

2021



Évaluation de la qualité de l'air sur l'espace Test SESAME

1^{ère} campagne : du 1^{er} au 14 septembre 2020



CONDITIONS DE DIFFUSION

Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «ODbL v1.0».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction	Anne Christine Le Gall, Ingénieur Études
Vérification	Emmanuel Jantzem, Responsable Unité Enjeux Emergents
Approbation	Emmanuelle Drab-Sommesous, Directrice Accompagnement et Développement

Référence du projet : 00454

Référence du rapport : ACC-EN-326

Date de publication : 28/10/2021

ATMO Grand Est

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim

Tél : 03 88 19 26 66 - 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

Remerciements

Cette étude est cofinancée par la ville de Metz, ATMO Grand Est, le fonds de financement Appel d'Air et la fondation UEM. Nous remercions les services techniques de Metz Métropole et de la Ville de Metz pour leur collaboration lors de la mise en place des équipements de mesure sur le site.

Résumé : est-ce que la présence d'un écran végétal peut améliorer la qualité de l'air ?

En 2017, la Ville de Metz a signé une convention avec le CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) et Metz Métropole, afin de mener une étude globale et transdisciplinaire permettant d'identifier les services écosystémiques rendus par les arbres. Nommée SESAME (Services EcoSystémiques rendus par les Arbres Modulés selon l'Essence), cette étude a pour objectif d'identifier les services écosystémiques rendus par 85 espèces d'arbres, d'arbustes et de plantes grimpantes, notamment en termes d'amélioration de la qualité de l'air, de support de biodiversité, de régulation du climat local, de cadre de vie et d'adaptation au changement climatique ainsi que les contraintes associées. Le but de l'étude est de proposer les informations nécessaires pour planter le bon arbre au bon endroit.

Afin de tester la réalité opérationnelle de l'étude, la Ville de Metz a souhaité mettre en place une expérimentation, nommée "Espace test SESAME" permettant d'évaluer l'impact des végétaux sur la qualité de l'air et la biodiversité.

Dans ce projet, ATMO Grand Est a pour objectif d'évaluer la qualité de l'air avant et après la plantation d'un écran végétal installé entre des axes routiers et des lieux d'habitation. La question posée est : est-ce que la présence d'un filtre végétal à proximité d'axes de circulation importants peut améliorer la qualité de l'air aux alentours des habitations ?

Les données d'ATMO Grand Est dans l'Observatoire Régional Air-Climat-Energie montrent que sur Metz Métropole, les oxydes d'azote (NO_x) sont principalement émis par le transport routier (et la combustion des moteurs). Au sein de ce secteur, les véhicules légers représentent 50 % des émissions.

En 2018, les particules (dont le diamètre est inférieur ou égal à $10 \mu\text{m}$, les PM_{10}) sont émises par le secteur résidentiel (24 % du total) et par le transport routier (21% du total). Ces PM_{10} proviennent alors principalement des processus d'abrasion (route, pneu, embrayage, freins...). La Ville de Metz a déployé d'importants moyens pour permettre l'installation de 3 préleveurs par ATMO Grand Est sur l'espace test SESAME, choisi dans le quartier de Borny à Metz.

Pour l'espace test SESAME, les polluants de l'air considérés sont le dioxyde d'azote (NO_2 , un des oxydes d'azote) et les PM_{10} . L'étude s'est déroulée entre le 1^{er} et le 14 septembre 2020.

Sur l'espace test SESAME en septembre 2020, les concentrations de NO_2 les plus proches de l'axe le plus fréquenté (Bd de la Solidarité) sont semblables à celles mesurées à proximité de l'A31 (station d'observation spécifique sous influence trafic). Aux points les plus éloignés, les concentrations sont du même ordre ou légèrement supérieures à celles mesurées à la station de Borny (station de typologie urbaine de fond).

Les concentrations de PM_{10} mesurées sur l'espace test SESAME sont comprises entre les concentrations mesurées à la station de Borny et celles mesurées à la station A31. La dynamique temporelle des mesures des trois points de prélèvement est semblable et similaire à celle observée aux stations de mesures en continu. Il n'apparaît pas de corrélation entre l'intensité du trafic et les concentrations de PM_{10} .

Les conclusions présentées ici sont valables pour les mesures réalisées entre le 1^{er} et le 14 septembre 2020. Cette séquence de mesures sera reproduite en septembre 2022, alors que de nouvelles plantations d'arbres et de buissons auront été réalisées fin 2020.

Un partenariat innovant pour évaluer l'impact de la végétation sur la qualité de l'air

Une collaboration entre la ville de Metz et ATMO Grand Est avec le soutien technique du CEREMA

En 2017, la Ville de Metz a signé une convention avec le CEREMA et Metz Métropole, afin de mener une étude globale et transdisciplinaire permettant d'identifier les services écosystémiques rendus par les arbres. Nommée SESAME (Services EcoSystémiques rendus par les Arbres Modulés selon l'Essence, <https://www.cerema.fr/fr/actualites/sesame-projet-innovant-arbres-arbustes-urbains-adaptation-au>), cette étude a permis d'identifier les services rendus par 85 espèces d'arbres, d'arbustes et de plantes grimpantes en termes :

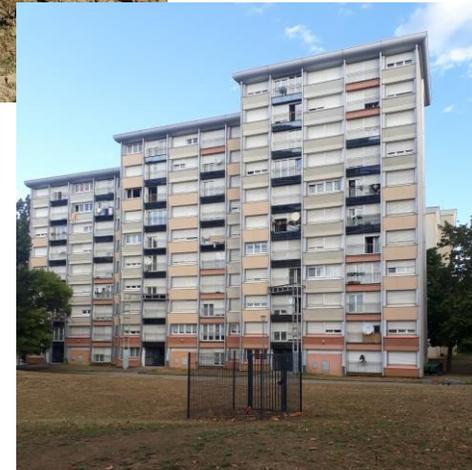
- d'amélioration de la qualité de l'air,
- de régulation du climat local,
- de support de biodiversité,
- d'amélioration du cadre de vie

L'étude a également pris en compte les contraintes générées par la végétation telles que le risque allergique et les contraintes physiques (dimension du végétal à l'âge adulte, sensibilité au chablis, production de miellat, tendance à générer des branches cassantes et/ou des racines susceptibles de provoquer des dommages, etc.).

Un des livrables de l'étude est une bibliothèque de fiches présentant les bénéfices et inconvénients pour chaque espèce d'arbre considérée.

Un deuxième livrable est un outil informatique opérationnel apportant une aide dans le choix des espèces à planter en fonction de l'espace à aménager, des contraintes identifiées et des services écosystémiques attendus.

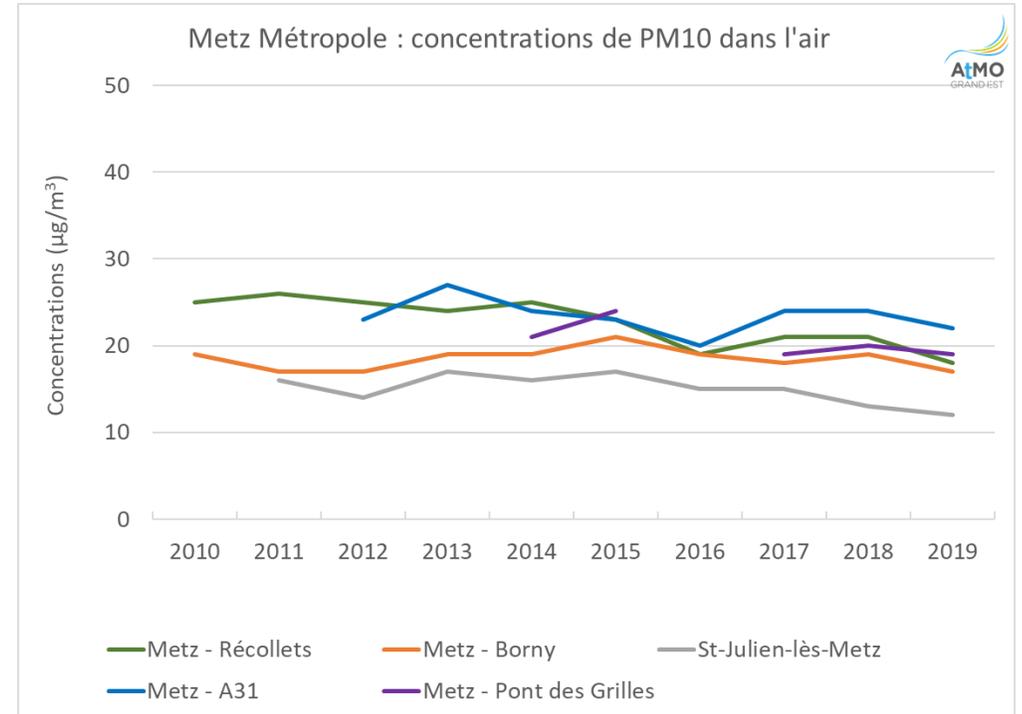
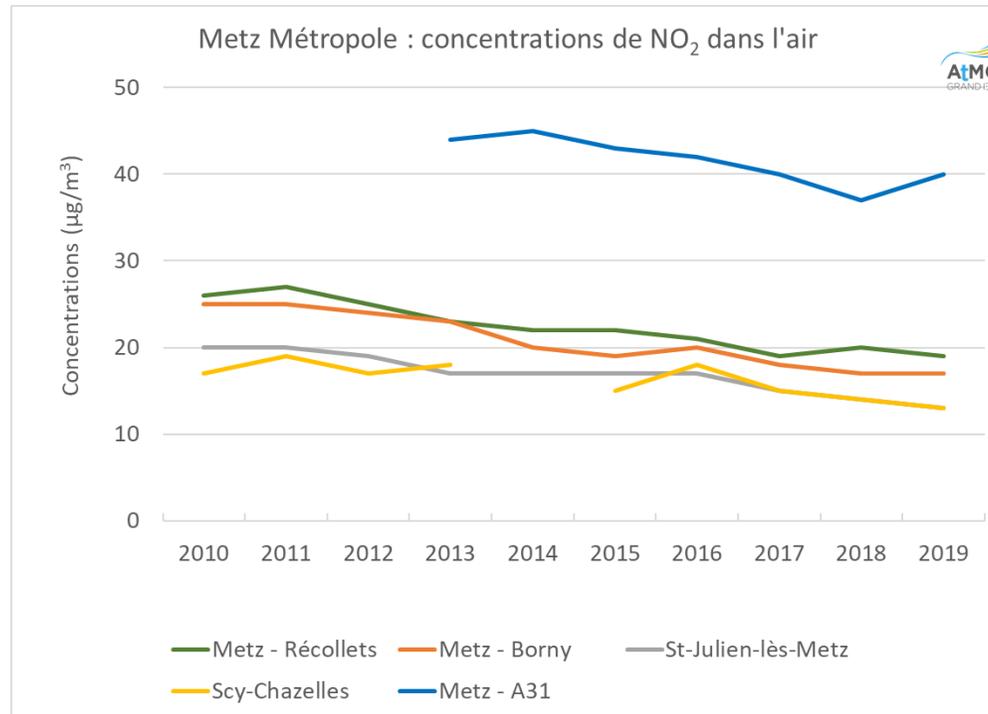
Afin de mettre en application l'outil SESAME et de tester la réalité opérationnelle de l'étude, la Ville de Metz a souhaité mettre en place, en partenariat avec ATMO Grand Est, une expérimentation, nommée "Espace test SESAME" permettant d'évaluer l'impact d'une barrière végétale sur la pollution de l'air à proximité d'axes routiers. Cet espace est localisé à proximité de l'intersection entre le Boulevard de la Solidarité et le Boulevard Guyenne. Ce rapport décrit les principes et les premiers résultats de l'espace test SESAME.



Mise en place d'une connexion électrique pour le site PM-1B Metz Métropole et pose d'un grillage de protection par la Ville de Metz

Contexte : les concentrations annuelles de NO₂ et de PM10 sont en baisse sur Metz Métropole

Metz-Borny est la station la plus proche du site test SESAME. Station urbaine de fond, elle est cependant éloignée d'axes routiers contrairement à l'espace test SESAME

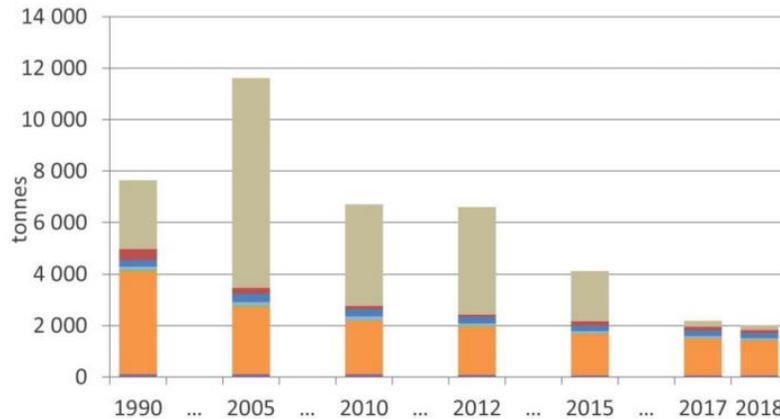


Les moyennes annuelles de NO₂ et de PM10 mesurées aux stations réglementaires de l'agglomération messine sont inférieures aux valeurs limites réglementaires (40 µg/m³).

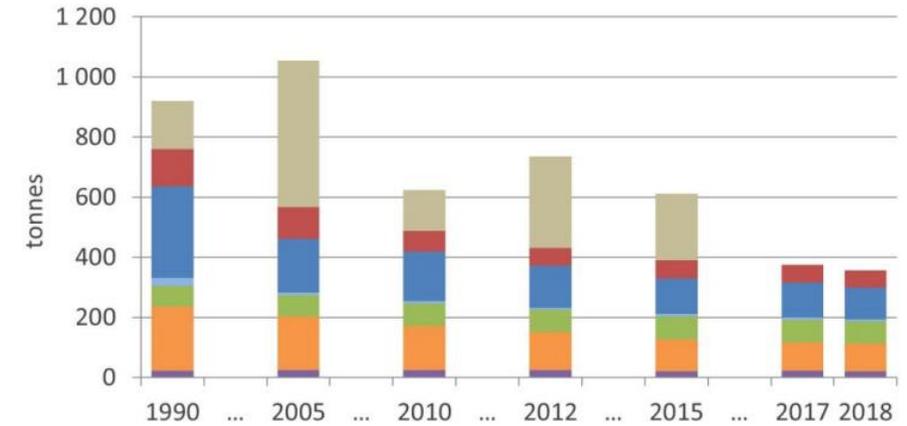
La station d'observation spécifique de l'A31 (station non réglementaire) montre l'influence du trafic sur les concentrations de NO₂.

Contexte : les émissions de polluants sur la zone urbaine de Metz Métropole

La circulation routière est une part importante des émissions de NO_x et PM₁₀ sur l'agglomération messine



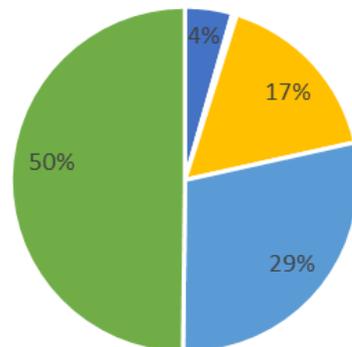
Metz Métropole
Evolution des émissions de NO_x - source ATMO Grand Est Invent'Air V2020



Metz Métropole
Evolution des émissions de PM₁₀ - source ATMO Grand Est Invent'Air V2020

NO_x, en 2018 : à 64 % issus de la combustion des moteurs du transport routier (répartition entre types de véhicules ci-dessous)

Transport routier NO_x 2018

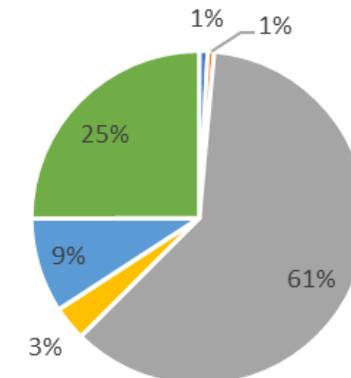


Moteurs de :

- Bus et cars
- Deux roues
- Poids lourds
- Véhicules utilitaires légers
- Voitures particulières
- Abrasion, embrayage... tous véhicules confondus

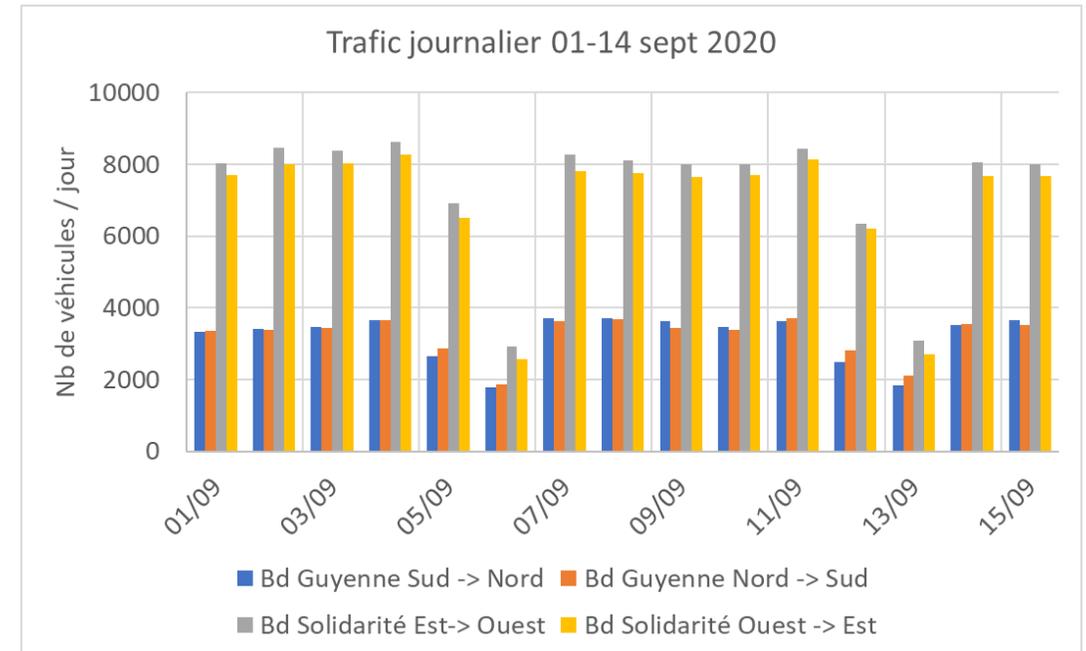
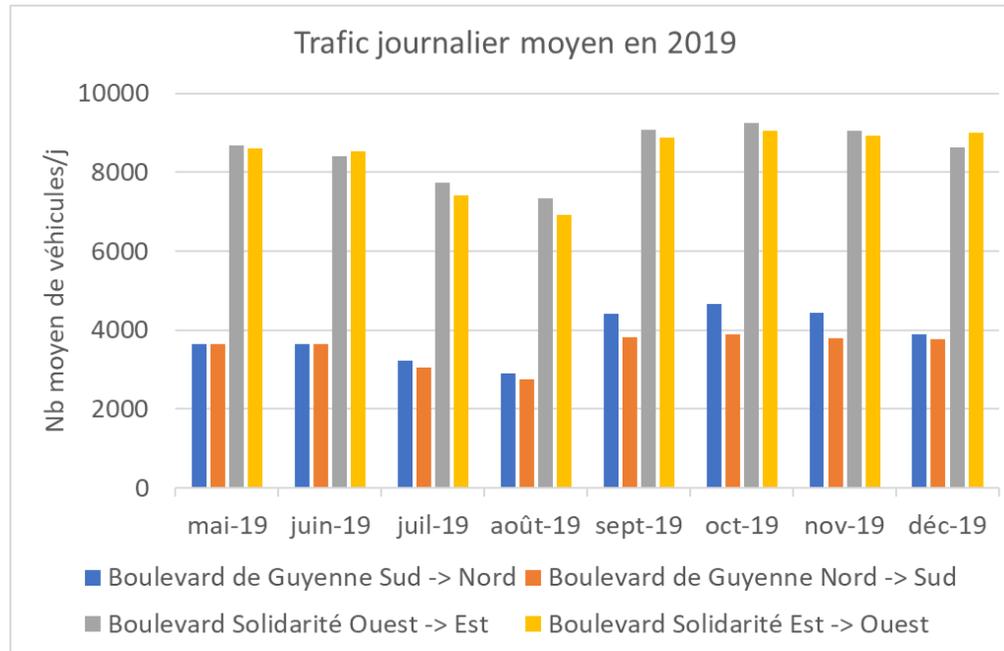
PM₁₀ en 2018 : 21 % proviennent du transport routier. Répartition des émissions du transport routier (ci-dessous) : 61 % issus de processus d'abrasion (freins, pneus, routes, embrayage...) et 39 % de la combustion des moteurs.

Transport routier PM₁₀ 2018



Contexte : Les mesures de pollution de l'air sont réalisées à une période où le trafic est élevé

En 2020, la circulation est toutefois plus faible qu'elle ne l'était en 2019 du fait de la crise sanitaire.



- La période de mesures pour cette expérience doit répondre à deux critères : Présence de feuillage sur les arbres et trafic élevé.
- Les mesures de trafic entre mai et décembre 2019 montrent que les volumes de trafic sont semblables en mai et en septembre. Toutefois, au printemps 2020, le confinement lié à la crise sanitaire a réduit le trafic de près de 70% en moyenne sur le Grand Est. Il a donc été décidé de reporter la campagne de mai à septembre, période pendant laquelle la réduction de l'activité (toujours sous l'effet de la crise sanitaire) était moindre qu'en mai, bien que le trafic en septembre 2020 soit encore inférieur à celui de 2019.
- Le détail des volumes de trafic pendant la période de mesures (01/09 au 14/09/2020) montre que le dimanche la circulation diminue significativement (divisée par 4 sur Av de la solidarité, vers l'ouest).

Les principes de l'évaluation de la qualité de l'air sur l'espace test SESAME

L'espace SESAME est à la croisée de deux importants axes routiers de Metz

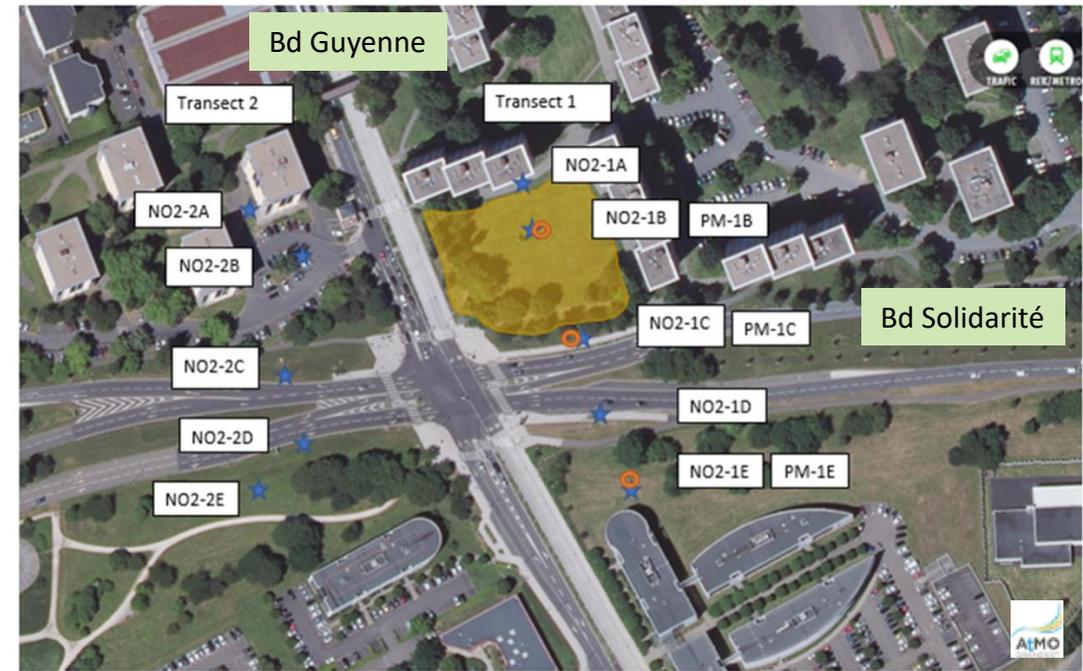
Lieu : espace vert à proximité de l'intersection entre le boulevard de Guyenne et le Boulevard de la Solidarité. Des écrans de végétaux seront plantés sur les 2 côtés proches des axes de l'espace test (en jaune sur la figure ci-contre).

Principe directeur de l'étude de qualité de l'air

- Comparer les concentrations des principaux polluants émis par la circulation (NO₂ et PM10) en des points protégés ou pas par des écrans végétaux.
- Les PM10 sont mesurés sur le transect 1 coupant le Boulevard de la Solidarité ; les NO₂ sont mesurés sur 2 transects coupant le Boulevard de la Solidarité et situés de chaque côté du Boulevard Guyenne.
- Les prélèvements sont réalisés à proximité immédiate des axes (points C et D), sur des points qui seront à l'arrière des écrans (points 1 A et 1B) et d'autres qui ne bénéficieront pas de ces écrans (transect 2 et points E).

Déroulé de l'étude

- Point 0 : Avant l'installation des écrans végétaux : Du 1^{er} au 14 septembre 2020.
- Campagnes suivantes : pendant la croissance des écrans végétaux : 1^{ers} quinze jours de septembre, tous les 2 ans à partir de 2022 (seule la campagne de 2022 est actuellement financée).
- Les campagnes sont programmées pendant des périodes où d'une part la circulation est importante (pour être en situation d'impact maximum) et où d'autre part les arbres portent leur feuillage (pour que l'écran végétal soit le plus dense possible).



Zone orangée : zone de plantation

★ NO2-#X 10 points de prélèvement NO₂

○ PM-#X 3 points de prélèvement PM10

Points de mesure	A	B	C	D	E
Distance approximative du Bd Solidarité	80 m	50 m	5 m	5 m	30 m

Plusieurs méthodes de prélèvements sont utilisées selon les polluants et les sites

Polluant	Sites	Méthode de prélèvement	Remarques
NO ₂	NO2-1A NO2-1B NO2-1C NO2-1D NO2-1E NO2-2A NO2-2B NO2-2C NO2-2D NO2-2E	Tubes passifs	Transect 1 : tubes en doublon à chaque station Blanc terrain : NO2-1B Durée de chaque prélèvement : 14 jours
PM10	PM-1B PM-1C PM-1E	Préleveur actif sur filtre (Leckel)	Durée de chaque prélèvement : 24h, 1 prélèvement par jour sur chaque site.

Les positions des sites sont indiquées sur la diapositive 10.

L'analyse des doublons et des blancs indique que la qualité technique des mesures est conforme aux recommandations du LCSQA.

A titre d'information, l'incertitude théorique au niveau de la valeur réglementaire sur les prélèvements et analyses d'ATMO Grand Est en 2020 est de 31 % pour le NO₂ et de 23 % sur celles de PM10.

L'ensemble des mesures a été validée d'un point de vue environnemental, à l'exception de la mesure de PM10 du 02/09/2020 au point PM10-1B, dont la valeur (8,7 µg/m³) est faible en comparaison avec les autres mesures et ne peut être expliquée avec les éléments recueillis lors de cette étude.

Trois Leckels sont déployés pour les PM10 et 10 points de mesures pour le NO₂

Tubes passifs et Leckel



Leckel pour prélèvements des PM10
(sites PM-1C et PM-1E)

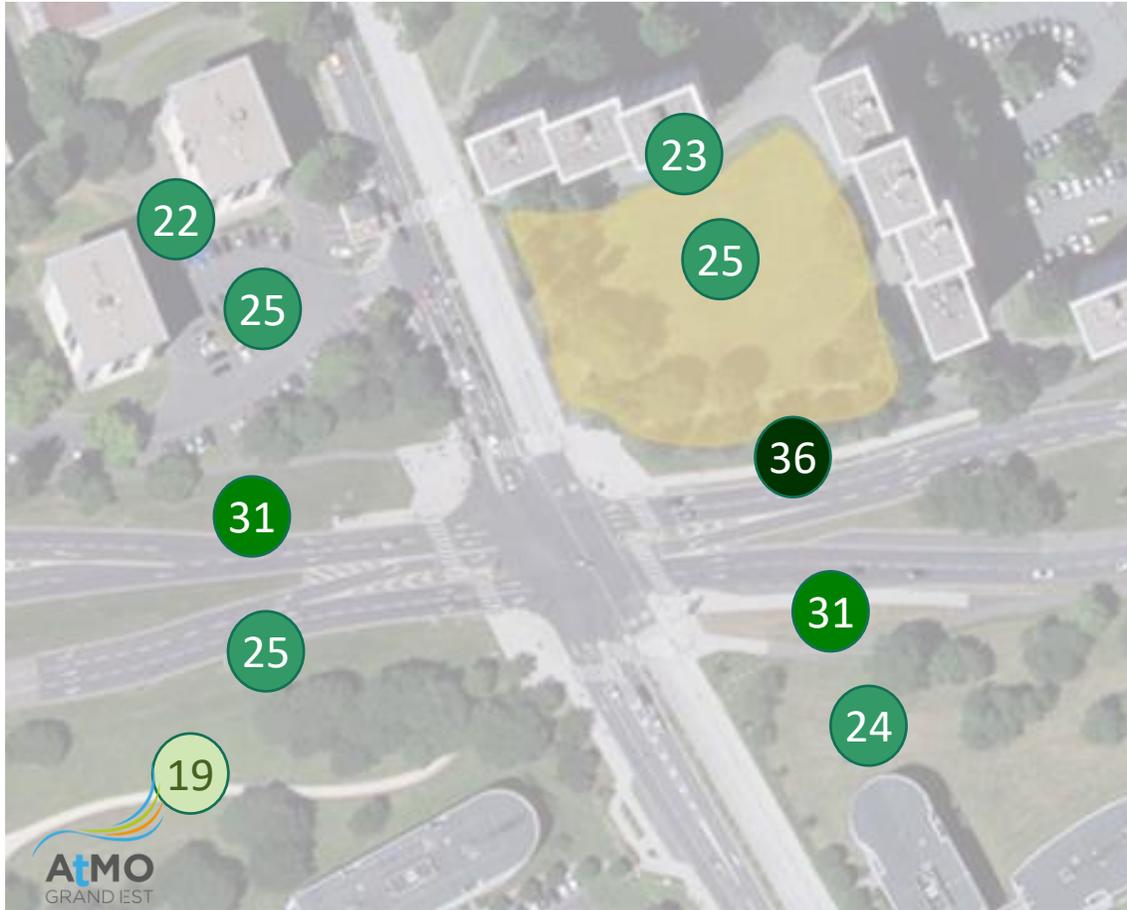


Tubes passifs pour le NO₂ sur des mâts installés par la ville de Metz ou sur des poteaux électriques



Les concentrations en NO₂ les plus élevées sont mesurées à proximité des axes routiers

La végétation actuellement en place ne semble pas influencer les concentrations de NO₂ mesurées.



Légende :

xx Concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) mesurées par tubes passifs sur 14 jours

La distance entre les points de prélèvement et les axes routiers explique les variations de concentrations entre les points de prélèvement.

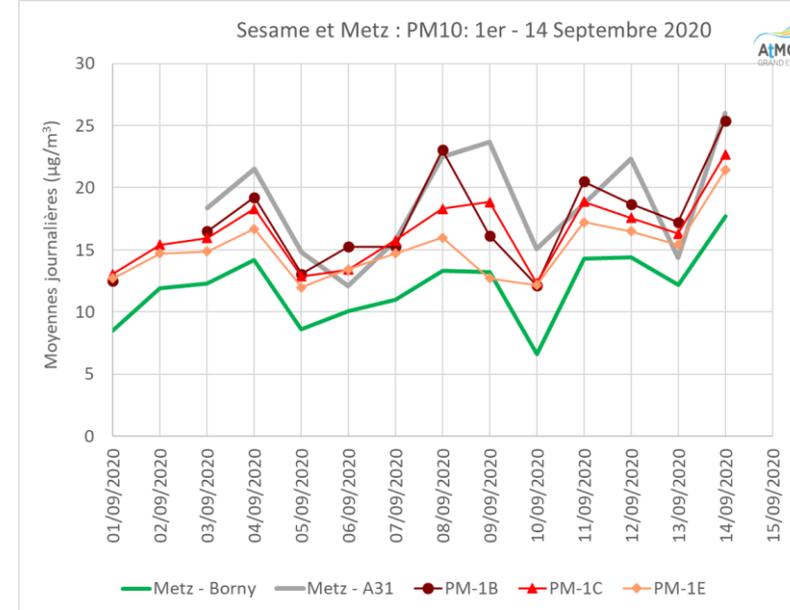
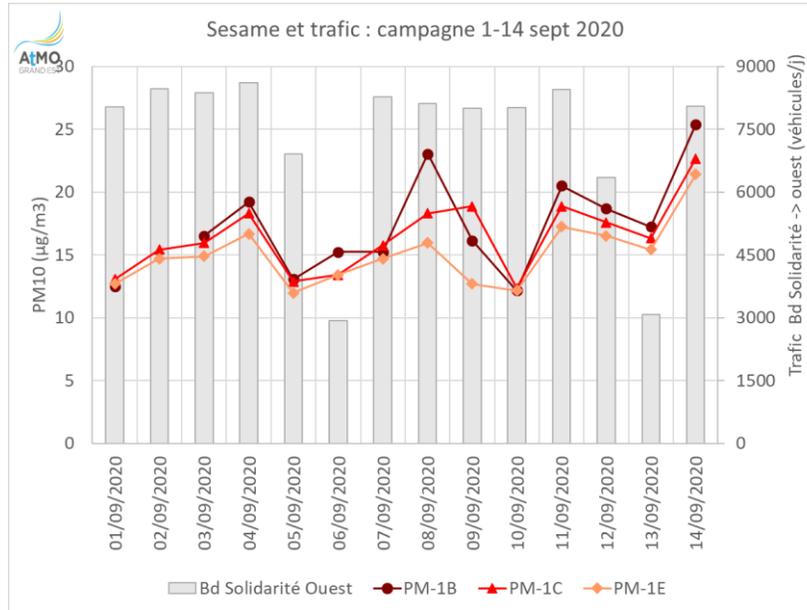
Au nord du Bd de la Solidarité (points 1A, 1B, 2A et 2B), les concentrations mesurées sont proches (entre 22 et 25 µg/m³).

Le point où les concentrations sont les plus élevées (NO₂-1C, 36 µg/m³) est à proximité d'une zone où les voitures sont arrêtées lors des feux rouges.

Les concentrations mesurées sur l'espace test SESAME sont comprises entre les concentrations moyennes annuelles de la station de fond de Borny (17 µg/m³ en 2019) et de la station trafic de l'A31 (40 µg/m³ en 2019). Les points les plus éloignés (+ de 30 m) du Bd de la Solidarité sont ceux dont les concentrations sont les plus proches de celles de la station de fond de Borny. Les concentrations mesurées au point 1C sur le bord du boulevard (environ 5 m) sont proches de celles de la station trafic A31.

Des profils PM10 proches sur les trois points de prélèvement, sans relation avec le trafic

Des concentrations intermédiaires entre celles mesurées aux stations urbaines de fond et de trafic



Sur la période, les concentrations sur le site de SESAME sont généralement comprises entre celles mesurées à la station de fond de Borny et celles de la station trafic de l'A31. Les concentrations moyennes sur les trois sites SESAME sont entre 15 et 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit légèrement inférieures à celles mesurées sur le site trafic de l'A31 (moyenne : 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). La moyenne à la station de fond de Borny est de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces différences suggèrent que les concentrations de PM10 sur le site SESAME sont augmentées de façon constante par rapport aux concentrations de fond par une source à proximité du site (qui pourrait être le trafic local).

La dynamique temporelle des mesures de PM10 est semblable sur l'ensemble des sites et ne semble pas être reliée à la dynamique temporelle du trafic autour du site SESAME (pas de baisse notable ni systématique les week-end). Le bruit de fond (issu de l'ensemble des sources: chauffage, industrie, trafic autre que local, agriculture, etc.) et/ou les effets météorologiques (par exemple: pluie qui diminue les concentrations, vent qui les disperse) a donc un impact significatif sur les variations de concentrations de PM10 sur le site.

Aucune corrélation ne peut être établie entre les concentrations et la distance à la route. La concentration élevée de PM10 le 8 septembre au point 1B (23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pourrait être expliquée par un ré-envol local de poussières. Le point de mesure est sur une zone où l'herbe était sèche et poussiéreuse en fin d'été et qui est une aire de jeu pour les enfants des immeubles environnants. L'herbe était restée plus présente au point 1E, autour duquel le passage est moindre qu'au point 1B.

Le point 0 des mesures de qualité de l'air autour de l'espace test SESAME est réalisé

Les concentrations de NO₂ diminuent avec la distance aux axes routiers, celles de PM10 ne semblent pas corrélées aux variations locales du trafic. La végétation actuellement en place ne semble pas influencer les concentrations de ces deux polluants.

Des moyens importants ont été déployés par la Ville de Metz et par ATMO Grand Est pour réaliser le point 0 des mesures de la qualité de l'air sur l'espace test SESAME en 2020.

Les données d'ATMO Grand Est dans le cadre de l'Observatoire Climat Air Energie montrent que sur Metz Métropole, les NOx sont principalement émis par le transport routier (et la combustion des moteurs). Au sein de ce secteur, les véhicules légers représentent 50 % des émissions.

En 2018, les PM10 sont émises par le secteur résidentiel (24 % du total) et par le transport routier (21% du total). Ces PM10 proviennent alors principalement des processus d'abrasion (route, pneu, embrayage, freins...).

Les polluants de l'air étudiés sur l'espace test SESAME sont le NO₂ et les PM10.

En matière de qualité de l'air, les concentrations de NO₂ et de PM10 mesurées sur l'espace SESAME sont à des niveaux intermédiaires entre les concentrations mesurées en continu à la station de fond de Metz-Borny et celles mesurées à la station d'observation spécifique (trafic) de Metz-A31.

Sur l'espace SESAME, les concentrations de NO₂ sont d'autant plus faibles que le point de mesure est éloigné du Boulevard de la Solidarité. Les PM10 ne montrent pas de corrélation semblable entre concentration et distance au trafic. Les mesures journalières de PM10 ne sont pas non plus corrélées à l'intensité du trafic sur les axes çà proximité de l'espace test SESAME.

L'influence du trafic est donc évidente sur les mesures de NO₂ mais plus mitigée sur celles de PM10. Cela est cohérent avec des sources de PM10 plus variées (chauffage, industrie...) que celles des NOx (à plus de 60 % liées aux trafic).

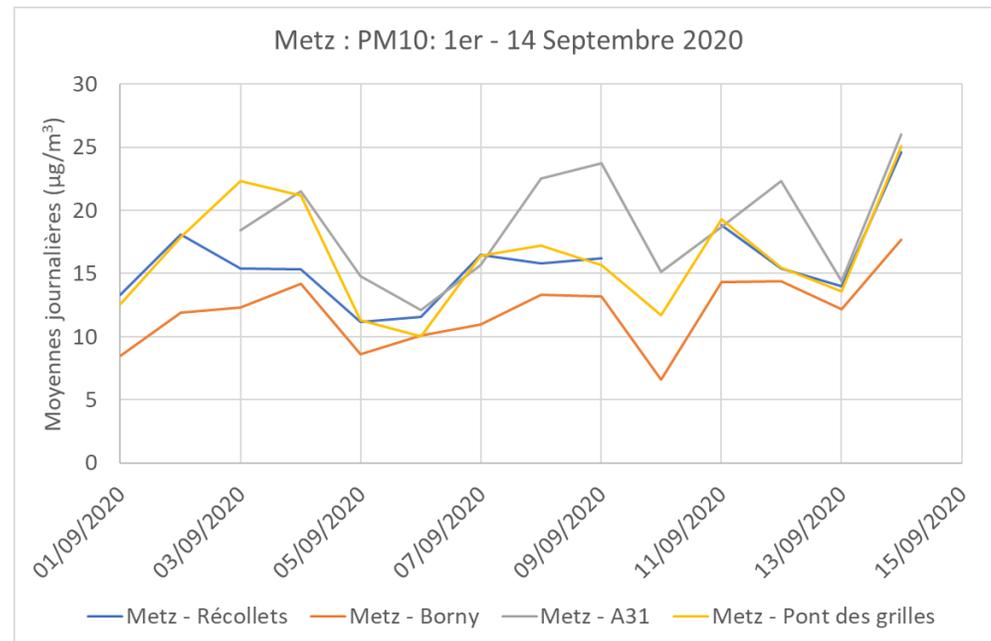
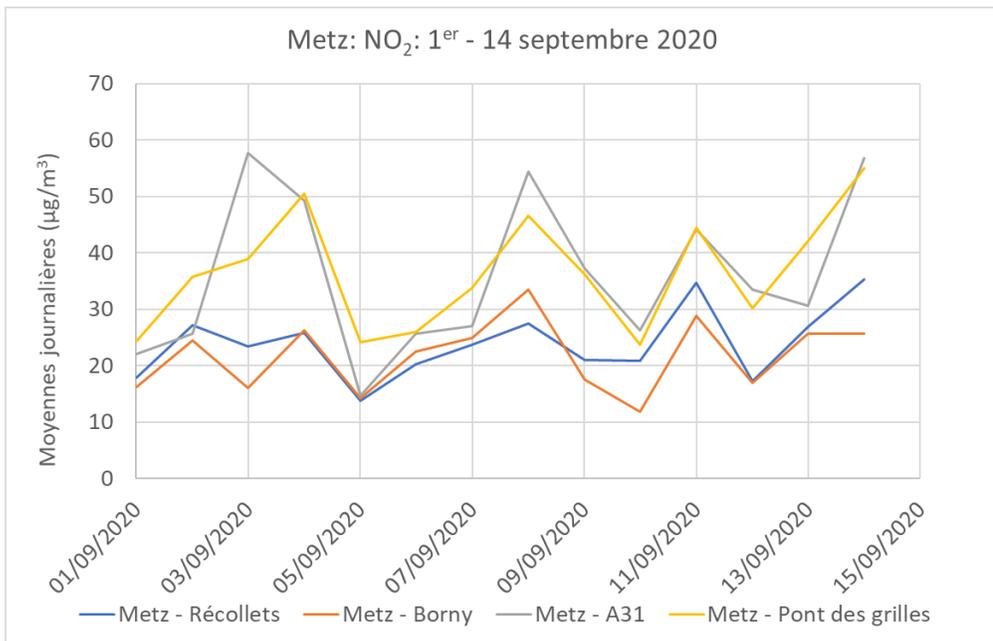
Il est prévu de reproduire cette séquence de mesures en septembre 2022.



Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim
Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - contact@atmo-grandest.eu
Siret 822 734 307 000 17 - APE 7120 B
Association agréée de surveillance de la qualité de l'air

Concentrations mesurées sur les sites de mesures de Metz et ses environs par Atmo Grand Est



Concentrations journalières en PM10

Les trois Leckels ont fonctionné 100% du temps pendant les 14 jours de prélèvement

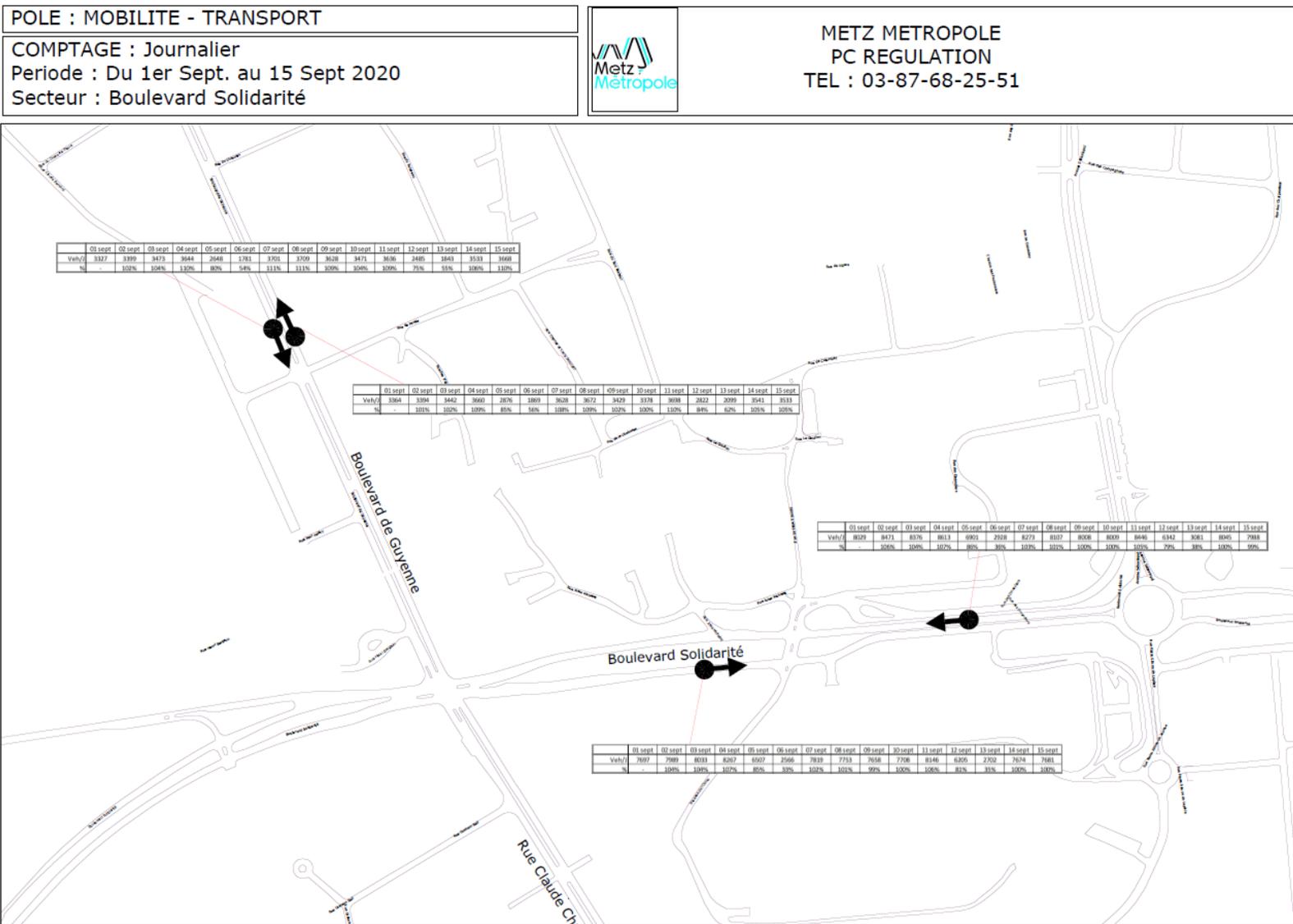
Date prélèvement	Concentration PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	PM-1B	PM-1C	PM-1E
01/09/2020	13	13	12,70
02/09/2020	9	15	14,70
03/09/2020	17	16	14,88
04/09/2020	19	18	16,69
05/09/2020	13	13	11,97
06/09/2020	15	13	13,43
07/09/2020	15	16	14,70
08/09/2020	23	18	15,97
09/09/2020	16	19	12,70
10/09/2020	12	12	12,16
11/09/2020	21	19	17,24
12/09/2020	19	18	16,51
13/09/2020	17	16	15,42
14/09/2020	25	23	21,41

Les mesures par tubes passifs NO₂

Localisation du tube	Type d'échantillon	NO ₂ µg/m ³ à 20°C
site NO2-1A	échantillon	23,6
site NO2-1A	doublon	23,1
site NO2-1B	échantillon	23,9
site NO2-1B	doublon	25,5
site NO2-1B	blanc terrain	0,2
site NO2-1C	échantillon	34,3
site NO2-1C	doublon	38,0
site NO2-1D	échantillon	30,5
site NO2-1D	doublon	30,6
site NO2-1E	échantillon	25,3
site NO2-1E	doublon	22,6
site NO2-2A	échantillon	21,9
site NO2-2B	échantillon	25,1
site NO2-2C	échantillon	31,0
site NO2-2D	échantillon	25,1
site NO2-2E	échantillon	18,6

Comptages sur les axes routiers par Metz Métropole entre le 1^{er} et le 15 sept 2020

Document source: Comptage Journalier - Bld Solidarité - du 1er sept au 15 sept 2020.pdf transmis par Metz - Métropole



Limites de l'étude

L'étude est limitée à une investigation concernant l'un des maillons du cycle de la pollution de l'air, celui de la qualité de l'air (concentrations atmosphériques de polluants).

Compte tenu des périodes et de la fréquence des mesures, l'étude ne permet pas de qualifier les niveaux observés au regard des normes annuelles de qualité de l'air pour les paramètres mesurés avec les analyseurs.

Des informations relatives aux dépassements de normes horaires ou journalières pour les paramètres mesurés avec des tubes passifs ne peuvent être fournies.

Assurance qualité

Afin de s'assurer de la cohérence des données, des tubes passifs ont été déployés en doublon sur un des 2 transects (transect 1).

De plus, un blanc terrain (tube non exposé mais laissé protégé sur le site) et des blancs laboratoires (tubes uniquement manipulés en laboratoire) ont été analysés pour déceler d'éventuelles sources de contamination des échantillons.

Techniques de prélèvement normées

Les techniques de prélèvements utilisées suivent des normes et/ou les recommandations du LCSQA

Polluants	Méthode prélèvement	Norme	Méthode d'analyse	Laboratoire (hors analyseurs)
Oxydes d'azote (NO ₂)	Tube passif	NF EN 16339 sept 2013 - Air ambiant - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion	Désorption solvant puis analyse par colorimétrie	ATMO Grand Est
PM10	Analyseur	NF EN 12341 - Air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP10 ou MP2.5 de matière particulaire en suspension NF EN 16450 29 Avril 2017 - Air ambiant – Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10 ; PM2,5).	Mesure gravimétrique	NA

Rôle de certains paramètres météorologiques sur la qualité de l'air

Paramètres	Rôles des conditions météorologiques dans la formation et dispersion des polluants de l'air
Température 	La température agit sur la chimie et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz, peut favoriser la stagnation des gaz issus des rejets d'échappement des véhicules, des installations de chauffage (dispersion limitée) etc... Les températures froides jouent sur l'augmentation des émissions liées au chauffage, tandis que les fortes températures favorisent les transformations photochimiques des polluants.
Précipitations 	Lors de précipitations, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant ainsi le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air.
Direction et vitesse du vent 	Le vent est un paramètre météorologique essentiel et contrôle la dispersion des polluants. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de pollution, que par sa vitesse pour diluer et entrainer les émissions de polluants. Une absence de vent contribuera à l'accumulation de polluants près des sources et inversement.