



CAMPAGNE DE MESURES AUTOUR DU BOULEVARD URBAIN SUD

Marseille - 2022

Novembre 2023

Date de parution

15/11/2023

Contact

Chargé d'action territoriale : Sébastien Mathiot sebastien.mathiot@atmosud.org

Pilote de projet : Sébastien Mathiot & Patricia Lozano patricia.lozano@atmosud.org

Références

AFI-000096 / ASL- ASN - ERT

Résumé

- ▶ **Une surveillance de la qualité de l'air le long du Boulevard Urbain Sud (BUS) et dans les quartiers connexes à Marseille**

La 1^{ère} tranche du Boulevard Urbain Sud reliant actuellement l'échangeur Florian au boulevard Sainte Marguerite à Marseille sont en activité depuis juillet 2020. La pollution émise par ce nouveau trafic a donc fait l'objet de mesures réalisées par AtmoSud en 2022. Une vingtaine de points de mesure de NO₂ et BTEX a été répartie à la fois le long de l'axe du BUS et à proximité des paralumes, ainsi que sur les artères périphériques afin d'évaluer la qualité de l'air liée au potentiel report de trafic.

- ▶ **Les têtes de tunnel et échangeurs, source majeure de pollution en NO₂**

Les concentrations en NO₂ les plus élevées qui flirtent avec la valeur limite annuelle réglementaire de 40 µg/m³ sont mesurées sur les sites proches des têtes de tunnel (au nord vers l'échangeur Florian et au sud face au lycée Jean Perrin) et sur le site de l'échangeur Florian, au carrefour de l'A507, de l'A50, du BUS et du boulevard Mireille Lauze à Marseille.

- ▶ **Du benzène dans la rue Pierre Doize à Marseille**

L'échantillonnage en benzène n'a pas révélé de concentration supérieure à l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³, à l'exception d'un point de mesure situé rue Pierre Doize. Une source locale contribue probablement à des teneurs en benzène et autres COV importantes. Des investigations supplémentaires pourraient être envisagées compte-tenu de la sensibilité du quartier avec ses habitants riverains et ses écoles.

- ▶ **Une amélioration de la qualité de l'air dans les quartiers périphériques au BUS**

Une comparaison des mesures entre 2014 et 2022 a été réalisée. Il s'avère que les sites trafic implantés au niveau des axes périphériques ont vu leurs concentrations en NO₂ diminuer, en relation avec le report de trafic sur le BUS et l'amélioration technologique du parc roulant durant cette période. Les sites de fond ont relevé également une baisse des teneurs mais celle-ci est plus atténuée par rapport aux sites trafic.

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie la Métropole d'Aix-Marseille-Provence pour sa collaboration sur la stratégie d'échantillonnage, et sur le partage des évolutions récentes d'aménagements locaux.

PARTENAIRES

Métropole Aix-Marseille-Provence

AUTEURS DU DOCUMENT

Rédaction : Aurélie Stoerkel – AtmoSud

Vérification : Patricia Lozano, Sébastien Mathiot, Alexis Stépanian – AtmoSud

Validation : Edwige Révélat - AtmoSud

SOMMAIRE

I	Contexte	5
II	Méthodologie	7
II.1	Plan d'échantillonnage.....	7
II.2	Moyens de mesures utilisés.....	8
II.3	Estimation des valeurs annuelles.....	9
III	Conditions météorologiques lors des campagnes de mesure	10
IV	Résultats de l'échantillonnage 2022	12
IV.1	Assurance qualité de la campagne de mesure.....	12
IV.2	Dioxyde d'azote	13
IV.3	BTEX.....	16
V	Comparaison des résultats entre 2014 et 2022.....	19
V.1	Evolution du NO ₂ entre 2014 et 2022.....	19
V.2	Evolution du benzène entre 2014 et 2022	21
VI	Conclusion	23

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	: Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	27
Annexe 2	: Liste des sites de mesures.....	31
Annexe 3	: Validation des mesures NO ₂	32
Annexe 4	: Résultats des mesures de COV en 2022.....	33

I CONTEXTE

En 2022, AtmoSud accompagne la Métropole Aix Marseille Provence sur les aspects de la qualité de l'air dans sa mise à jour de l'évaluation environnementale du projet du Boulevard Urbain Sud (BUS) au niveau de la 1^{ère} tranche du BUS (Figure 1). Il s'agit de réaliser le diagnostic de la qualité de l'air dans le périmètre des sections comprises entre l'échangeur Florian et le boulevard Sainte-Marguerite un an après l'ouverture de ce tronçon (9^{ème} et 10^{ème} arrondissements de Marseille). Une comparaison de l'état annuel 2022 sera effectué avec celui des projections réalisées lors de l'étude d'impact qui a été réalisée entre 2010 et 2014.



Figure 1 : Représentation des différentes sections du Boulevard Urbain Sud

La mise à jour du diagnostic sur la qualité de l'air sera conforme aux règles de l'art, en particulier au

guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 relatives à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air des infrastructures routières, publiée au BO du 7 mars 2019¹, en remplacement de la note méthodologique annexée à la circulaire interministérielle du 25 février 2005.

Les campagnes de mesure sont réalisées dans les mêmes conditions que lors de l'étude d'impact initial, comprenant les polluants : dioxyde d'azote NO₂ et Benzène Toluène Ethyl-benzène Xylènes (BTEX).

Les points de mesure sélectionnés comprennent ceux échantillonnés lors de l'état initial de 2014, ainsi que des points supplémentaires choisis en concertation avec les services de la Métropole, qui souhaitent disposer de mesures à proximité des paralumes.

Ce rapport présente les résultats annuels 2022 obtenus à partir de deux campagnes de mesure, une en conditions hivernales (du 02/03 au 30/03/2022) et une en conditions estivales (du 07/09 au 05/10/2022). Il abordera également l'évolution de la qualité de l'air sur la zone d'étude entre 2014 et 2022.

¹ <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/guide-methodologique-volet-air-sante-etudes-impact-routieres>

II METHODOLOGIE

II.1 Plan d'échantillonnage

La Figure 2 représente l'emplacement des 22 sites d'échantillonnage avec les différents polluants mesurés :

- 22 points de mesures (en bleu) pour mesurer le dioxyde d'azote (NO_2);
- 10 points de mesures (en jaune) pour mesurer les composés organiques volatils BTEX (Benzène – Toluène – Ethylbenzène – Xylènes).

Les sites nommés « S.. » sont des emplacements repris de sites déjà échantillonnés en 2010-2014.

Les sites nommés « P.. » correspondent à de nouveaux emplacements, plus ou moins proches du BUS, trémies et paralumes récemment construits.

Deux stations de référence d'AtmoSud ont été équipées de capteurs afin de vérifier la qualité des données brutes et de confirmer les tendances de qualité de l'air selon les périodes étudiées : la station Longchamp de fond urbain, située à l'observatoire de Marseille place Le Verrier, et les stations trafic urbaines « Jean Moulin » située le long du Jarret dans l'enceinte de la faculté de Pharmacie de la Timone, et « Rabatau », située au 93 bd Rabatau.

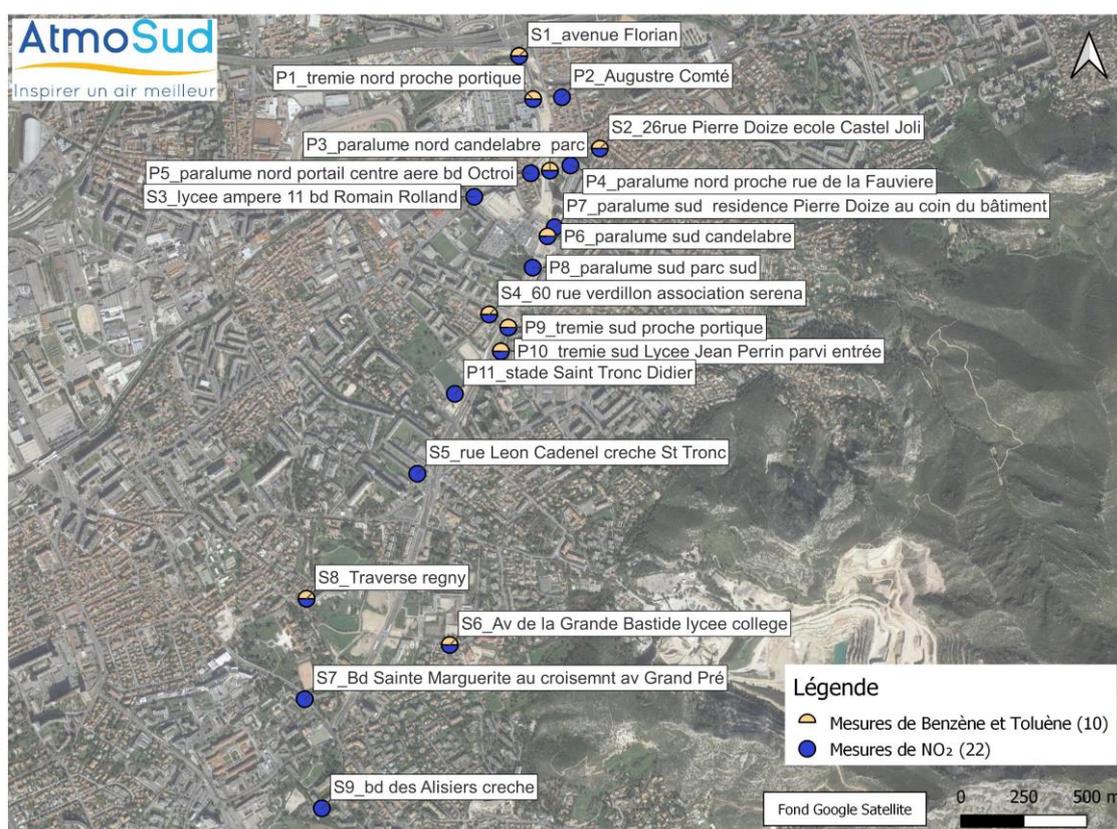


Figure 2 : Localisation des sites d'échantillonnage

II.2 Moyens de mesures utilisés

▸ Mesures de dioxyde d'azote (NO₂)

Les mesures ont été réalisées à l'aide de capteurs passifs se présentant sous forme de tube de polypropylène de 7 cm de long (Figure 3), avec :

- à une extrémité un embout blanc et fixe, abritant une grille enduite de triéthanolamine, absorbant permettant de piéger le dioxyde d'azote ;
- à l'autre extrémité un bouchon rouge à enlever lors de la mise en prélèvement de l'échantillon.

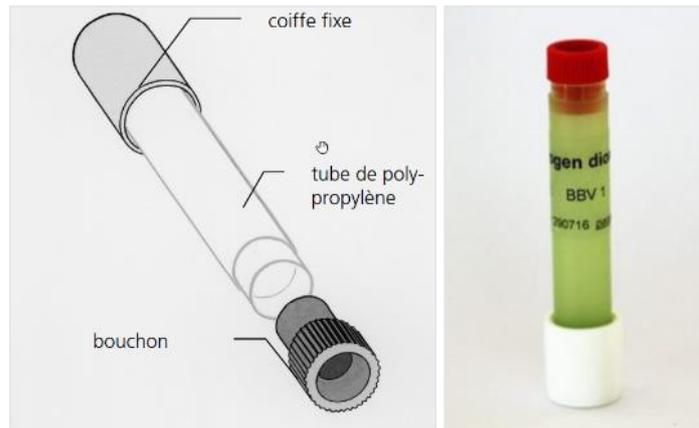


Figure 3 : Schéma et photo du capteur passif NO₂

Les tubes sont ensuite installés dans un abri spécifique les protégeant des intempéries et permettant leur fixation (Figure 4). La hauteur recommandée pour l'installation de l'abri est de 3 m. Les supports généralement employés sont les mobiliers urbains tels que les poteaux électriques, téléphoniques, les réverbères, voire dans certains cas, des panneaux de signalisation.



Figure 4 : Abri spécifique pour les capteurs NO₂

Une fois les tubes exposés une quinzaine de jours, ils sont récupérés et envoyés au laboratoire pour analyse.

- ▶ **Mesures de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX)**

Les dispositifs de mesure des BTEX se présentent sous la forme de cartouches adsorbantes de charbon actif à glisser dans un support diffusif et à suspendre dans un abri adapté (Figure 5). Les hauteurs et type de supports urbain utilisés sont les mêmes que ceux utilisés pour les mesures passives de NO₂. Une fois les cartouches exposées une quinzaine de jours, elles sont récupérées et envoyées au laboratoire pour analyse.



Figure 5 : Composition du matériel employé pour la mesure de BTEX

II.3 Estimation des valeurs annuelles

- ▶ **pour le NO₂**

les moyennes annuelles sont calculées à partir des deux campagnes de mesures d'un mois, ensuite estimées à l'année à partir des données des stations régionales ; cela permet une comparaison à la valeur réglementaire annuelle ;

- ▶ **pour les BTEX**

la moyenne annuelle est issue d'une moyenne arithmétique calculée à partir des deux campagnes hivernales et estivales.

III CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DES CAMPAGNES DE MESURE

La station météorologique la plus proche de la zone d'échantillonnage est celle du réseau Météo France installée dans le quartier de Marseille Vaudrans. Les données pour les campagnes de mars et septembre 2022 sont représentées sur la Figure 7.

Lors de ces deux campagnes, hivernale et estivale, les vents sont globalement représentatifs des vents mesurés sur les années antérieures (Figure 6).

Toutefois les conditions de vent en mars 2022 sont relativement atypiques avec la prédominance d'un vent de secteur est-sud-est fort. Les sites de mesure se trouvant à l'ouest des paralumes et du BUS peuvent éventuellement être un peu plus impactés avec ce vent qui rabat ainsi la pollution vers l'ouest.

Concernant les précipitations, 370 mm en moyenne sur l'aire marseillaise ont été relevés au total pour l'année 2022.

Ces conditions restent représentatives de ce territoire, peu exposé aux précipitations en général, et favorisent également l'accumulation de la pollution atmosphérique.

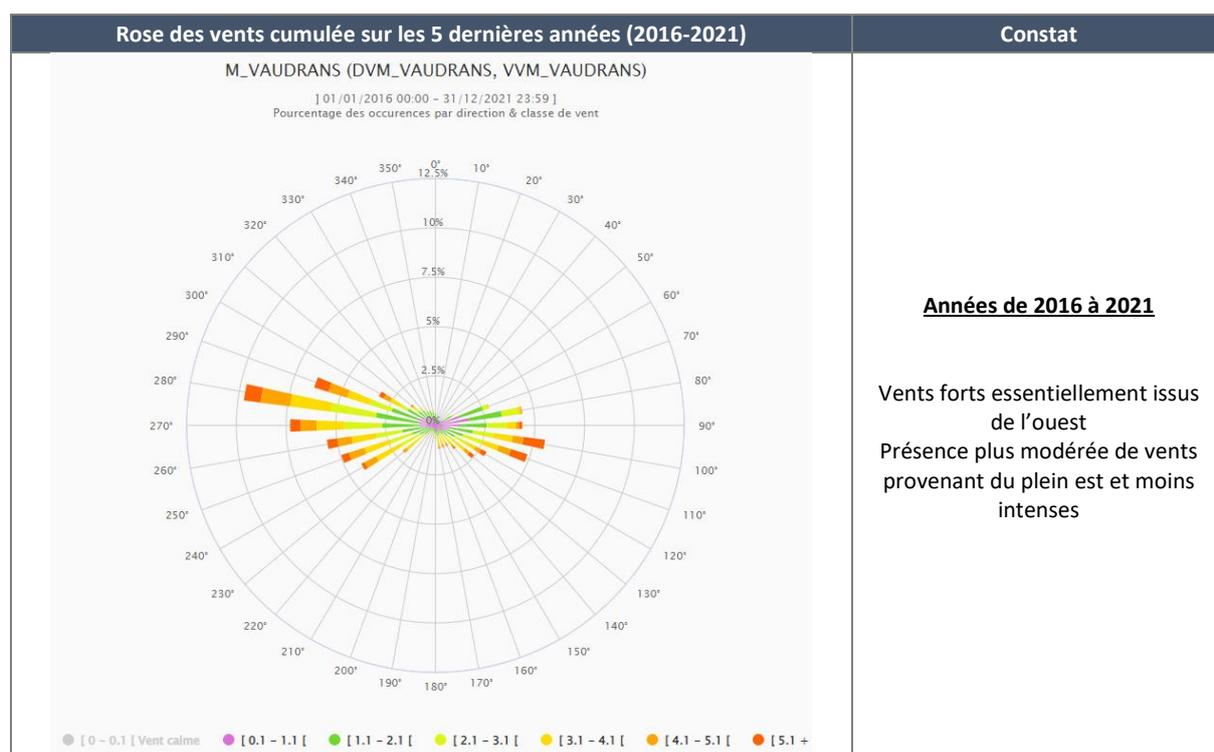


Figure 6 : Roses des vents de la station Météo France de Marseille Vaudrans sur 2016-2021

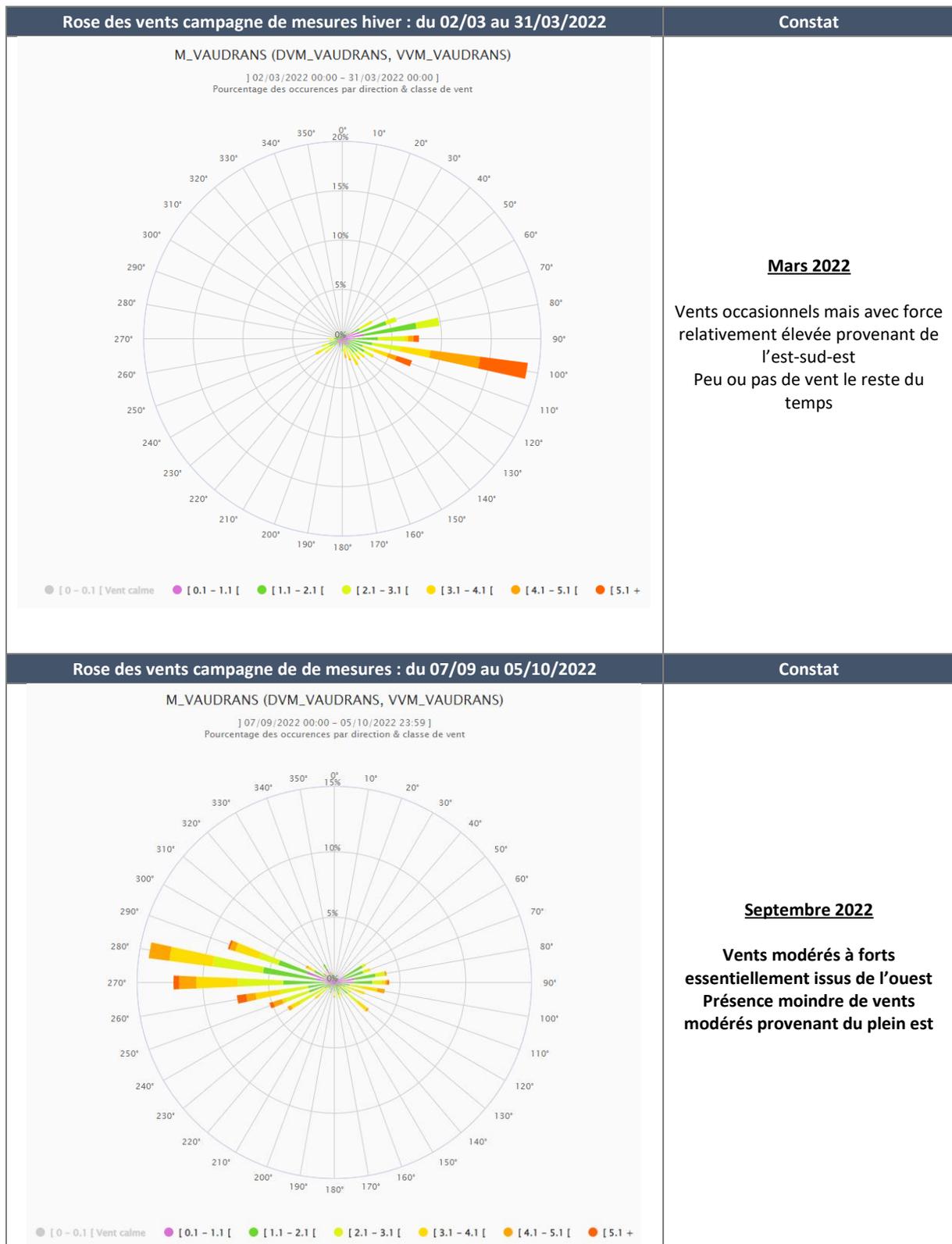


Figure 7 : Roses des vents de la station Météo France de Marseille Vaudrans sur différentes périodes en 2022

IV RESULTATS DE L'ECHANTILLONNAGE 2022

La liste des points de mesures et leurs caractéristiques figurent en annexe 2. 100 % des capteurs présentent un résultat d'analyse valide.

IV.1 Assurance qualité de la campagne de mesure

▸ Blancs

Le nombre d'échantillons à commander doit systématiquement comprendre des blancs de site et des blancs de lot.

Les blancs de site, ou autrement appelés blancs terrain, permettent de valider la série d'échantillons exposés en vérifiant qu'il n'y a pas eu de contamination en-dehors de la séance d'exposition. Ces contaminations peuvent entre autres se produire durant le transport, la manipulation ou encore lors du stockage.

Les blancs de lot sont des échantillons qui ne subissent rien d'autre que le conditionnement du laboratoire. Ces blancs permettent de vérifier qu'il n'y a pas de contamination ou défaillance liées au système de prélèvement.

Tous les résultats de blancs de lot et de site pour cette campagne sont conformes aux exigences.

▸ Triplets NO₂

Le nombre d'échantillons de tubes de mesure de NO₂ à prévoir doit systématiquement inclure des échantillons à tripler sur un même emplacement. Certains échantillons sont également à coupler à une station automatique de mesure de NO₂. Dans une logique d'interprétation et de traitement des données, AtmoSud effectue les triplets sur les sites équipés de mesures automatiques. Ces deux conditions permettent :

- de valider la reproductibilité du système de prélèvement des capteurs (triplets) ;
- de valider la fiabilité du système de prélèvement des capteurs (couplage analyseur automatique, méthode de référence de mesure du polluant).

Les triplets sont également à répartir par typologie et influence. Cela est fortement recommandé pour le traitement des données afin de couvrir une gamme de concentrations assez étendue : cela permet de comprendre le comportement du système de prélèvement et de mieux le corriger par la suite.

Pour cette campagne, les triplets entre eux, ainsi que ceux des couples tubes-analyseurs automatiques présentent des résultats conformes aux exigences (voir Annexe 3).

IV.2 Dioxyde d'azote

▸ Représentation cartographique des résultats de 2022

La Figure 8 ci-dessous montre les concentrations moyennes annuelles en NO₂ obtenues sur l'échantillonnage autour du BUS.

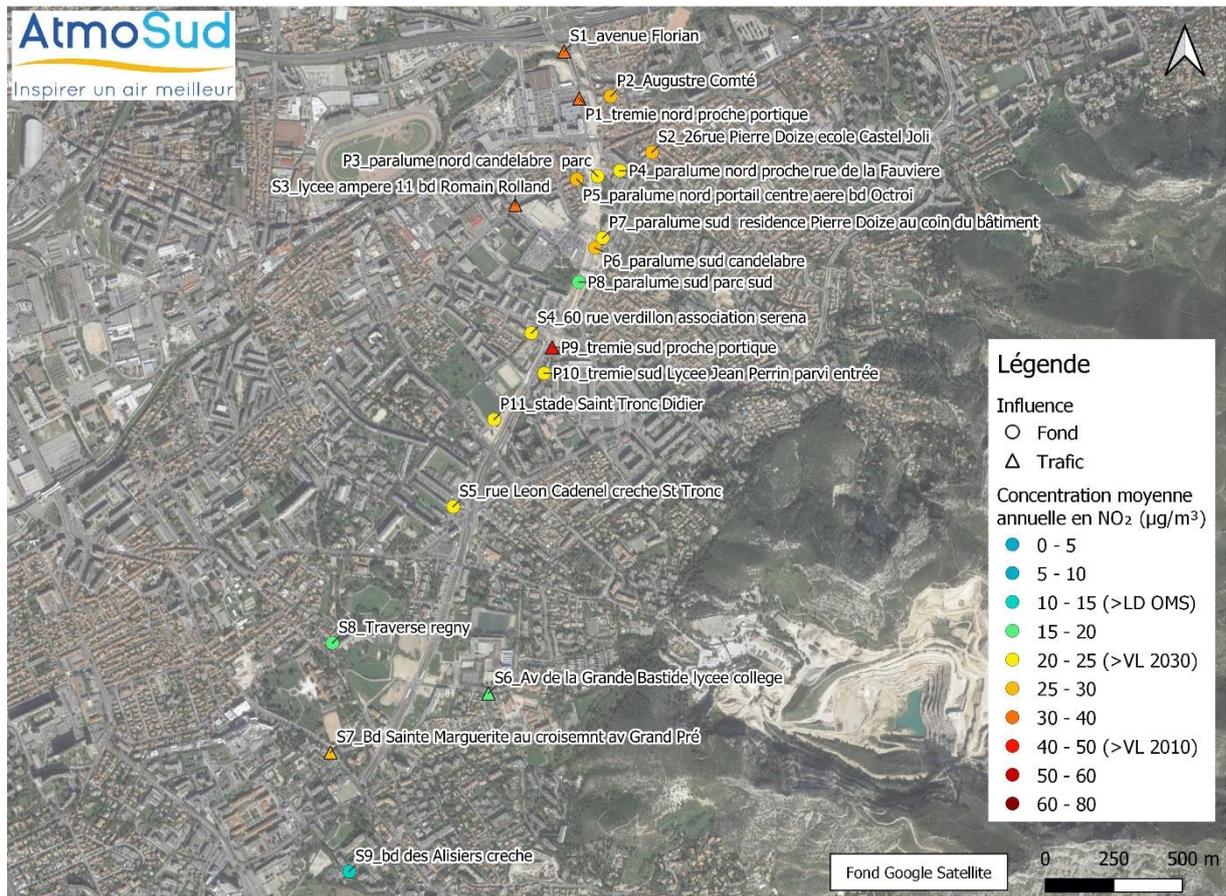


Figure 8 : Représentation cartographique des teneurs annuelles en NO₂ estimées par point de mesure

▸ Résultats globaux de la campagne de 2022

La Figure 9 montre les concentrations moyennes annuelles en NO₂, calculées sur l'ensemble des sites de mesures. Ces derniers sont représentés en parallèle de la Valeur Limite annuelle et de la Ligne Directrice OMS.

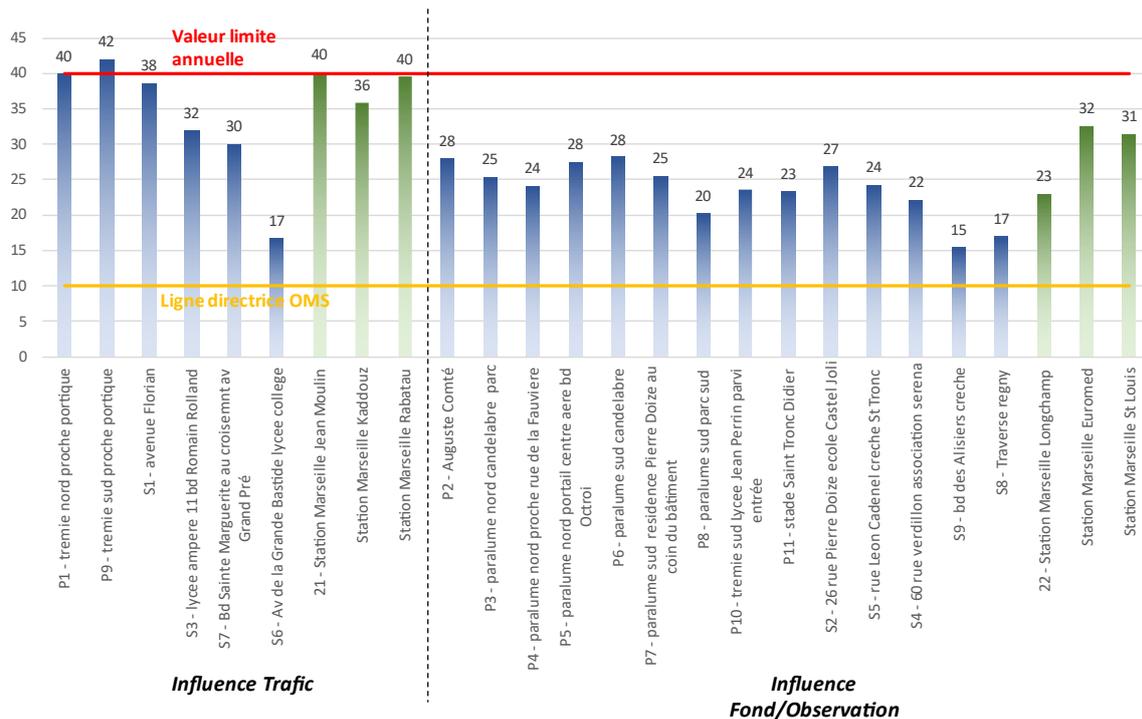


Figure 9 : Histogramme des concentrations annuelles en NO₂ par site de mesure

Seuls trois sites de mesures le long du BUS sous influence « trafic » présentent une concentration moyenne proche ou supérieure au seuil de 40 µg/m³ :

- le site P1 proche de la trémie nord à l'entrée du 1^{er} tunnel côté nord du BUS ;
- le site P9 proche de la trémie sud du tunnel le plus au sud du BUS actuel ;
- le site S1 au niveau de l'échangeur Florian, côté sortie du rond-point vers le BUS.

Les sites proches des têtes de tunnel sont dans des configurations d'échappement de pollution concentrée et canalisée par le tunnel, ce qui explique les teneurs importantes en NO₂.

Les concentrations obtenues sur les sites de l'échangeur Florian, des stations trafic AtmoSud situées sur le boulevard Jean Moulin, le boulevard Rabatau, et sur l'avenue Charles Kaddouz proche de la L2, se rapprochent également de la valeur limite. Ils sont localisés le long d'axes structurants de la ville particulièrement circulants.

Tous les autres sites de mesures sont inférieurs au seuil de la valeur limite annuelle.

Les stations AtmoSud de Marseille Longchamp, Saint Louis et Euromed représentent la qualité de l'air du fond urbain de Marseille. La plupart des sites de fond échantillonnés montrent des concentrations comprises dans la même gamme que les valeurs de fond mesurées par les stations d'AtmoSud (concentrations stations Atmosud entre 23 et 32 µg/m³ par rapport aux concentrations des sites BUS entre 20 et 28 µg/m³). Les sites S9 et S8 présentent les concentrations de fond les plus faibles de l'échantillonnage, ces sites étant reculés proches de résidences éloignées du trafic.

► **Influence du trafic autour du Boulevard Urbain Sud**

En ce qui concerne la répartition des concentrations mesurées selon leur influence (urbain de fond ou urbain trafic) sur l'ensemble du domaine, les niveaux sont plus faibles sur les points de fond urbain (avec des valeurs comprises entre 15 et 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) que pour ceux sous influence du trafic routier, où plus de 66 % des mesures sont supérieures à 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figure 10).

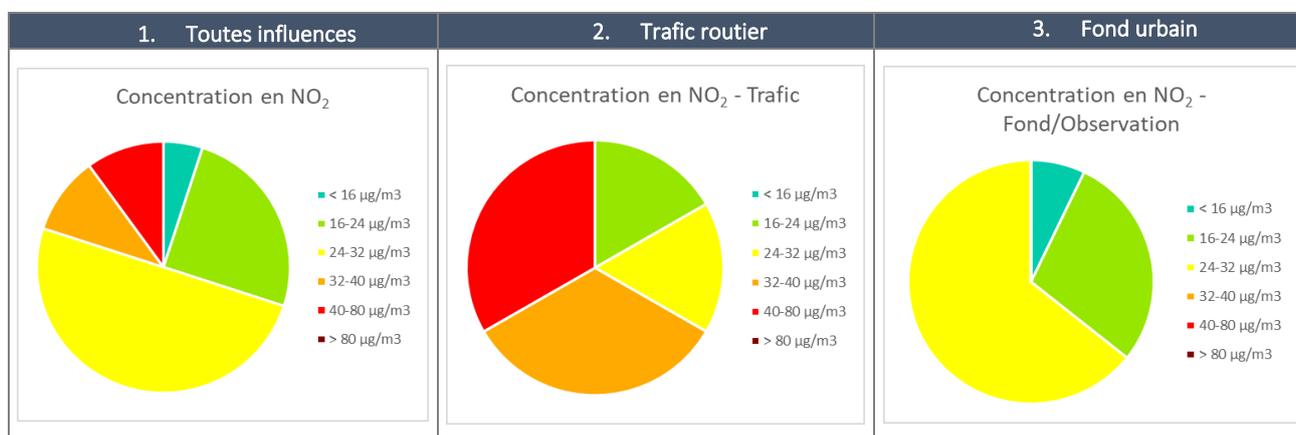


Figure 10 : Répartition des gammes de concentration par type d'influence

Le site S6 avenue de la Grande Bastide est le seul site urbain trafic avec une teneur annuelle de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (catégorie verte en Figure 10.2). La concentration attendue sur ce site aurait dû être plus élevée étant donné son passage notable de véhicules et la teneur relevée en 2014 (cf § V.1). Il est probable que l'ouverture du BUS ait permis d'alléger le nombre de véhicules passant sur cet axe. L'amélioration technologique du parc roulant a également joué un rôle dans cette diminution.

Les sites proches des paralumes (P3 à P8) ne sont pas directement sous l'influence du trafic routier car les véhicules sont enclavés et semi-séparés de l'air extérieur, mais ils restent géographiquement proches de l'axe du BUS : ils sont dits « sites urbain d'observation ». Ces sites sont localisés dans les parcs et jardins d'enfants aménagés au-dessus et autour du BUS en extérieur. Le site P8 au sud du paralume sud avec le jardin d'enfant montre une concentration annuelle de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (catégorie verte sur la Figure 10.3), alors que les sites P3 et P6 situés sur le côté est des paralumes montrent des teneurs plus importantes avec respectivement 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (catégorie jaune sur la Figure 10.3).

Remarque : en début d'année 2022, l'OMS a diminué la ligne directrice pour une exposition chronique au dioxyde d'azote, passant de 40 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ annuel. L'intégralité des points de mesures présente donc une concentration supérieure à ce seuil.

IV.3 BTEX

► Représentation cartographique des résultats

La Figure 11 ci-dessous montre les concentrations moyennes annuelles en benzène obtenues sur l'échantillonnage autour du BUS.



Figure 11 : Représentation cartographique des concentrations annuelles en benzène par point de mesure

► Résultats globaux de la campagne 2022

La Figure 12 montre les concentrations annuelles en benzène sur l'ensemble des sites de mesures ; la valeur limite et l'objectif de qualité annuels y sont indiqués. L'intégralité des points de mesure présente une concentration moyenne annuelle en benzène inférieure au seuil de la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), et 9 sites sur 10 respectent le seuil de l'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations restent tout de même légèrement supérieures aux teneurs recensées par les stations urbaines AtmoSud (Rabatau et Longchamp).

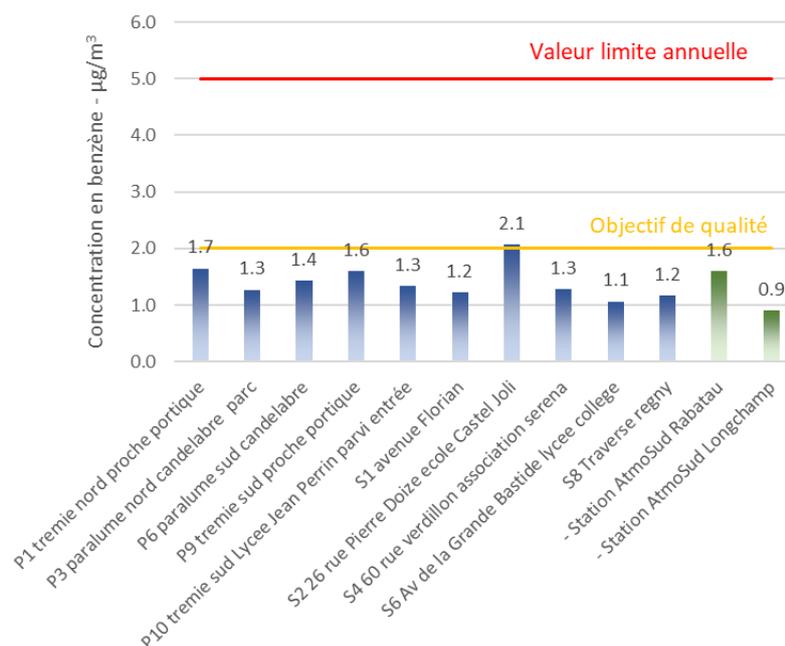


Figure 12 : Histogramme des concentrations hivernales en benzène mesurées par point de mesure

Le site P1 proche de la 1^{ère} trémie du BUS côté nord montre une concentration de 1.7 µg/m³. Le trafic important, l'effet tête de tunnel et les embouteillages/ralentissements récurrents favorisent ici la production et l'accumulation du benzène. En effet, le benzène est produit par les combustions des moteurs (gaz d'échappement) et sa volatilité favorise son émission à partir du carburant des véhicules.

La valeur la plus élevée est mesurée sur le site S2 devant l'école Castel Joli à Saint-Loup (13010) avec une teneur en benzène de 2.1 µg/m³. Le trafic routier avec l'arrêt régulier des véhicules moteur allumé devant l'école pour le transport des enfants, le ralentisseur avec reprise d'accélération, et la pente de la rue sont des paramètres qui favorisent ponctuellement la concentration en benzène. Néanmoins, les teneurs importantes en benzène durant les quatre sessions de mesures, couplées aux résultats des autres COV (cf. Annexe 4) indiquent très probablement une autre source locale, qui reste à identifier.

► Recherche des influences

Contrairement aux mesures de NO₂, les concentrations obtenues en benzène sont assez homogènes selon la typologie des sites.

La Figure 11 ci-dessous représente les valeurs du rapport [Toluène] / [Benzène] pour chacun des sites. L'intérêt de ce ratio est de fournir des indications sur les contributions de différentes sources² :

- La concentration en toluène sur un site urbain de fond ou trafic est généralement de l'ordre de 3 à 4 fois la concentration en benzène, des données bibliographiques peuvent proposer des ratios allant jusqu'à 5. Le trafic présent sur les axes routiers et globalement dans les villes est la principale source de benzène et toluène.
- Dans le cas d'une source de toluène significative et autre que le trafic, le ratio sera supérieur à 5.

² Rapport d'étude N° INERIS- DRC-10-112289-10754A Stratégie de mesure des niveaux de concentration en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes dans l'air ambiant autour d'installations classées (05/10/2010)

- Dans le cas d'un ratio inférieur à 2, une source de benzène autre, ou en plus de celle du trafic routier, est à envisager.

Les points de mesures aux alentours du BUS présentent des ratios [Toluène] / [Benzène] compris entre 2 et 4 (Figure 13). Cela correspond à une influence de type trafic prédominante, mais traduit également un léger excès de benzène sur la zone (ratio bas souvent proche de 2). En comparaison, le site de fond de Marseille Longchamp présente un ratio supérieur typique d'un équilibre entre le benzène et toluène provenant du trafic routier alentours.

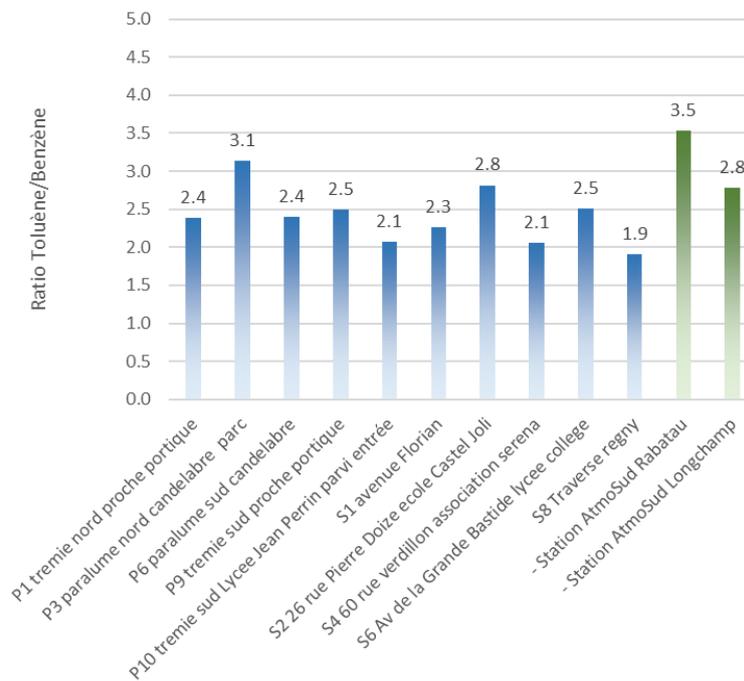


Figure 13 : Histogramme des ratios toluène/benzène par point de mesure

V COMPARAISON DES RESULTATS ENTRE 2014 ET 2022

Dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement préalable aux travaux d'aménagement du BUS, pour la caractérisation de l'état initial, le bureau d'études Egis a réalisé en 2010 puis 2014 des campagnes de mesures de qualité de l'air le long du futur axe BUS.

L'échantillonnage réalisé par AtmoSud en 2022 reprend certains sites de mesure afin d'apprécier l'évolution de la qualité de l'air après l'ouverture des sections 1 et 2 du BUS (de l'échangeur Florian au rond-point de Sainte Marguerite) en juillet 2020.

Tous les sites n'ont pu être repris pour plusieurs raisons :

- La construction du BUS a rendu inaccessible certains emplacements,
- Certains établissements ont interdit leur accès, alors qu'ils étaient en accès libre en 2014 (hôpital Sainte Marguerite par exemple),
- Certains sites échantillonnés en 2014 étaient localisés sur la section 3 du BUS (entre le rond-point de Sainte Marguerite et le quartier du Roy d'Espagne), section non encore ouverte à l'heure actuelle.

Les résultats de comparaison concerneront les mesures de dioxyde d'azote et de benzène.

V.1 Evolution du NO₂ entre 2014 et 2022

La Figure 14 ci-dessous représente les concentrations annuelles en NO₂ mesurées en 2014 et 2022 sur les sites communs aux deux années, auxquels s'ajoutent la station de fond urbain Marseille Longchamp et la station urbaine trafic Marseille Rabatau.

Entre 2014 et 2022, tous les sites du BUS montrent une diminution systématique de la concentration en NO₂. Cette diminution se retrouve sur Marseille Lonchamp (fond urbain) et Marseille Rabatau (trafic urbain).

Contrairement à 2014, où la valeur limite annuelle était dépassée sur trois sites, aucun dépassement ne se produit en 2022. La seule concentration qui s'en rapproche est celle mesurée à l'échangeur Florian (S1), au niveau d'un important carrefour à la jonction de l'A50, de la L2, du BUS et du boulevard Mireille Lauze. Les trois sites avec des teneurs supérieures à la valeur limite en 2014 sont les sites, qui présentent la plus grande diminution entre 2022.

Ces sites en situation de trafic ont subi à la fois le report de trafic lié à l'ouverture du BUS et l'amélioration technologique du parc automobile au cours de ces huit dernières années.

Les autres sites en fond urbain ont obtenu des concentrations légèrement inférieures en 2022 qu'en 2014 mais ce changement reste mineur comparé aux sites trafic. Ces sites suivent les tendances mesurées à l'échelle globale de Marseille comme le montrent les évolutions des concentrations obtenues sur les stations AtmoSud de Longchamp et Rabatau³.

³ A partir d'août 2021, le boulevard Rabatau a vu son trafic bouleversé par les grands travaux liés à l'extension du tramway.

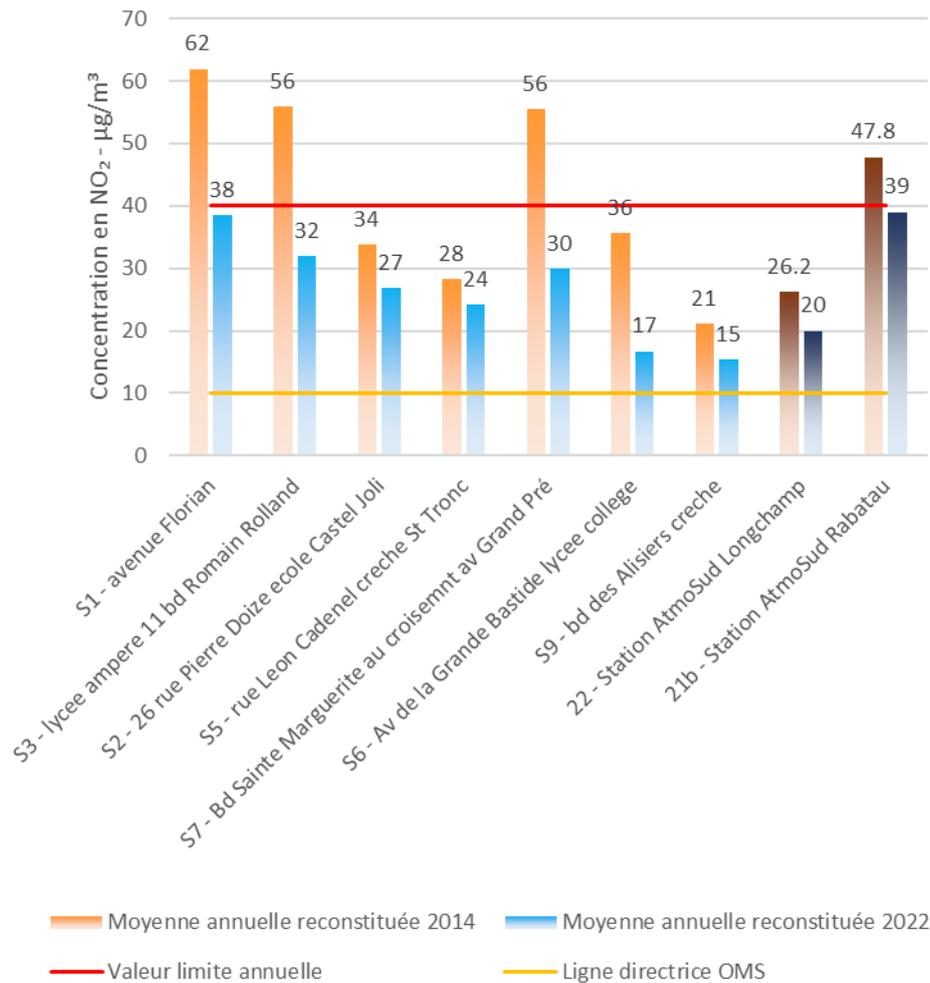


Figure 14 : Histogramme des concentrations annuelles en NO₂ en 2014 et 2022 par site de mesure

La Figure 15 ci-dessous localise les sites échantillonnés sur les deux années 2014 et 2022 avec leur écart de concentration annuelle en NO₂ en pourcentage.



Figure 15 : Représentation cartographique des écarts de concentration annuelle en NO₂ entre 2014 et 2022 par site de mesure

Les sites de l’avenue de la Grande Bastide, du boulevard Sainte Marguerite, du boulevard Romain Rolland et de l’échangeur Florian obtiennent respectivement une baisse des concentrations de -53 %, -46 %, -43 % et -38 %. Avec une telle baisse de concentration, le site de l’avenue de la Grande Bastide ne correspond plus à une typologie de type urbaine trafic en 2014, mais plutôt à une typologie urbaine de fond en 2022.

V.2 Evolution du benzène entre 2014 et 2022

Seuls deux sites ont pu faire l’objet d’une étude de l’évolution du benzène entre 2014 et 2022, auxquels s’ajoutent les stations d’AtmoSud. En effet certains sites investigués en 2014 n’ont pas été repris en 2022, et d’autres sites équipés de capteurs benzène en 2022 n’avaient pas fait l’objet de mesure en 2014.

Le Tableau I ci-dessous représente les concentrations annuelles en benzène obtenues en 2014 et 2022 sur les sites communs aux deux années, auxquels s’ajoutent les principales stations marseillaises.

Tableau I : Concentrations annuelles en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estimées en benzène en 2014 et 2022 par site de mesure

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne sur la période de mesures (09-23 septembre 2014)	Moyenne annuelle 2014	Estimation concentration annuelle 2022*	Valeur limite annuelle	Objectif de qualité annuel
S2 – 26 rue Pierre Doize Ecole Castel Joli	1.3	-	2.1	5	2
S6 – avenue de la Grande Bastide	1.1	-	1.1		
Station AtmoSud Rabatau	2.2	2.4	1.3		
Station AtmoSud Longchamp	0.8	1	0.9		

*Moyenne des mesures hivernales et estivales

Les concentrations affichées pour 2014 sont celles mesurées sur la période du 09 au 23/09/2014 par le bureau d'études EGIS⁴. Sur S2 et S6, la comparaison des concentrations mesurées en 2022 (moyenne annuelle) et 2014 (moyenne sur 14 jours) n'est pas directe. En revanche, les mesures réalisées en 2014 sur Marseille Rabatau et Marseille Longchamp, montrent une bonne cohérence ($2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Rabatau / $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Longchamp) entre la moyenne calculée sur la campagne de 14 jours en septembre et la moyenne annuelle calculée à partir de toutes les mesures hebdomadaires de l'année réalisées par l'observatoire AtmoSud⁵. Les valeurs mesurées sur S2 et S6 en septembre 2014 bien qu'indicatives peuvent donc être ici considérées comme représentatives de l'année.

Il en ressort que les deux sites restants présentent chacun un cas particulier, à savoir :

- Une concentration annuelle importante sur le site S2 – Ecole Castel Joli. Les mesures de septembre 2014 et 2022 montrent des concentrations similaires, et assez notables pour un site de fond. La moyenne annuelle 2022 est estimée à $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur proche de l'objectif de qualité annuel.
Pour information, en ce site, la deuxième session hivernale de 2022 a montré une concentration élevée avec une valeur de $3.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cf. Annexe 4). Les teneurs dans les autres composés pendant cette période sont également importantes (Annexe 4). Une source non identifiée d'émission localisée est certainement à l'origine de ces teneurs en BTEX élevées et des investigations supplémentaires pourraient être entreprises afin de comprendre la situation à cet endroit sensible (quartier habité, écoles maternelle et primaire, centre social, EHPAD).
- Une concentration similaire entre 2014 et 2022 pour le site de la Grande Bastide (S6), alors qu'il passe d'une typologie urbaine à influence trafic à urbaine à influence fond (sur la base des concentrations de NO_2). Cette amélioration de la qualité de l'air ne se traduit pour autant pas dans l'évolution des concentrations de benzène.

⁴ Etude Air et Santé, étude d'impact analyse de l'état initial, Boulevard Urbain Sud, Marseille 8^{ème}, 9^{ème} et 10^{ème} : dossier d'enquête publique, EGIS, 2014

⁵ https://www.atmosud.org/sites/sud/files/medias/documents/2022-11/13092022_Porter_connaissance_2021.pdf

VI CONCLUSION

Le Boulevard Urbain Sud représente un axe structurant de la ville en reliant l'A507 (L2) au littoral sud, avec un tracé de 8,5 km de long qui traverse trois arrondissements de Marseille Sud. Les sections 1 et 2 du Boulevard en service depuis juillet 2020 seront complétées dans le futur par la 3^{ème} section qui est encore à l'étude.

Les mesures de qualité de l'air entreprises en 2014 sur la future section 3 du BUS ont permis la qualification de l'état initial dans les quartiers du Roy d'Espagne et de la Pointe Rouge. Une évaluation globale du BUS et alentours après mise en service de cette dernière section sera à envisager afin de caractériser au mieux son impact sur la qualité de l'air marseillaise.

Ce rapport expose les résultats de deux campagnes de mesure de la pollution atmosphérique, réalisées en 2022 suite à l'ouverture de la 1^{ère} tranche du BUS ; et une comparaison entre l'état initial, produit en 2014 dans le cadre de l'étude d'impact environnemental, et la situation de 2022.

Il en ressort globalement qu'en 2022 :

- Les sites de mesures à proximité des têtes des tunnels et des gros échangeurs présentent des concentrations annuelles en NO₂ proches ou légèrement supérieures à la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³.
- Les sites de fond présentent des concentrations plus faibles, variant d'une gamme de 15 à 28 µg/m³. Ces concentrations de fond restent dans une gamme de valeurs habituelles du fond urbain marseillais (teneurs annuelles comprises entre 15 et 28 µg/m³ à l'année).
- Tous les sites de mesures de benzène respectent l'objectif de qualité de 2 µg/m³, excepté **un seul dont la source en benzène et autres COV reste inexplicée. Des investigations supplémentaires autour du quartier en question pourraient être réalisées pour en identifier l'origine.**

Depuis 2014, la qualité de l'air s'est améliorée sur les sites trafic des axes périphériques au BUS (baisse de 38 à 53 % de la concentration de NO₂) tels qu'à l'échangeur Florian, le boulevard Romain Rolland et le boulevard Sainte Marguerite. Cette amélioration est due au renouvellement technologique du parc automobile moins émissif au cours des années, et accentué par le report du trafic sur le BUS. L'amélioration est moindre sur les sites de fond (-15 à -27 %) pour lesquels le trafic reste assez stable. Ces sites suivent les tendances mesurées à l'échelle de la ville de Marseille.

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration 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.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, 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 un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NOx et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NOx : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- Implantation urbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- Implantation périurbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- Implantation rurale : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- Influence industrielle : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence trafic : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence de fond : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXE 1 : SOURCES DE POLLUTION, EFFETS SUR LA SANTE, REGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O₃ Ozone	L'ozone (O ₃) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé à partir des NO _x et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_x Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O ₃ Ozone	Irritation des yeux Diminution de la fonction respiratoire	Agression des végétaux Dégradation de certains matériaux Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
Particules en suspension	Irritation des voies respiratoires Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires	Effets de salissures sur les bâtiments Altération de la photosynthèse
NO _x Oxydes d'azote		Pluies acides Précurseur de la formation d'ozone Effet de serre Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO ₂ Dioxyde de soufre		Pluies acides Dégradation de certains matériaux Dégradation des sols
COV dont le benzène Composés organiques volatils		Formation de l'ozone
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	Prend la place de l'oxygène Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,

La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,

L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition
O ₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180	Heure
	Seuil d'alerte	240	Heure
	Valeur cible		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120	8 heures
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
Objectif de qualité	30	Année	
PM2.5 Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
NO ₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
SO ₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300	Heure
	Seuil d'alerte	500	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350	Heure (maximum 24h / an)
		125	Jour (maximum 3 j / an)
Objectif de qualité	50	Année	
C ₆ H ₆ Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5	Année
	Objectif de qualité	0,25	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 000	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	0,001	Année
As Arsenic	Valeur cible	0,006	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	0,005	Année
Ni Nickel	Valeur cible	0,02	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur recommandée par l'OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée moyenne d'exposition
O ₃ Ozone	Impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures
PM10 Particules	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures
PM2.5 Particules		20	1 an
NO ₂ Dioxyde d'azote	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	25	24 heures
		10	1 an
NO ₂ Dioxyde d'azote	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	1 heure
		40	1 an
SO ₂ Dioxyde de soufre	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	500	10 minutes
	Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	20	24 heures
Pb Plomb	Niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5	1 an
Cd Cadmium	Impact sur la fonction rénale	0,005	1 an
CO Monoxyde de carbone	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	100 000	15 minutes

ANNEXE 2 : LISTE DES SITES DE MESURES

N°site	Lon	Lat	Adresse	NO ₂	BTEX	Typologie - Influence
P1	5.426469	43.283015	trémie nord proche portique rue André Bardon	X	X	Urbain - Trafic
P2	5.427878	43.283052	25 bd Auguste Comté	X		Urbain - Fond
P3	5.427183	43.280422	paralume nord candélabre parc Bd romain Rolland/Bd de l'Octroi	X	X	Urbain - Observation
P4	5.428194	43.280586	paralume nord proche rue de la Fauvière	X		Urbain - Fond
P5	5.426241	43.280348	paralume nord portail centre aéré bd Octroi	X		Urbain - Fond
P6	5.426965	43.278059	paralume sud candélabre rue Pierre Doize	X	X	Urbain - Observation
P7	5.427329	43.27838	paralume sud résidence Pierre Doize au coin du bâtiment rue Achille Marcel/rue Pierre Doize	X		Urbain - Fond
P8	5.42619	43.276947	paralume sud parc sud rue Pierre Doize	X		Urbain - Observation
P9	5.424907	43.274818	trémie sud proche portique niveau du lycée Jean Perrin	X	X	Urbain - Trafic
P10	5.42451	43.273968	trémie sud Lycée Jean Perrin parvis entrée rue du lycée Jean Perrin	X	X	Urbain - Fond
P11	5.422195	43.272488	stade Saint Tronc Didier 87 rue François Mauriac	X		Urbain - Fond
S1	5.425849	43.284584	Echangeur Florian avenue Florian	X	X	Urbain - Trafic
S3	5.423444	43.279564	lycée ampère 11 bd Romain Rolland	X		Urbain - Trafic
S2	5.429656	43.281161	26 rue Pierre Doize école Castel Joli	X	X	Urbain - Fond
S5	5.420243	43.269653	rue Leon Cadenel crèche St Tronc	X		Urbain - Fond
S4	5.423994	43.275309	60 rue verdillon association SERENA	X	X	Urbain - Fond
S7	5.414397	43.261656	Bd Sainte Marguerite au croisement av Grand Pré	X		Urbain - Trafic
S6	5.421566	43.26345	Av de la Grande Bastide lycée collège	X	X	Urbain - Trafic
S9	5.41507	43.257706	bd des Alisiers crèche	X		Urbain - Fond
S8	5.414634	43.26527	Traverse Régny	X	X	Urbain - Fond
21	5.40063	43.287609	Station AtmoSud Jean Moulin Bd Jean Moulin, faculté de Pharmacie de la Timone	X		Urbain - Trafic
22	5.394739	43.305295	Station AtmoSud Longchamp Place Le Verrier	X		Urbain - Fond

ANNEXE 3 : VALIDATION DES MESURES NO₂

Exigence concernant les triplets : **coefficient de variation < 5 %**

Triplets	Longchamp		Jean Moulin	
	Tube - µg/m ³	Coefficient de variation - %	Tube - µg/m ³	Coefficient de variation - %
Série 1 du 02/03 au 16/03/22	19	3	37	4
	20		40	
	19		39	
Série 2 du 16/03 au 30/03/22	25	0	51	1
	25		51	
	25		50	
Série 3 du 07/09 au 21/09/22	17	5	28	3
	17		30	
	18		30	
Série 4 du 21/09 au 05/10/22	19	1	27	3
	19		28	
	19		28	

Tous les coefficients de variation sont inférieurs à 5 %.

Exigence concernant les couples tubes-analyseurs : les résultats des mesures entre méthode indicative (tubes) et méthode de référence (analyseurs automatiques) doivent se recouper en prenant en compte les incertitudes de chaque méthode.

Triplets - µg/m ³	Longchamp		Jean Moulin	
	Gamme de mesure du tube avec incertitude élargie de 18%	Gamme de mesure de l'analyseur avec incertitude élargie de 15%	Gamme de mesure du tube avec incertitude élargie de 18%	Gamme de mesure de l'analyseur avec incertitude élargie de 15%
Série 1 du 02/03 au 16/03/22	16-22	20-26	30-44	38-52
	16-24		33-47	
	16-22		32-46	
Série 2 du 16/03 au 30/03/22	20-30	22-30	42-60	48-66
	20-30		42-60	
	20-30		41-59	
Série 3 du 07/09 au 21/09/22	14-20	16-21	23-33	25-35
	14-20		25-35	
	15-21		25-35	
Série 4 du 21/09 au 05/10/22	16-22	18-24	22-32	25-33
	16-22		23-33	
	16-22		23-33	

Toutes les mesures des tubes avec ajout de leur incertitude se recouper avec les mesures des analyseurs automatiques auxquelles sont également ajoutées leur incertitude.

ANNEXE 4 : RESULTATS DES MESURES DE COV EN 2022

	Influence	BENZENE - µg/m ³							TOLUENE - µg/m ³						
		Hiver 1	Hiver 2	Été 1	Été 2	Moyenne des séries	Moyenne annuelle mesurée 2022	Valeur limite annuelle	Objectif de qualité	Hiver 1	Hiver 2	Été 1	Été 2	Moyenne des séries	Moyenne annuelle mesurée
P1 tremie nord proche portique	Urbain - Trafic	1.88	2.25	1.05	1.42	1.7		5	2	4.06	5.22	3.51	2.93	3.9	
P3 paralume nord candelabre parc	Urbain - Observation	1.4	1.87	0.87	0.96	1.3		5	2	2.35	3.32	2.93	7.38	4.0	
P6 paralume sud candelabre	Urbain - Observation	1.51	1.93	1.01	1.27	1.4		5	2	2.72	3.66	3.14	4.18	3.4	
P9 tremie sud proche portique	Urbain - Trafic	1.68	2.14	1.25	1.36	1.6		5	2	3.44	4.32	4.26	4.01	4.0	
P10 tremie sud Lycee Jean Perrin parvi entrée	Urbain - Fond	1.38	1.76	0.97	1.23	1.3		5	2	2.31	3.14	2.72	2.88	2.8	
S1 avenue Florian	Urbain - Trafic	1.58	2.14	1.07	0.09	1.2		5	2	3.22	4.51	3.27	0.02	2.8	
S2 26 rue Pierre Doize ecole Castel Joli	Urbain - Fond	1.95	3.79	1.17	1.35	2.1		5	2	5.48	7.5	5.24	5.03	5.8	
S4 60 rue verdillon association serena	Urbain - Fond	1.42	1.93	0.83	0.98	1.3		5	2	2.5	3.02	2.72	2.4	2.7	
S6 Av de la Grande Bastide lycee college	Urbain - Trafic	1.23	1.38	0.97	0.69	1.1		5	2	2.28	2.24	2.28	3.89	2.7	
S8 Traverse regny	Urbain - Fond	1.38	1.42	1.14	0.72	1.2		5	2	2.61	1.45	2.55	2.27	2.2	
- Station AtmoSud Marseille Rabatau	Urbain - Trafic	1.89	1.93	1.32	1.17	1.6	1.7	5	2	5.61	7.5	5.85	5.02	6.0	6.0
- Station AtmoSud Marseille Longchamp	Urbain - Fond	1.08	1.05	0.64	0.73	0.9	0.9	5	2	2.19	3.3	2.23	2.41	2.5	2.5

	Influence	ETHYLBENZENE - µg/m ³							MPXYLENE - µg/m ³						
		Hiver 1	Hiver 2	Été 1	Été 2	Moyenne des séries	Moyenne annuelle mesurée	Hiver 1	Hiver 2	Été 1	Été 2	Moyenne des séries	Moyenne annuelle mesurée		
P1 tremie nord proche portique	Urbain - Trafic	0.99	1.48	0.73	0.65	1.0		3.63	5.55	2.45	2.25	3.5			
P3 paralume nord candelabre parc	Urbain - Observation	0.62	0.97	0.7	1.06	0.8		2.13	3.29	2.43	3.04	2.7			
P6 paralume sud candelabre	Urbain - Observation	0.66	1.05	0.54	0.81	0.8		2.35	3.62	1.69	2.94	2.7			
P9 tremie sud proche portique	Urbain - Trafic	0.81	1.13	0.81	0.82	0.9		3.01	4.3	2.77	3.75	3.5			
P10 tremie sud Lycee Jean Perrin parvi entrée	Urbain - Fond	0.57	0.9	0.6	0.62	0.7		1.99	3.25	1.98	3.64	2.7			
S1 avenue Florian	Urbain - Trafic	0.84	1.31	0.62	0.02	0.7		3.02	4.85	1.98	0.02	2.5			
S2 26 rue Pierre Doize ecole Castel Joli	Urbain - Fond	1.2	1.9	1.07	1.02	1.3		4.82	7.4	4.03	3.74	5.0			
S4 60 rue verdillon association serena	Urbain - Fond	0.62	0.75	0.62	0.47	0.6		2.2	2.5	2.18	1.51	2.1			
S6 Av de la Grande Bastide lycee college	Urbain - Trafic	0.55	0.48	0.43	0.58	0.5		1.85	1.45	1.37	2.14	1.7			
S8 Traverse regny	Urbain - Fond	0.62	0.16	0.55	0.43	0.4		2.09	0.32	1.82	1.39	1.4			
- Station AtmoSud Marseille Rabatau	Urbain - Trafic	1.23	1.17	1.04	0.95	1.1	1.3	4.31	1.41	3.61	3.53	3.2	4.0		
- Station AtmoSud Marseille Longchamp	Urbain - Fond	0.43	0.58	0.43	0.48	0.5	0.5	1.38	2.18	1.43	1.72	1.7	1.6		

	Influence	OXYLENE - µg/m ³					
		Hiver 1	Hiver 2	Été 1	Été 2	Moyenne des séries	Moyenne annuelle mesurée
P1 tremie nord proche portique	Urbain - Trafic	1.45	2.18	0.99	0.91	1.4	
P3 paralume nord candelabre parc	Urbain - Observation	0.86	1.35	0.96	1.28	1.1	
P6 paralume sud candelabre	Urbain - Observation	0.92	1.47	0.7	1.14	1.1	
P9 tremie sud proche portique	Urbain - Trafic	1.18	1.67	1.11	1.17	1.3	
P10 tremie sud Lycee Jean Perrin parvi entrée	Urbain - Fond	0.78	1.3	0.78	0.87	0.9	
S1 avenue Florian	Urbain - Trafic	1.2	1.91	0.84	0.03	1.0	
S2 26 rue Pierre Doize ecole Castel Joli	Urbain - Fond	1.83	2.87	1.55	1.55	2.0	
S4 60 rue verdillon association serena	Urbain - Fond	0.85	1.04	0.85	0.63	0.8	
S6 Av de la Grande Bastide lycee college	Urbain - Trafic	0.74	0.65	0.61	0.81	0.7	
S8 Traverse regny	Urbain - Fond	0.83	0.18	0.72	0.58	0.6	
- Station AtmoSud Marseille Rabatau	Urbain - Trafic	1.76	0.72	1.45	1.36	1.3	1.7
- Station AtmoSud Marseille Longchamp	Urbain - Fond	0.63	0.86	0.56	0.66	0.7	0.7

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances*

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



www.atmosud.org

A propos d'AtmoSud

Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex
Tel. 04 91 32 38 00
Fax 04 91 32 38 29
Contact.air@atmosud.org

Etablissement de Martigues

06Route de la Vierge
13500 Martigues
Tel. 04 42 13 01 20
Fax 04 42 13 01 29

Etablissement de Nive

37 bis avenue Henri Matisse
06200 Nice
Tel. 04 93 18 88 00

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – NAF : 7120B – TVA intracommunautaire : FR 65 324 465 632

AtmoSud
Inspirer un air meilleur