



BOULEVARD DALBY À NANTES

Évaluation de l'impact de son réaménagement sur la qualité de l'air

Campagne avant travaux – 2024

air pays de
la loire
www.airpl.org



Sommaire

Synthèse	2
Introduction	3
Dispositif de mesure	4
Résultats	6
Dioxyde d'azote NO₂	6
Particules PM₁₀	10
Particules PM_{2.5}	12
Monoxyde de carbone	14
Benzène	15
Conclusions	16
Annexes	17

Contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Kristan Cuny-Guirriec,
Mise en page : Bérangère Poussin,
Exploitation du matériel de mesure : François Fauchoux,
Validation : François Ducroz, Céline Puente-Lelièvre

Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

Remerciements

Air Pays de la Loire remercie Nantes Métropole pour son aide logistique et financière lors de l'installation de la remorque-laboratoire.

Synthèse

Contexte et objectifs

La Métropole de Nantes, dans le cadre de son Plan de Déplacements Urbains, prévoit un réaménagement du Boulevard Dalby afin d'optimiser et faciliter l'accès aux mobilités douces sur cet axe particulièrement fréquenté de la Ville de Nantes. La réduction du trafic routier sur le Boulevard Dalby pourrait avoir des impacts sur la qualité de l'air environnante.

Ce rapport présente les résultats issus de la campagne initiale *avant* réaménagement. L'objectif est de :

- Suivre en continu les niveaux de polluants atmosphériques durant 2 mois sur un site localisé au Boulevard Dalby, et les comparer aux seuils réglementaires en vigueur ;
- Constituer une base de données initiales de qualité de l'air sur le transect du Boulevard Dalby en vue de pouvoir évaluer la situation après son réaménagement.

Moyens

Afin de répondre à cet objectif, un laboratoire mobile a été installé au 104 boulevard Dalby. Les polluants émis par le trafic routier (dioxyde d'azote, particules PM10 et PM2.5, monoxyde de carbone) y ont été mesurés pendant 2 mois consécutifs, du 7 mai au 8 juillet 2024. En parallèle, 3 sites de mesures passives ont été sélectionnés le long du boulevard Dalby pour y mesurer le dioxyde d'azote et le benzène sur cette même période.

Résultats

Les résultats des mesures sur le boulevard Dalby montrent que :

- Les concentrations en dioxyde d'azote sont similaires à celles mesurées sur la station permanente du boulevard Goncourt et sont caractéristiques d'un niveau de trafic routier ;
- Les concentrations en monoxyde de carbone sont faibles ($< 0,5 \text{ mg/m}^3$) sur l'ensemble de la période de mesure ;
- Les concentrations en particules PM10 et PM2.5 sont homogènes au niveau de la métropole de Nantes, sans influence significative du trafic sur le boulevard Dalby ;
- Les concentrations en benzène sont faibles ($< 1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) et homogènes le long du boulevard Dalby.

Au regard des seuils réglementaires, le tableau ci-dessous résume les principaux résultats pour les polluants mesurés le long du Boulevard Dalby :

Polluant	Concentration moyenne ($\mu\text{g/m}^3$) Boulevard Dalby	Respect des seuils réglementaires		Respect des valeurs guides OMS	
		Court-terme (horaire ou journalier)	Long-terme (annuel)	Court-terme (horaire ou journalier)	Long-terme (annuel)
NO ₂	17,7 – 19,3*	●	●	● (6 jours)	●
PM10	10,9	●	●	●	●
PM2.5	6,4	-	●	●	●
CO	165	●	-	●	-
Benzène	0,6 – 0,7	-	●	-	-

● respect, ou probabilité de respect de la valeur réglementaire. ● probabilité de dépassement de la valeur réglementaire annuelle ou de la valeur guide OMS. ● dépassement constaté de la valeur réglementaire ou de la valeur guide OMS

*les valeurs moyennes n'excluent pas des pics de concentrations horaires observés lors des trajets domicile/travail.

N.B. : lors de la campagne de mesure, la prépondérance de conditions atmosphériques dispersives (pluviométrie excédentaire, vent) a favorisé une baisse des concentrations en polluants de l'air.

Conclusions et perspectives

Ces résultats consolident une base de données de qualité de l'air qui pourra être comparée à des mesures similaires *après* la mise en place du projet de réaménagement.

Les paramètres météorologiques ayant eu une influence sur les concentrations en polluants atmosphériques, une comparaison des concentrations mesurées sur le boulevard Dalby *avant* et *après* la mise en place du projet ne sera pas suffisante pour quantifier l'impact du projet sur la qualité de l'air. Toutefois, une comparaison avec une station de référence (par exemple Goncourt) ayant été soumise aux mêmes conditions météorologiques permettra d'estimer l'influence de ces aménagements sur la qualité de l'air.

Introduction

Nantes Métropole, dans le cadre de sa politique mobilité, vise à faciliter l'accès aux mobilités douces en passant de 3 % à 12 % de part modale vélo à l'horizon 2030¹. Son Plan de Déplacements Urbains prévoit notamment un réaménagement du Boulevard Dalby. Ce boulevard, dont la circulation se fait en double sens, représente l'un des principaux axes de la Ville de Nantes avec un trafic journalier moyen de plus de 13 000 véhicules par jour². Le réaménagement de ce boulevard prévoit :

- La mise en sens unique de la voie de circulation
- La création de 2 pistes cyclables
- La création d'espaces verts
- La sécurisation des traversées piétonnes

Le réaménagement de cet axe d'une longueur de 1 kilomètre aura un effet sur la circulation automobile qui peut impacter la qualité de l'air.

À cet effet, la Métropole a sollicité Air Pays de la Loire afin d'évaluer l'impact de ce projet de réaménagement sur la qualité de l'air. Pour cela, des mesures de polluants atmosphériques *avant* la mise en place du projet puis *après* la livraison finale de l'aménagement sont nécessaires.

Ce rapport présente les résultats issus de la campagne initiale *avant* réaménagement. L'objectif est de :

- Suivre en continu les niveaux de polluants atmosphériques sur un site localisé au Boulevard Dalby, et les comparer aux seuils réglementaires en vigueur ;
- Constituer une base de données initiales de qualité de l'air sur le transect du Boulevard Dalby en vue de pouvoir évaluer la situation après son réaménagement.

Pour cela, Air Pays de la Loire a effectué une campagne de mesure basée sur les principaux polluants réglementés en air ambiant et émis par le trafic routier :

- Le dioxyde d'azote NO₂
- Les particules PM10 et PM2.5
- Le monoxyde de carbone CO
- Le benzène

La campagne s'est déroulée sur 2 mois consécutifs, du 7 mai au 8 juillet 2024.

Réglementation en air ambiant

Les concentrations de polluant dans l'air sont réglementées par le décret 2010-1250 du 21/10/2010.

La réglementation définit plusieurs niveaux :

Valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

Objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

Valeur cible : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information : seuil à partir duquel la concentration d'un polluant atmosphérique peut représenter un risque pour la santé humaine des populations sensibles et justifie une information auprès du grand public.

Seuil d'alerte : seuil au-delà duquel la concentration d'un polluant atmosphérique représente un risque pour la santé humaine et justifie la mise en place de mesures d'urgence afin de réduire les émissions.

¹ <https://metropole.nantes.fr/files/images/vie-institutions/competences-metropole/PDU.pdf>

² Données issues des modèles de trafic du CEREMA

Dispositif de mesure

Afin de répondre aux objectifs de l'étude, un laboratoire mobile équipé d'analyseurs automatiques a été installé au 104 Boulevard Dalby le 7 mai 2024, sur une des places de stationnement du boulevard. Ce lieu a été privilégié afin d'être au plus proche de la voie de circulation, et représente la portion du boulevard Dalby la plus fréquentée en termes de trafic : le trafic moyen journalier annuel (TMJA) y est de 13 746 véhicules sur l'année 2022³.

Ce laboratoire mobile était équipé d'analyseurs permettant la mesure automatique de concentrations horaires des polluants suivants :

- Particules PM10 et PM2.5
- Dioxyde d'azote NO₂
- Monoxyde de carbone CO

En parallèle et afin d'avoir une représentativité spatiale sur 1 km de longueur du boulevard, des mesures par prélèvements passifs ont été effectuées sur 3 sites répartis le long du boulevard, au :

- 79 Boulevard Dalby (TMJA de 12 248 véhicules en 2022)
- 41 Boulevard Dalby (TMJA de 12 248 véhicules en 2022)
- 31 Boulevard Dalby (TMJA de 12 058 véhicules en 2022)

Sur ces 3 sites, le dioxyde d'azote et le benzène y ont été mesurés. Les concentrations sont hebdomadaires, chaque concentration représente une moyenne sur une semaine de mesure.



Figure 1 : localisation des sites de mesures automatiques (remorque-laboratoire) et de mesures passives (balises blanches) le long du Boulevard Dalby, à Nantes

Les mesures effectuées au Boulevard Dalby sont comparées avec 2 autres stations de mesure permanente d'Air Pays de la Loire situées dans la métropole de Nantes, pour référence :

- **Boutellerie** : cette station est représentative du fond urbain de Nantes. Elle y mesure le NO₂, les PM10 et les PM2.5 ;
- **Boulevard des Frères de Goncourt** : cette station est représentative du trafic routier, et mesure le NO₂, les PM10 et PM2.5, le monoxyde de carbone et le benzène. Le TMJA y est près de deux fois plus élevé que celui relevé au boulevard Dalby, avec 22 392 véhicules sur l'année 2022⁴.

³ Données issues des modèles de trafic du CEREMA

⁴ Données issues des modèles de trafic du CEREMA

Période de mesure

Les mesures automatiques se sont effectuées du 7 mai au 8 juillet 2024, pendant 2 mois consécutifs.

Les mesures par tubes à prélèvement passifs se sont effectuées du 7 mai au 2 juillet 2024, pendant 8 semaines consécutives avec un pas de temps d'échantillonnage hebdomadaire.

Taux de validité des mesures

Le tableau ci-dessous présente les taux de disponibilité des mesures par polluant sur la totalité de la campagne.

Localisation	Période de mesure	NO₂	PM10	PM2.5	CO	Benzène
104 Boulevard Dalby	07/05/2024 – 08/07/2024	98 %	99 %	99 %	97 %	-
79 Boulevard Dalby		100 %	-	-	-	100 %
41 Boulevard Dalby	07/05/2024 – 02/07/2024	100 %	-	-	-	100 %
31 Boulevard Dalby		100 %	-	-	-	100 %

Résultats

Dioxyde d'azote NO₂

 <p>Le monoxyde d'azote (NO) se forme par combinaison de l'azote et de l'oxygène atmosphériques lors des combustions. Ce polluant, principalement émis par les pots d'échappement, se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO₂).</p>	 <p>Les NO_x présentent en milieu urbain deux pics de pollution aux heures de pointe du matin et du soir. À l'échelle annuelle, la pollution est plus forte en hiver avec des émissions plus importantes et des conditions de dispersion moins favorables.</p>	 <p>Les taux de NO_x sont généralement plus élevés près des voies de circulation et sous les vents des établissements industriels à rejets importants.</p>	 <p>Le NO₂ est irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.</p>	 <p>Les NO_x participent à la formation des pluies acides. Sous l'effet du soleil, ils favorisent la formation d'ozone et contribuent ainsi indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.</p>
---	---	---	--	---

Le dioxyde d'azote est un marqueur du trafic routier, étant principalement émis par ce secteur en milieu urbain.

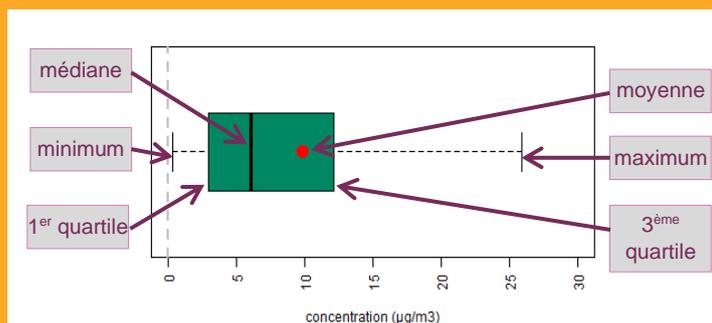
Les concentrations en dioxyde d'azote sont réglementées à 3 niveaux :

- Une **valeur limite et un objectif de qualité en moyenne annuelle** fixés à 40 µg/m³ ;
- Une **valeur limite en moyenne horaire** fixée à 200 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an ;
- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une valeur guide de 25 µg/m³ en moyenne journalière, et 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot (cf. encadré *Méthodologie*) la répartition statistique des mesures sur les 3 sites de mesure au cours de la campagne.

Méthodologie

Le graphique ci-dessous est une boîte à moustaches (aussi appelée boxplot), il représente les principales caractéristiques statistiques d'une distribution de données, ici l'ensemble des mesures horaires :



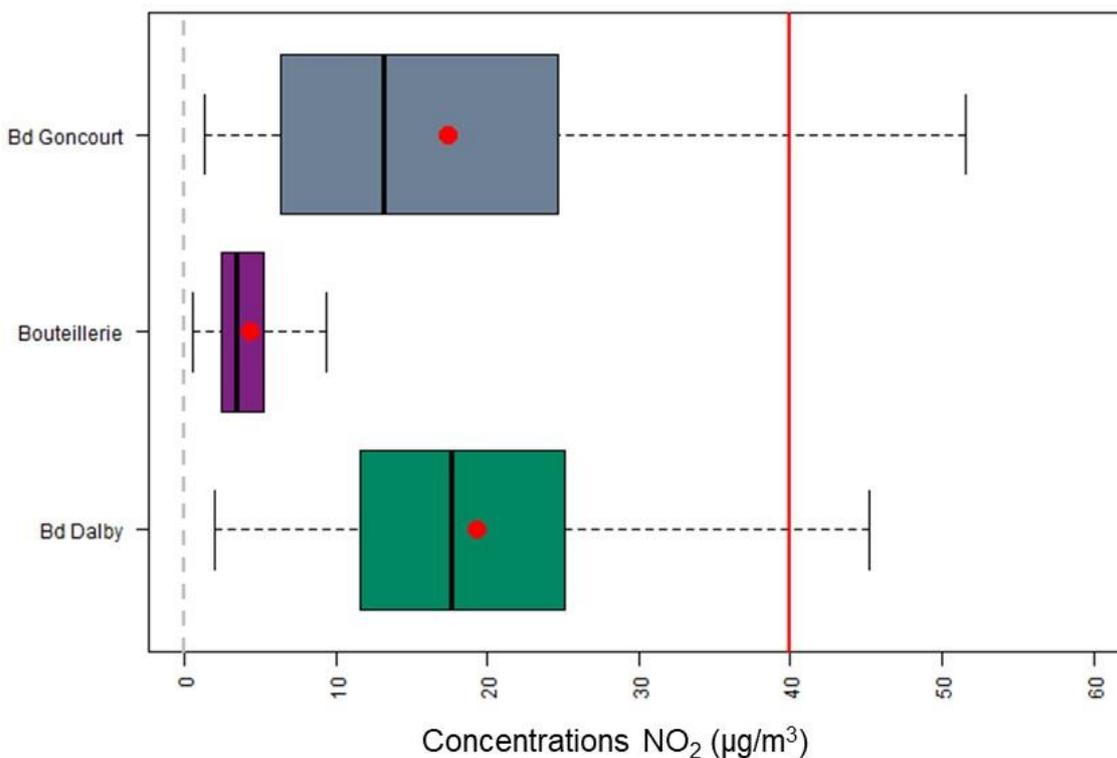


Figure 2 : boxplot des concentrations horaires en NO₂, du 07/05/2024 au 08/07/2024. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en NO₂ au Boulevard Dalby (19,3 µg/m³) sont proches de celles relevées sur le site de trafic du Boulevard Goncourt (17,4 µg/m³) et plus de 4 fois supérieures à celles relevées sur le site de fond urbain de Bouteillerie (4,3 µg/m³). Cela s'explique par l'influence prépondérante du trafic routier, fortement émetteur en dioxyde d'azote en proximité routière ;
- La dispersion des mesures est proche entre les deux sites de trafic du Boulevard Goncourt et du Boulevard Dalby, indiquant des niveaux de pointe importants en lien avec le trafic élevé en période de pointe. La dispersion des mesures est bien moindre sur le site de la Bouteillerie, qui est moins influencé par le trafic routier ;
- **Du point de vue de la réglementation**, par comparaison avec la station du Boulevard Goncourt qui respecte la valeur limite et l'objectif de qualité en moyenne annuelle en 2023 (< 40 µg/m³), il est probable que ce seuil soit également respecté au Boulevard Dalby compte tenu de la similarité des mesures entre ces deux stations ;
- **La valeur guide annuelle de l'OMS (10 µg/m³)** est toutefois dépassée au Boulevard Goncourt en 2023 (26 µg/m³ en moyenne annuelle). Il est donc probable que cette valeur soit également dépassée sur le Boulevard Dalby.

La figure ci-dessous montre l'évolution des concentrations horaires maximales par jour au cours de la campagne.

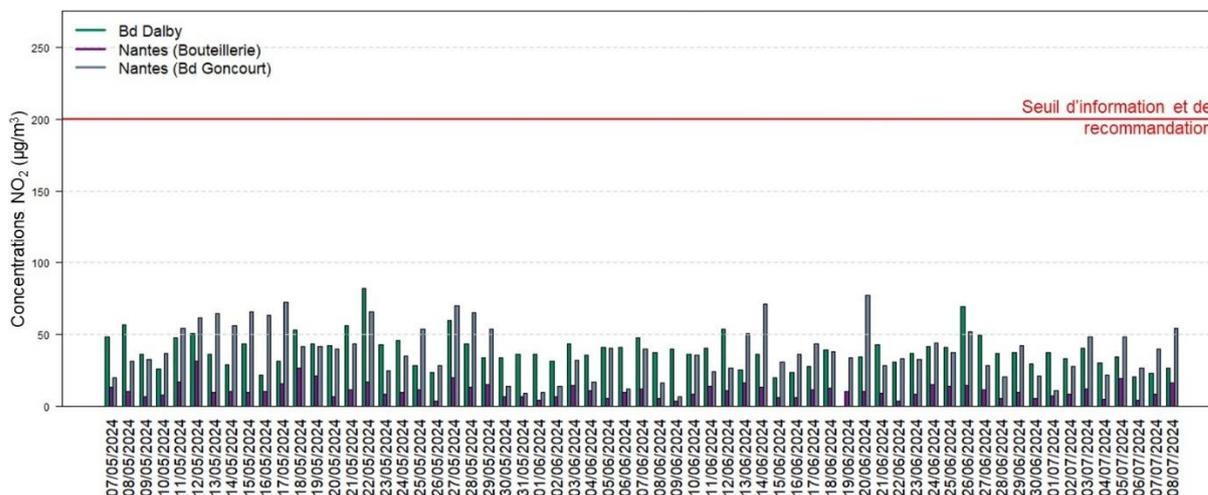


Figure 3 : évolution des concentrations horaires maximales en NO₂ par jour au cours de la campagne

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations au Boulevard Dalby évoluent de manière synchrone à celles mesurées au Boulevard Goncourt, et à des niveaux systématiquement supérieurs à ceux relevés sur le site de la Bouteillerie ;
- Sur l'ensemble des journées considérées, le seuil d'information et de recommandation ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire) n'est jamais atteint. La valeur guide journalière recommandée par l'OMS ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une journée) est dépassée au cours de 6 journées pendant la campagne, contre 15 journées pour le boulevard Goncourt (et aucune pour le site de la Bouteillerie).

Le graphique suivant montre l'évolution des concentrations horaires au sein de la journée.

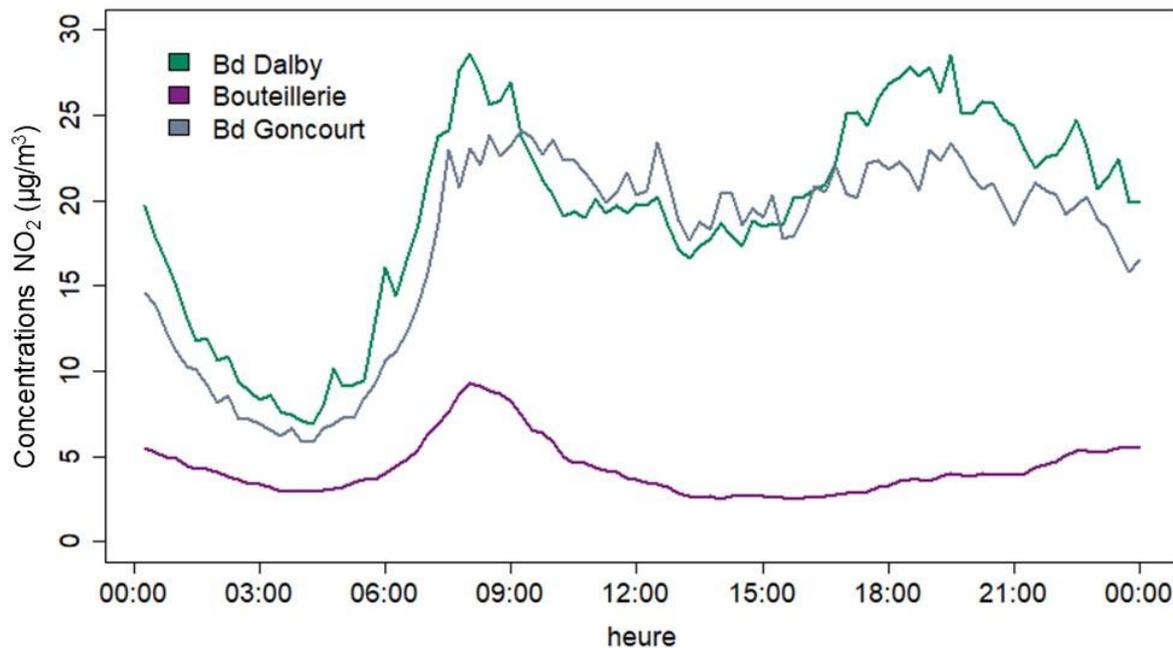


Figure 4 : profil journalier moyen des concentrations en NO₂

Cette figure montre que :

- Le profil journalier moyen au Boulevard Dalby est similaire à celui enregistré sur le Boulevard Goncourt, confirmant l'impact du trafic routier de ces boulevards sur les concentrations en NO₂. Ce signal est caractérisé par deux pics de concentrations journaliers ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) entre 8h et 9h, puis entre 18h et 19h, en lien avec le trajet domicile-travail. Les concentrations restent par ailleurs supérieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tout au long de la journée sur ces deux sites de mesure ;
- À l'inverse, le profil de la Bouteillerie a des concentrations en NO₂ relativement stables au cours de la journée, hormis un pic entre 8h et 9h en lien avec l'influence plus lointaine du trafic routier de la métropole nantaise à cette heure de pointe conjuguée à des conditions météorologiques propices à l'accumulation des polluants à cette heure de la journée (formation d'une couche d'inversion). Les concentrations moyennes ne dépassent pas les $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au cours de la journée.

Mesures passives

Les mesures passives se sont effectuées simultanément aux mesures automatiques. La figure ci-dessous montre les concentrations moyennes sur les 8 semaines de mesure, à la fois sur le site de mesures automatiques (le plus au sud) et sur les trois sites de mesures passives.



Figure 5 : cartographie des concentrations moyennes en NO₂ le long du Boulevard Dalby sur les 8 semaines de mesure

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en NO₂ sont proches entre les 3 sites de mesures passives (comprises entre 17,7 et 18,3 µg/m³), et proches de celles mesurées sur le site de mesures automatiques (19,3 µg/m³) ;
- Les concentrations maximales sont mesurées sur la portion sud du Boulevard (19,3 µg/m³), en lien avec un trafic plus important sur cette portion (cf. tableau ci-dessous). La structure du Boulevard peut aussi expliquer cette différence : le bâti plus dense au sud du boulevard créer un *effet canyon*, favorable à l'accumulation des polluants localement émis, tandis que la portion nord du boulevard est caractérisée par un bâti moins dense et plus aéré, rendant plus efficace la dispersion des polluants.
- De la même manière que les mesures automatiques, les mesures passives sur les trois sites de mesure indiquent une probabilité de dépassement de la valeur guide OMS annuelle (10 µg/m³) mais un respect de l'objectif de qualité et de la valeur limite annuelle (40 µg/m³).

	Concentration moyenne en NO ₂ (µg/m ³)	Trafic moyen journalier annuel (donnée 2022) ⁵
104 Boulevard Dalby (site de mesures automatiques)	19,3	13 746
79 Boulevard Dalby	18,3	12 248
41 Boulevard Dalby	18,2	12 248
31 Boulevard Dalby	17,7	12 058

⁵ Données issues des modèles de trafic du CEREMA

Particules PM10



Les concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 50 µg/m³ en moyenne journalière et d'un **seuil d'alerte** fixé à 80 µg/m³ en moyenne journalière ;
- Cette valeur journalière de 50 µg/m³ ne doit pas être dépasser plus de 35 jours par an (valeur limite en moyenne journalière) ;
- La moyenne annuelle de la concentration est elle aussi l'objet d'une **valeur limite**, fixée à 40 µg/m³ ;
- Un **objectif de qualité** fixé à 30 µg/m³ ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) indique une valeur guide de 45 µg/m³ en moyenne journalière, et 15 µg/m³ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous présente sous forme d'un boxplot les statistiques de mesure de PM10 au cours de la campagne.

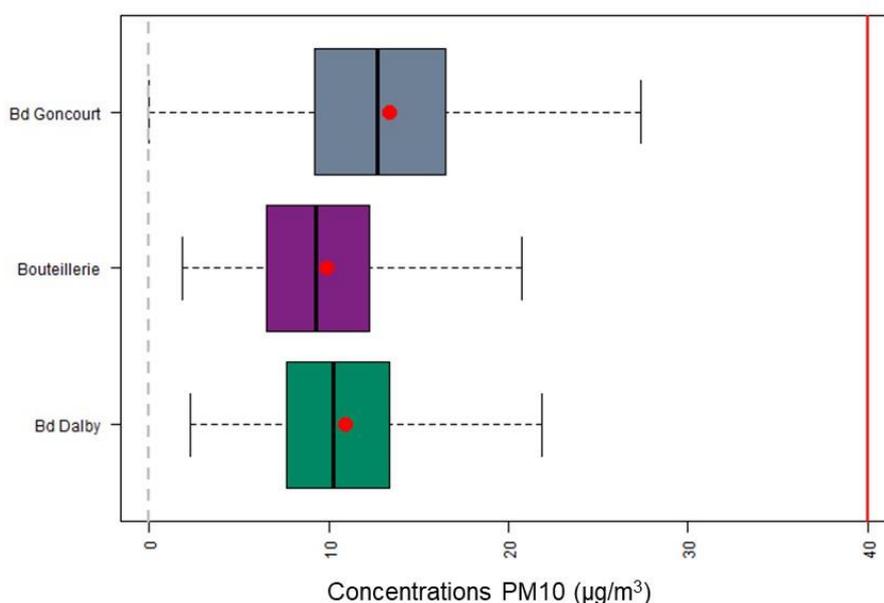


Figure 6 : boxplot des concentrations horaires en PM10 du 07/05/2024 au 08/07/2024. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en particules fines sont proches sur les 3 sites de la métropole nantaise, comprises entre 9,9 µg/m³ (Bouteillerie) et 13,4 µg/m³ (Boulevard Goncourt) ;
- La dispersion des mesures est plus élevée au Boulevard Goncourt qu'au Boulevard Dalby et à la Bouteillerie ;
- **Du point de vue de la réglementation**, à partir des mesures effectuées sur deux mois, il est probable que l'objectif de qualité (30 µg/m³) et *a fortiori* que la valeur limite annuelle (40 µg/m³) soient respectés au cours de l'année, ces seuils ayant été respectés en 2023 sur les stations Boulevard Goncourt et Bouteillerie ;
- **Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, et par comparaison avec ces mêmes sites de mesure permanente, la valeur guide annuelle (15 µg/m³) pourrait être atteinte ou dépassée, ce seuil ayant été dépassé au Boulevard Goncourt, mais non atteint à la station Bouteillerie en 2023.

Les mesures de concentrations journalières en PM10 au Boulevard Dalby (figure ci-dessous) permettent d'établir que :

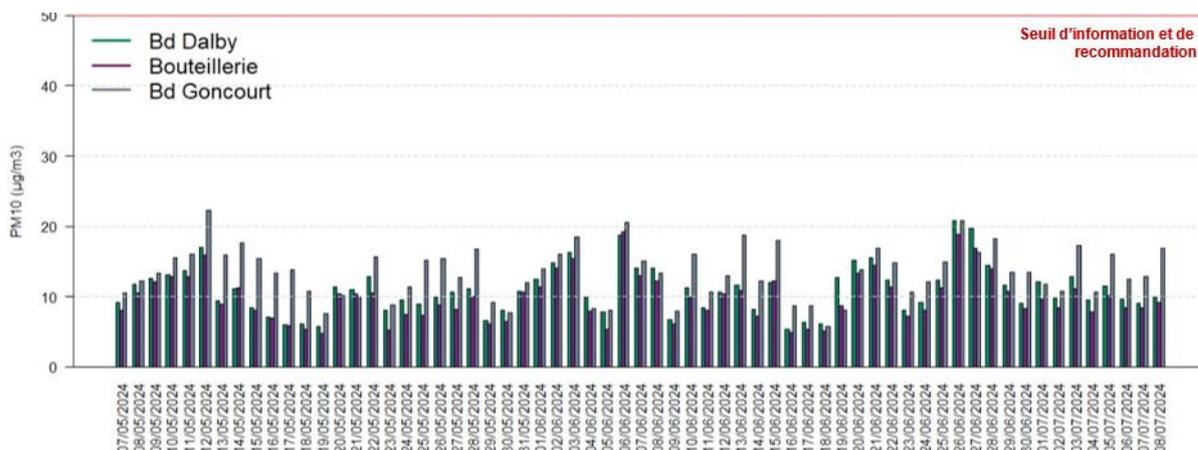


Figure 7 : évolution des concentrations moyennes journalières en PM10 au cours de la campagne

- L'évolution des concentrations journalières est synchrone entre les 3 sites, démontrant une influence étendue des particules PM10 ;
- Les concentrations systématiquement plus élevées au Boulevard Goncourt par rapport aux deux autres sites montrent toutefois une influence locale pouvant être liée au trafic routier (usure des pneus, freins, remobilisation des particules par le trafic). Cette influence est également visible dans une moindre proportion sur le Boulevard Dalby par rapport au site de la Bouteillerie ;
- Le seuil d'information et de recommandation ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et *a fortiori* le seuil d'alerte ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'ont jamais été dépassés au cours de la campagne quel que soit le site considéré ;
- La valeur guide journalière préconisée par l'OMS ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est également respectée tout au long des mesures.

Particules PM2.5

Les concentrations en particules fines PM2.5 sont soumises en France à deux seuils en valeur moyenne annuelle :

- Une valeur limite annuelle fixée à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Un objectif de qualité de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous présente sous forme d'un boxplot les statistiques de mesures PM2.5 au cours de la campagne.

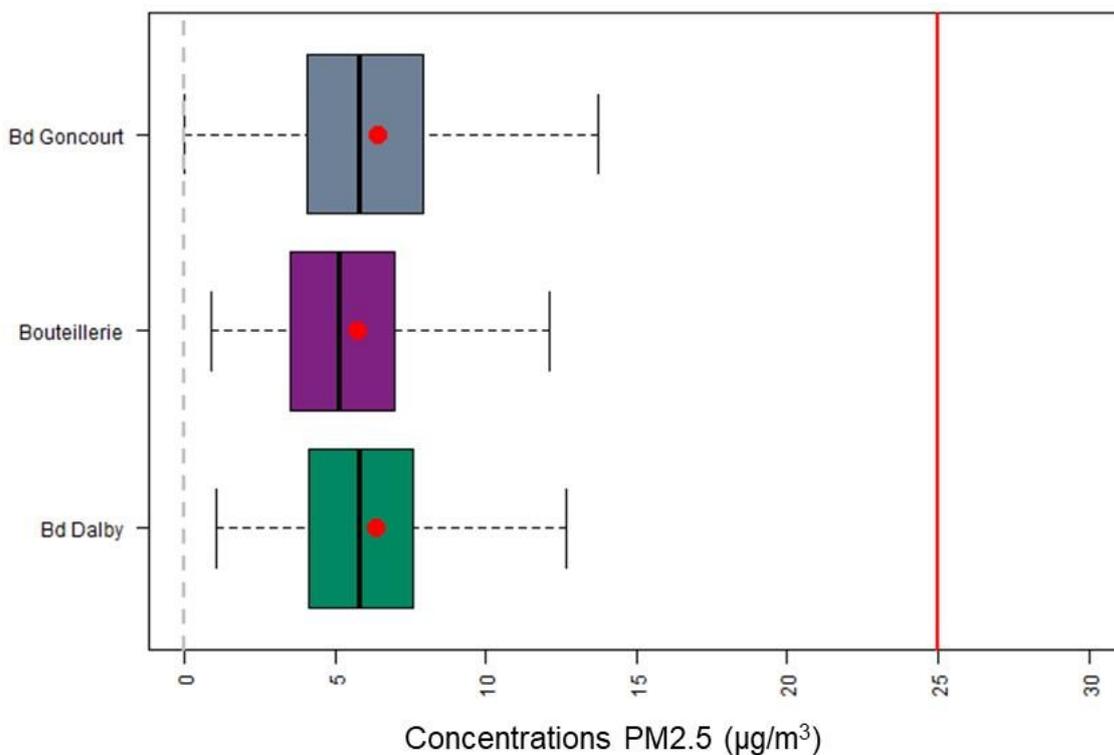


Figure 8 : boxplot des concentrations en PM2.5 du 07/05/2024 au 08/07/2024. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en PM2.5 sont homogènes entre les 3 sites de la métropole nantaise, comprises entre 5,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bouteillerie) et 6,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Boulevard Goncourt et Boulevard Dalby) ;
- La dispersion des mesures est similaire sur les trois sites de mesure ;
- **Vis-à-vis de la réglementation**, par comparaison avec les stations de mesure permanente au Boulevard Goncourt et à Bouteillerie en 2023, il est probable que l'objectif de qualité (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et que la valeur limite annuelle (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) soient respectés au Boulevard Dalby ;
- **La valeur guide annuelle préconisée par l'OMS** (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a toutefois de forte chance d'être dépassée, ce seuil étant dépassé sur les stations de mesure permanente en 2023.

À l'échelle journalière, l'évolution des concentrations journalières confirme le comportement régional des particules fines, avec une évolution synchrone en PM2.5 entre les 3 sites de mesure :

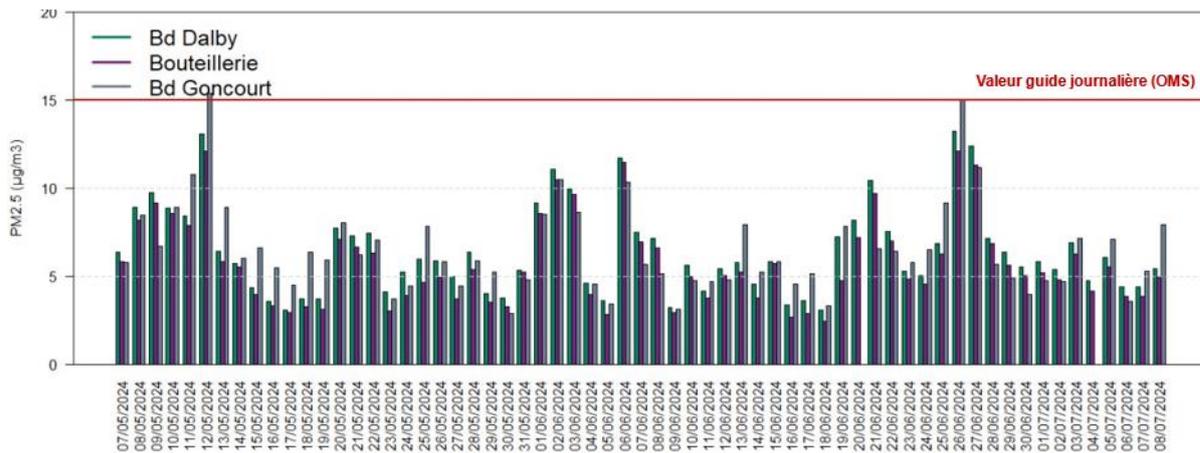


Figure 9 : évolution des concentrations moyennes journalières en PM2.5 au cours de la campagne

Au cours des deux mois de mesure, la valeur guide journalière préconisée par l'OMS ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est dépassée qu'au cours d'une journée, au Boulevard Goncourt, le 12 mai. Le Boulevard Dalby n'est pas concerné par ce dépassement.

Monoxyde de carbone



Les concentrations en monoxyde de carbone sont exprimées en mg/m³, et sont réglementées en moyenne glissante sur 8 heures selon :

- Une **valeur limite en moyenne 8-horaire** de 10 mg/m³, soit 10 000 µg/m³ ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une **valeur guide de 4 mg/m³ en moyenne journalière**.

Le monoxyde de carbone, à l'instar du dioxyde d'azote, peut être utilisé comme traceur du trafic routier, étant émis par la combustion de combustible fossile (essence, diesel).

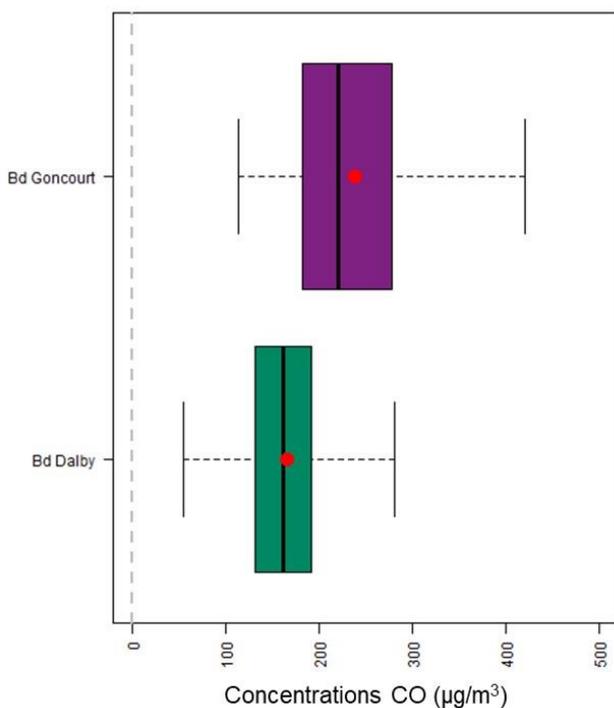


Figure 10 : boxplot des concentrations horaires en monoxyde de carbone du 07/05/2024 au 08/07/2024

Les mesures de concentrations en monoxyde de carbone sur le Boulevard Dalby montrent que :

- Les concentrations sur les deux sites sont faibles et proches des limites de détection de l'appareil ;
- La concentration 8-horaire maximale mesurée est de 0,4 µg/m³ (0,5 µg/m³ au Boulevard Goncourt). Ces valeurs sont très inférieures à la valeur limite (10 mg/m³) ;
- La valeur guide journalière préconisée par l'OMS (4 mg/m³) est également respectée sur la totalité de la campagne.

Benzène

 <p>Le benzène (C₆H₆) est l'un des composés les plus nocifs de la famille des Composés Organiques Volatils (COV). En air extérieur, le benzène est une substance émise naturellement par les volcans et les feux de forêts. Les émissions de benzène proviennent principalement de la combustion du bois dans les petits équipements domestiques et du trafic routier.</p>	 <p>Les niveaux sont les plus élevés en période hivernale froide pour les milieux urbain et périurbain, ou selon les rejets industriels.</p>	 <p>Les zones les plus concernées se situent à proximité des axes routiers et des zones à forte densité de population.</p>	 <p>Le benzène est connu pour ses effets mutagènes et cancérigènes.</p>	 <p>De manière générale, les COV jouent un rôle majeur dans les mécanismes complexes de formation de l'ozone dans la basse atmosphère (troposphère). Ils interviennent également dans les processus conduisant à la formation des gaz à effet de serre.</p>
---	---	---	---	--

Les concentrations en benzène sont soumises à deux seuils réglementaires en valeur moyenne annuelle :

- Une valeur limite fixée à 5 µg/m³
- Un objectif de qualité de 2 µg/m³

Le benzène a été mesuré par tubes de prélèvement exposés en doublon, par tranche de 7 jours. Chaque mesure représente donc une valeur moyenne hebdomadaire.

La figure ci-dessous présente les concentrations moyennes sur les 8 semaines de mesure. Les mesures détaillées par semaine et par site sont présentées en annexe.

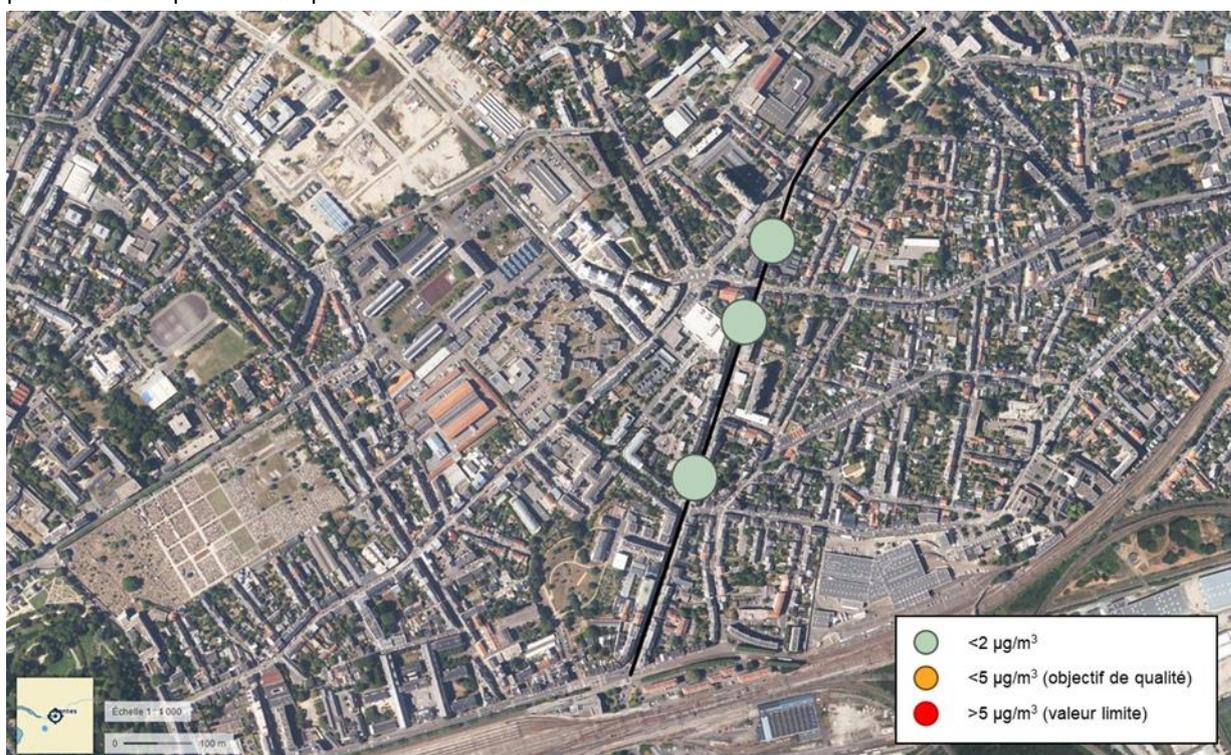


Figure 11 : cartographie des concentrations moyennes en benzène le long du boulevard Dalby sur les 8 semaines de mesure

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations en benzène sont homogènes le long du boulevard Dalby, comprises entre 0,6 et 0,7 µg/m³ sur les trois sites de mesure ;
- Ces concentrations sont proches de celles relevées au Boulevard Goncourt sur la même période (0,3 µg/m³) ;
- Par comparaison avec la station de mesure permanente du boulevard Goncourt sur l'année 2023, il est fort probable que l'objectif de qualité et la valeur limite soient respectés en moyenne annuelle sur le Boulevard Dalby.

Conclusions

Nantes Métropole, dans le cadre de sa politique mobilité, vise à faciliter l'accès aux mobilités douces en passant de 3 % à 12 % de part modale vélo à l'horizon 2030, jusqu'à 15% en centre-ville. Son Plan de Déplacements Urbains prévoit notamment un réaménagement du Boulevard Dalby afin d'optimiser l'accès aux mobilités douces sur cet axe particulièrement fréquenté de la Ville de Nantes. À cet effet, la Métropole a sollicité Air Pays de la Loire afin d'évaluer l'impact de ce projet de réaménagement sur la qualité de l'air, notamment sur les polluants caractéristiques du trafic routier : le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2.5, le monoxyde de carbone et le benzène.

Pour cela, des mesures *avant* la mise en place du projet ont été effectuées du 7 mai au 8 juillet 2024.

Les résultats des mesures sur le boulevard Dalby montrent que :

- Les concentrations en dioxyde d'azote sont similaires à celles mesurées sur la station permanente du boulevard Goncourt et sont caractéristiques d'un niveau de proximité de trafic routier. Des pointes de concentrations horaires sont ponctuellement observées en lien avec les trajets domicile-travail.
- Les concentrations en monoxyde de carbone sont faibles et proches des limites de détection ;
- Les concentrations en particules PM10 et PM2.5 sont homogènes au niveau de la métropole de Nantes, sans influence significative du trafic sur le boulevard Dalby ;
- Les concentrations en benzène sont faibles (< 1 µg/m³) et homogènes le long du boulevard Dalby.

Au regard des seuils réglementaires, le tableau ci-dessous résume les principaux résultats pour les polluants mesurés le long du Boulevard Dalby :

Polluant	Concentration moyenne (µg/m ³)	Respect des seuils réglementaires		Respect des valeurs guides OMS	
	Boulevard Dalby	Court-terme (horaire ou journalier)	Long-terme (annuel)	Court-terme (horaire ou journalier)	Long-terme (annuel)
NO ₂	17,7 – 19,3	●	●	● (6 jours)	●
PM10	10,9	●	●	●	●
PM2.5	6,4	-	●	●	●
CO	165	●	-	●	-
Benzène	0,6 – 0,7	-	●	-	-

● respect, ou probabilité de respect de la valeur réglementaire. ● probabilité de dépassement de la valeur réglementaire ou valeur guide OMS annuelle. ● dépassement constaté de la valeur réglementaire ou valeur guide OMS

Ces résultats consolident une base de données de qualité de l'air qui pourra être comparée à des mesures similaires *après* la mise en place du projet de réaménagement.

Les concentrations mesurées au cours de la campagne de mesure ont été impactées par des conditions météorologiques particulièrement dispersives (pluviométrie excédentaire, vent) favorisant une dispersion efficace des polluants. Aussi, une comparaison des mesures *avant* et *après* la mise en place du projet ne sera pas suffisante pour quantifier l'impact du projet sur les polluants atmosphériques. Toutefois, la comparaison avec une station de référence ayant été soumise aux mêmes conditions météorologiques (*par exemple* Goncourt) permettra d'estimer l'impact de ces aménagements sur la qualité de l'air.

Annexes

- Annexe 1 : résultats des mesures passives en NO₂ et en benzène
- Annexe 2 : Air Pays de la Loire
- Annexe 3 : techniques d'évaluation
- Annexe 4 : types des sites de mesure
- Annexe 5 : polluants
- Annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2024

Annexe 1 : résultats des mesures passives

Résultats pour le NO₂ (en µg/m³)

	79 Bd Dalby	41 Bd Dalby	31 Bd Dalby
Semaine 1	24,8	21,3	18,6
Semaine 2	26,3	24,3	25,4
Semaine 3	16,5	16,3	22
Semaine 4	16	17,7	14,4
Semaine 5	14,8	16,2	13,2
Semaine 6	15,8	15,7	15,3
Semaine 7	18,3	18	17,1
Semaine 8	14,2	16,1	15,4

Résultats pour le benzène (en µg/m³)

	79 Bd Dalby	41 Bd Dalby	31 Bd Dalby
Semaine 1	1,0	1,0	0,8
Semaine 2	0,9	0,8	0,7
Semaine 3	0,5	0,6	0,6
Semaine 4	0,5	0,6	0,6
Semaine 5	0,6	0,6	0,5
Semaine 6	0,5	0,5	0,5
Semaine 7	0,7	0,8	0,6
Semaine 8	0,6	0,6	0,5

Annexe 2 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

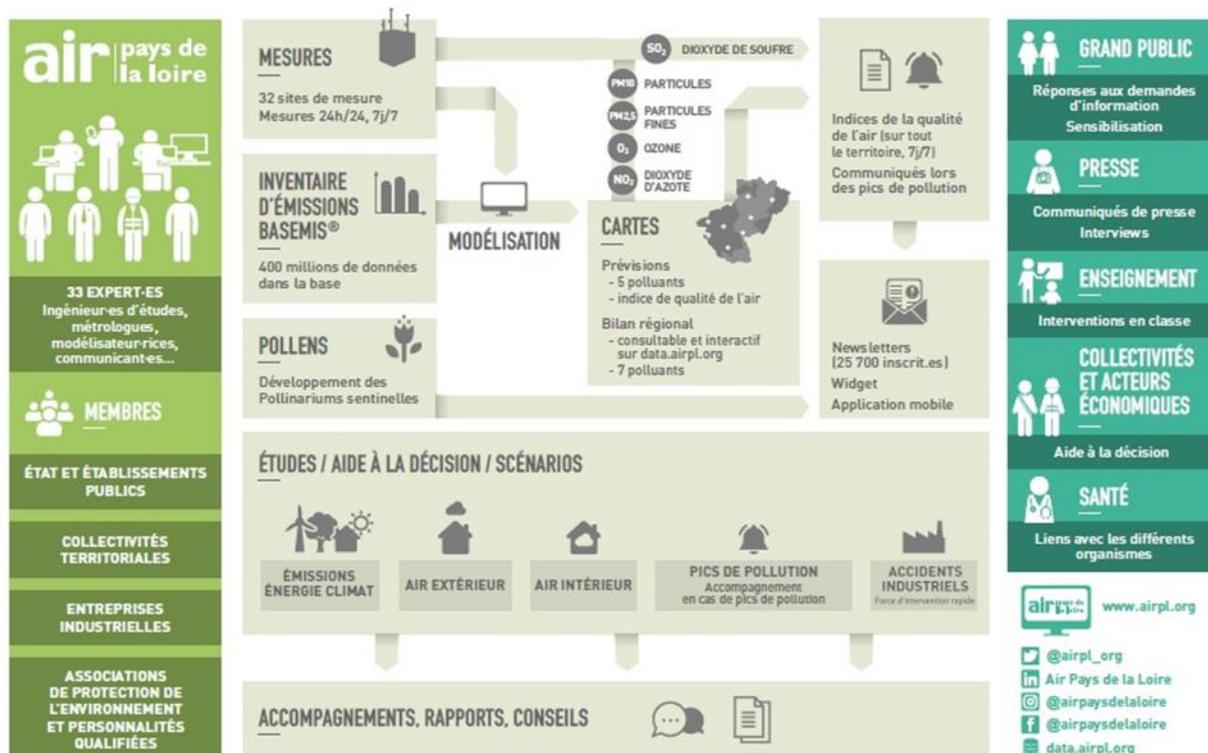
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



Annexe 3 : techniques d'évaluation

Mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

méthode - normes

Le dioxyde d'azote est détecté par la technique de chimiluminescence - norme **NF EN 14211**.

pas de temps

Tous les quarts d'heure.

étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl, lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

Mesures des concentrations atmosphériques en monoxyde de carbone

méthode - normes

Le monoxyde de carbone est détecté par la technique d'absorption infrarouge – norme **NF EN 14626**.

pas de temps

Tous les quarts d'heure.

étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl, lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

Mesures des concentrations atmosphériques en particules PM10 et PM2.5

méthode – normes

Les mesures de poussières fines sont effectuées à l'aide du système TEOM-FDMS, selon la norme **NF EN 16450**. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme **NF EN 12341**. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1^{er} janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en poussières fines en milieu urbain. Elle s'est substituée aux mesures par TEOM seul qui ne prenaient pas en compte les aérosols semi volatils.

pas de temps

Tous les quarts d'heure.

Mesures des concentrations atmosphériques en benzène

méthode – normes

Les tubes passifs sont des systèmes spécifiques dont le principe est l'absorption du benzène après diffusion au travers d'un corps poreux. L'analyse du piège sera réalisée en laboratoire par thermodésorption et chromatographie en phase gazeuse, conformément à la norme NF EN 14662-4.

pas de temps

Tous les 15 jours

Annexe 4 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



sites de trafic

Les sites de trafic sont localisés près d'axes de circulation importants, souvent fréquentés par les piétons ; ils caractérisent la pollution maximale liée au trafic automobile.

Annexe 5 : polluants

Les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (53 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

Les particules

Les particules constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverse et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules fines, appelées PM2.5 (diamètre inférieur à 2.5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardiovasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

Le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie (60 %) par le chauffage urbain, collectif ou individuel. Le trafic routier, vient en deuxième position avec 31 % des émissions. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO₂). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

Le CO est dangereux car non décelable. Son effet toxique se manifeste à de très faibles concentrations en exposition prolongée. Le CO est principalement un poison sanguin. Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Les premiers symptômes de l'intoxication sont les seuls signaux d'alarme : maux de tête, une vision floue, des malaises légers, des palpitations. Si les concentrations de CO sont élevées, l'intoxication se traduit par des nausées, des vomissements, des vertiges ou, plus grave, un évanouissement puis la mort. La gravité de l'intoxication dépend de la quantité de CO fixé par l'hémoglobine. Elle est donc liée à plusieurs facteurs : la concentration de CO dans l'air, la durée d'exposition et le volume respiré.

Le benzène

Le benzène est un composé organique volatil (COV) de la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques. Il est 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. La combustion du bois et la fumée de cigarette sont également des sources de benzène. Le benzène est classé comme cancérigène de catégorie 1 (cancérigène avérés pour l'Homme) par le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC).

Annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2024

SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

Décret 2010-1250 du 21/10/2010 – arrêté ministériel du 07/04/2016

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 ⁽¹⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽²⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽³⁾ 3 ^{ème} seuil : 360 ou à partir du 2 ^e jour de prévision de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	400 ⁽²⁾ 200 ⁽³⁾	-	500 ⁽²⁾
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou à partir du 2 ^e jour de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	-

(1) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire.
(2) dépassé pendant 3h consécutives.
(3) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.

Seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

Seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

AUTRES SEUILS RÉGLEMENTAIRES

Décret 2010-1250 du 21/10/2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS												
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	OXYDES D'AZOTE (NO _x)	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	25	5	-	20 ⁽¹⁾	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽²⁾	-	-	-	125 ⁽³⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	350 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁶⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 ⁽⁷⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation
(2) à ne pas dépasser plus de 35 par an (percentile 90.A annuel)
(3) à ne pas dépasser plus de 3 par an (percentile 99.2 annuel)
(4) à ne pas dépasser plus de 15h par an (percentile 99.79 annuel)
(5) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99.73 annuel)
(6) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(7) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 par an en moyenne sur 3 ans
(8) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(9) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile.

Valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

Objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

Valeur cible : niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

	PARTICULES FINES PM2,5		PARTICULES PM10		OZONE O ₃		DIOXYDE D'AZOTE NO ₂		DIOXYDE DE SOUFRE SO ₂		MONOXYDE DE CARBONE CO
	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme
Valeurs OMS	15 µg/m ³ *	5 µg/m ³	45 µg/m ³ *	15 µg/m ³	100 µg/m ³ * (moy. sur 8h) 60 µg/m ³ * (saison de pointe)	-	200 µg/m ³ (moy. horaire) 25 µg/m ³ * (moy. sur 24h)	10 µg/m ³	500 µg/m ³ (moy. sur 10 min) 40 µg/m ³ * (moy. sur 24h)	-	100 mg/m ³ (moy. sur 15 min) 35 mg/m ³ (moy. horaire) 10 mg/m ³ (moy. sur 8h) 4 mg/m ³ * (moy. sur 24h)



AIR PAYS DE LA LOIRE

5 rue Édouard-Nignon
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air | pays de
la loire
www.airpl.org