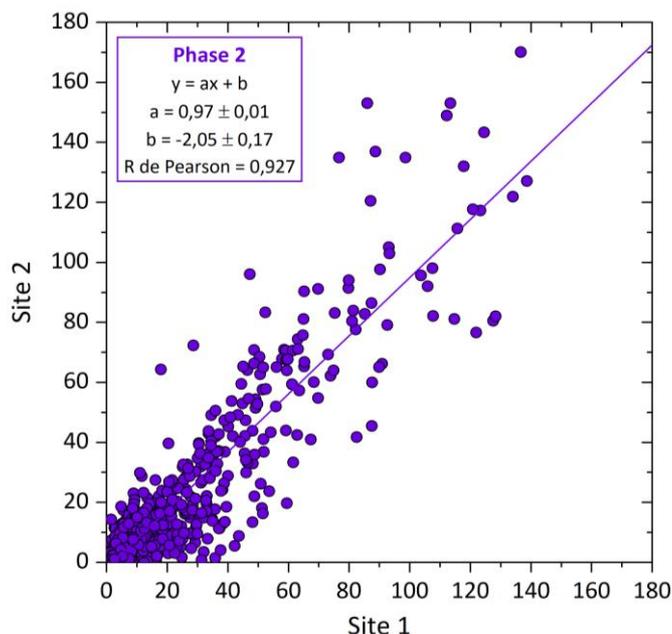


Figure 11 : Corrélations des concentrations en NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre le site 1 et le site 2 lors de la deuxième phase de l'étude (données quart-horaires)

Afin de s'affranchir de toute variabilité environnementale et météorologique, le rapport des concentrations journalières en NO_2 du site 2 (avec revêtement) sur celles du site 1 (sans revêtement) a été calculé pour les deux phases de l'étude (Figure 12). De plus, l'efficacité du revêtement $\text{NO}_x\text{er}^\circledast$ étant maximale lorsqu'il est exposé au rayonnement solaire, ce rapport peut être comparé à la durée d'ensoleillement par jour enregistrée à la station Météo-France Limoges - Bellegarde lors de la phase 2 (Figure 12).

Ainsi, il a été mis en évidence que :

- lors de la première phase de l'étude : le ratio reste proche de 1 à l'exception des six derniers jours
- lors de la deuxième phase (après la pose de revêtement au niveau du site 2) : le ratio est systématiquement inférieur à 1 à l'exception des sept derniers jours.

En comparant l'évolution de ce ratio avec la durée d'ensoleillement lors de la deuxième phase du projet, l'influence de l'ensoleillement semble être importante. En effet, les valeurs les plus élevées de ce ratio ont été enregistrées lors d'un faible ensoleillement et notamment lors de journées pluvieuses (cf. Figure 4b). Les valeurs

les plus faibles de ce ratio (inférieures à 0,8) ont, quant à elles, été enregistrées lors de jours dépassant 440 minutes d'ensoleillement et sans précipitation (sept jours). Cependant, l'influence de l'ensoleillement ne permet pas de conclure à une réelle efficacité de ce revêtement notamment au regard des valeurs du ratio lors des six derniers jours de la phase 1 (sans revêtement) (ratio compris entre 0,7 et 1).

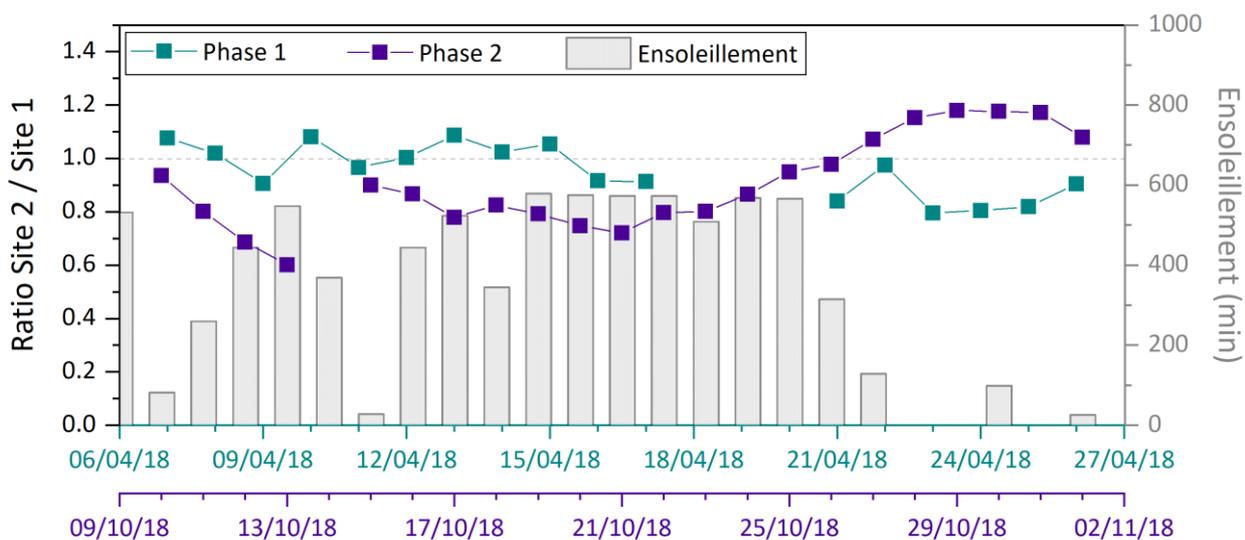


Figure 12 : Évolution du rapport des concentrations journalières en NO₂ du site 2 sur le site 1 au cours des deux phases de l'étude et durée d'ensoleillement par jour enregistrées à la station Météo-France Limoges - Bellegarde lors de la phase 2

5. Conclusion

Un procédé de dépollution de l'air, développé par Eurovia et appelé NOxer® a été utilisé sur un des parkings de l'agglomération de Limoges Métropole. Afin de connaître l'efficacité de ce revêtement sur les concentrations en oxydes d'azote (NO_x) mesurées en air ambiant une campagne de mesure en deux phases a été effectuée : avant et après la pose d'un revêtement sur le parking du CHU de Limoges. Pour chacune des phases, deux analyseurs d'oxydes d'azote ont été placés en parallèle à deux endroits du parking, l'un où le revêtement a été appliqué et l'autre dans une zone sans revêtement, afin de s'affranchir au maximum des conditions météorologiques.

Sur les deux phases de l'étude, il a été mis en évidence que l'évolution des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) et leurs niveaux mesurés sur le parking du CHU de Limoges sont très semblables à ce qui est observé sur une station de fond urbain (Limoges - Présidial).

Il a été montré que dans la zone où le revêtement a été utilisé, les concentrations en NO₂ étaient abaissées de 14 % en moyenne par rapport au site en dehors de cette zone (jusqu'à 24 % en moyenne sur les jours de semaine). De plus, l'ensoleillement semble avoir un impact favorable sur la baisse des teneurs en NO₂ dans l'atmosphère de cette zone.

Cependant, les corrélations des données quart-horaires entre les deux sites au cours des deux phases de l'étude n'ont pas permis de souligner une influence notable du revêtement NOxer® sur les concentrations mesurées en air ambiant. Enfin, compte tenu de la précision expérimentale, cette étude ne permet pas de conclure à un réel effet épuratif de ce procédé à l'échelle macroscopique dans les conditions de notre étude.

Table des figures

Figure 1 : Localisation des sites de mesure.....	6
Figure 2 : Planification des mesures.....	8
Figure 3 : Roses des vents à Limoges - Bellegarde au cours des deux phases de l'étude (données horaires).....	9
Figure 4 : Pluviométrie et températures minimale et maximale enregistrées à Limoges - Bellegarde lors (a) de la phase 1 et (b) de la phase 2 de mesure (données journalières).....	10
Figure 5 : Concentrations horaires de NO ₂ sur les deux stations positionnées sur le parking du CHU de Limoges et de deux stations fixes de Limoges (Aine et Présidial) pour les deux phases de la campagne (explication de la représentation en « boxplot » en Annexe 1).....	11
Figure 6 : Évolution temporelle des concentrations horaires de NO ₂ sur les deux stations positionnées sur le parking du CHU de Limoges et de deux stations fixes de Limoges (Aine et Présidial) pour les deux phases de la campagne.....	12
Figure 7 : Évolution temporelle et boxplot des concentrations en NO ₂ et NO sur le site 2 au cours de la phase 2 à 30 cm du sol et en mesure réglementaire à 2 m du sol.....	13
Figure 8 : Profils journaliers moyens des concentrations en NO ₂ sur les deux stations positionnées sur le parking du CHU de Limoges et de deux stations fixes de Limoges (Aine et Présidial) pour les deux phases de la campagne lors des jours de semaine et le week-end (heures basées sur l'heure TU).....	14
Figure 9 : Évolution temporelle des concentrations horaires en NO ₂ , NO et du nombre de véhicules au niveau des deux accès au parking du CHU de Limoges entre le 16 et le 23 avril 2018. L'évolution temporelle des concentrations horaires en NO ₂ mesurées sur le site de fond de Présidial est représentée en pointillé.	15
Figure 10 : Corrélations des concentrations en NO ₂ (µg/m ³) entre le site 1 et le site 2 lors des deux phases de l'étude (données quart-horaires).....	16
Figure 11 : Corrélations des concentrations en NO (µg/m ³) entre le site 1 et le site 2 lors de la deuxième phase de l'étude (données quart-horaires).....	16
Figure 12 : Évolution du rapport des concentrations journalières en NO ₂ du site 2 sur le site 1 au cours des deux phases de l'étude et durée d'ensoleillement par jour enregistrées à la station Météo-France Limoges - Bellegarde lors de la phase 2.....	17
Figure 13 : Schéma explicatif du diagramme en boîte.....	21

Table des tableaux

Tableau 1 : Réglementation européenne pour le NO ₂ (Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010).....	7
Tableau 2 : Matériel et méthode de mesure.....	7
Tableau 3 : Taux de fonctionnement des analyseurs de NO _x utilisés dans le cadre de cette campagne pour chaque phase de mesure.....	8

Annexes



ANNEXE 1 : Représentation statistique des données à l'aide de « boxplot »

Le diagramme en boîte, ou « boxplot » en anglais, est la représentation statistique d'une série de données d'observation. Cet outil graphique permet la représentation des informations de dispersion de la série de données étudiée : moyenne, médiane, valeurs extrêmes, premier et troisième quartile.

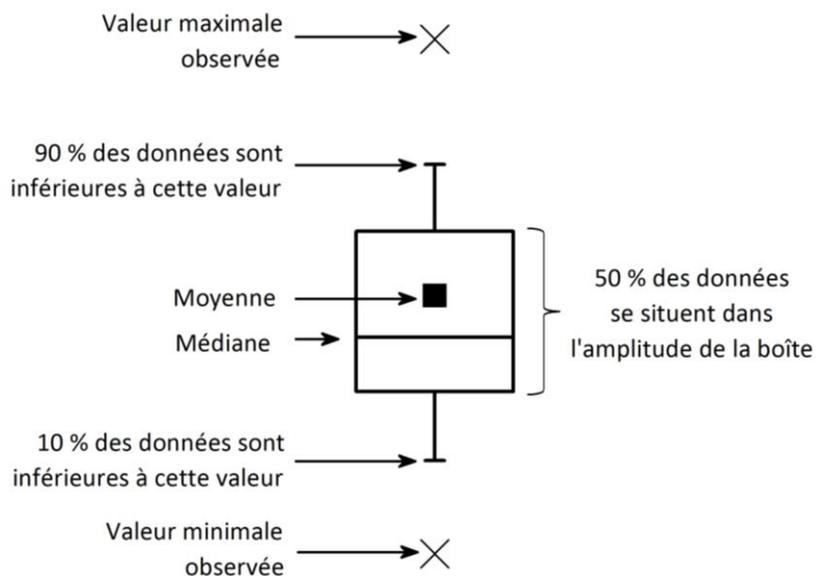
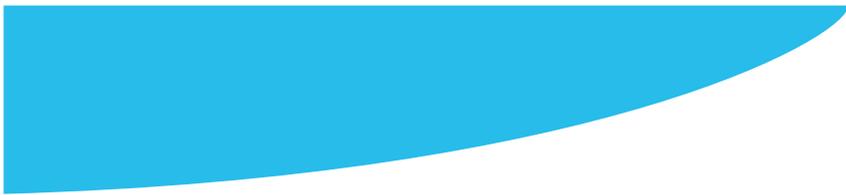


Figure 13 : Schéma explicatif du diagramme en boîte



RETROUVEZ TOUTES
NOS PUBLICATIONS SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

