

Evaluation de la qualité de l'air en proximité de l'A480 un an après la mise en service à 3 voies



Diffusion : Mai 2024

Siège social :
3 allée des Sorbiers 69500 BRON
Tel. 09 72 26 48 90
contact@atmo-aura.fr

Conditions de diffusion

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site www.atmo-auvergnerhonealpes.fr

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © **Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2024)**

Evaluation de la qualité de l'air en proximité de l'A480 un an après la mise en service à 3 voies

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

- depuis le [formulaire de contact](#)
- par mail : contact@atmo-aura.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Financement

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière des membres suivants :



Toutefois, elle n'aurait pas pu être exploitée sans les données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Résumé

Créée pour les Jeux Olympiques de 1968, l'A480 accueillait en 2015 un fort trafic, plus de 100 000 véhicules par jour, engendrant une congestion importante, notamment aux heures de pointe, cette congestion engendrant elle-même des reports de trafic sur d'autres voies urbaines de l'agglomération grenobloise. Après 3 ans et demi de travaux, un nouvel aménagement à 2* 3 voies a été mis en service pour une très grande partie le 21 juillet 2022 (6 km entre le diffuseur n°2 Fontaine / Vercors et l'échangeur du Rondeau vers le nord), puis sur la totalité du parcours, 7 km entre la bifurcation A48 / N481 et l'échangeur du Rondeau, le mercredi 14 décembre 2022. Par ailleurs, 6 kilomètres de protections phoniques le long de l'infrastructure ont été réalisés.

Après avoir réalisé le suivi de la qualité de l'air pendant la phase de travaux¹, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a poursuivi son partenariat avec AREA dans le cadre de l'évaluation de la qualité de l'air après la mise en service de l'aménagement à 3 voies. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'état de la qualité de l'air en 2023 en bordure de l'axe A480 et également d'étudier l'évolution par rapport à l'état initial en 2015 et par rapport aux prévisions de l'étude d'impact². Les travaux sur l'échangeur du Rondeau n'étant pas terminés, l'étude porte sur la portion du tracé allant de l'A48 en entrée de Grenoble jusqu'à cet échangeur.

L'étude est constituée d'une partie métrologique où les concentrations de polluants dans l'air ont été mesurées à l'aide de différents dispositifs pendant l'année 2023 et d'une seconde partie, plus théorique, où les émissions de polluants sont calculées sur la base de méthodes standardisées et d'hypothèses de calcul. Elle porte sur les polluants principaux : dioxyde d'azote, particules en suspension (PM10 et PM2,5), benzène et le dioxyde de carbone pour les gaz à effet de serre.

L'échantillonnage des points de mesures a été construit de manière à évaluer la qualité de l'air en 2023 mais également de pouvoir comparer les données recueillies à l'état initial. Au total, 25 sites de mesure équipés de tubes pour le NO₂, dont 5 pour mesurer le benzène, ont été positionnés aux abords de l'A480. Parallèlement, une étude plus complète des polluants réglementés a été réalisée à partir de 2 stations temporaires placées le long de l'A480 : l'une à l'intérieur de la caserne CRS47, au sud de l'échangeur du pont de Catane, et l'autre au niveau du Parc Bachelard, plus au sud le long de l'A480. Les stations fixes de l'agglomération grenobloise ont été utilisées comme de points de référence.

- Les mesures réalisées en 2023 ont permis d'évaluer la qualité de l'air en proximité de l'A48 en entrée de Grenoble et sur l'axe A480 jusqu'à l'échangeur du Rondeau.
 - Le dioxyde d'azote est un polluant principalement émis par le trafic. Les niveaux augmentent logiquement en proximité de l'axe mais également pendant les heures de pointe notamment en période hivernale quand la dispersion des polluants est moins bonne. Néanmoins, les valeurs réglementaires actuelles sont respectées, sauf en proximité immédiate de la voirie (<1m) comme on l'observe sur le nord du tracé. Sur la partie centrale, la construction de protections acoustiques limite l'accès à cette bande de proximité.
 - Les niveaux de particules PM10 et PM2,5 mesurés le long de l'axe sont homogènes et du même ordre de grandeur que sur les stations trafic du réseau grenoblois. Les valeurs réglementaires sont largement respectées.
 - Avec le projet d'abaissement des valeurs limites réglementaires, la question de la qualité de l'air reste sensible en bordure de l'axe, notamment pour le dioxyde d'azote.

¹ Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2023) Observatoire de la qualité de l'air à proximité de l'A480 en phase chantier

² AREA et Etat (DREAL) Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble - Dossier de demande d'autorisation environnementale - Pièce G – Etude d'impact - 2017

- Les calculs d'émissions de polluant ont été effectués selon différents scénarios : état initial et état projeté de l'étude d'impact ainsi que l'état actuel 2023 avec un parc roulant et des facteurs d'émissions constants afin d'étudier les effets de l'aménagement. En conclusion, les émissions de polluants sont inférieures de 6 à 18% aux émissions prévues dans le scénario projeté de l'étude d'impact :

- Une grande partie de la baisse des émissions est due à la réduction effective du trafic poids-lourds, non prévue dans le scénario projeté, bien que le trafic des véhicules légers augmente.

- La fluidification notable du trafic permet également une baisse des émissions en général.

En comparaison de l'état initial, avec un parc roulant constant, c'est-à-dire en s'affranchissant des améliorations technologiques, les émissions sont inférieures de 4 à 15% pour les raisons évoquées ci-dessus.

- Enfin, la comparaison avec les mesures réalisées en 2015-2016 a montré que, après la mise en service de l'aménagement de l'A480 à 2*3 voies, les niveaux de NO₂ en proximité de l'axe ont observé une nette baisse par rapport à l'état initial de 2015. Depuis plusieurs années, on observe effectivement sur l'agglomération une tendance régulière à la baisse des niveaux de NO₂, due notamment au renouvellement du parc roulant et à l'amélioration des motorisations. Sur l'A480, la baisse semble un peu plus importante que la tendance observée, ce qui pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs : l'amélioration de la fluidité du trafic et la diminution du trafic Poids Lourds. Les aménagements sur la partie centrale pourraient également avoir un impact sur les niveaux mesurés sur cette partie du tracé.

Pour les particules PM10, bien que la baisse calculée des émissions soit importante en pourcentage, l'évolution depuis l'état initial s'inscrit dans la tendance globale de l'amélioration grenobloise, en lien avec une contribution moindre du trafic aux émissions globales.

- En conclusion, les calculs d'émissions et les mesures réalisées ont montré une amélioration de la qualité de l'air et une situation satisfaisante par rapport aux valeurs réglementaires. Néanmoins, l'échangeur du Rondeau est toujours en cours de réaménagement. Il conviendra donc de rester vigilant vis-à-vis de l'évolution de la qualité de l'air, d'autant plus avec l'abaissement des valeurs limites réglementaires, en réalisant un bilan complet une fois l'ensemble du projet A480-Rondeau terminé.



Sommaire

1. Contexte	9
1.1 Le projet d'aménagement de l'A480	9
1.2 Objectifs de l'étude.....	9
2. Méthodologie	10
2.1 Moyens et sites de mesures	10
2.2 Périodes de mesures.....	12
2.3 Estimation des émissions des polluants	12
3. Quelle qualité de l'air en 2023 en proximité de l'A480 ?	14
3.1 Contexte météorologique.....	14
3.2 Niveaux de dioxyde d'azote	15
3.3 Niveaux de benzène	19
3.4 Niveaux de particules en suspension.....	19
4. Evolution par rapport à l'état initial et aux prévisions de l'étude d'impact ?	23
4.1 Estimation des émissions	23
4.1.1 Zone d'étude et polluants étudiés.....	23
4.1.2 Hypothèses de calcul	24
4.1.3 Bilan des émissions.....	25
4.2 Comparaison avec les mesures réalisées en 2015-2016.....	32
4.2.1 Evolution des niveaux de dioxyde d'azote.....	32
4.2.2 Evolution des niveaux de particules en suspension	35
4.2.3 Evolution des niveaux de benzène	36
5. Conclusions	37

Annexes

ANNEXE 1 - La réglementation en air ambiant	38
ANNEXE 2 - Les polluants dans l'air	40
ANNEXE 3 : Description technique des moyens de mesure	43
ANNEXE 4 : Liste des sites de mesures	44
ANNEXE 5 : Représentativité des mesures	45
ANNEXE 6 : Les unités statistiques employées	46
ANNEXE 7 : Analyse détaillée	47

Illustrations

Figure 1 : Implantation des sites de mesures.....	11
Figure 2 : Période de mesures tubes passifs et remorques mobiles	12
Figure 3: Principales étapes de calcul des émissions du transport routier	13
Figure 4 : Cumul des précipitations (en mm), température (en °C), humidité relative (en %), données météo France Le Versoud et Saint Geoirs	14
Figure 5 : Comparaison des moyennes annuelles de NO ₂ estimées sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence.....	16
Figure 6 :: Variation spatiale des niveaux de NO ₂ sur la zone d'étude	16
Figure 7 : Comparaison des statistiques horaires NO ₂ sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence.....	17
Figure 8 : Profils moyens horaires du NO ₂ et du trafic sur les sites d'étude et les stations fixes de l'agglomération lors de la première campagne (en haut) et de la deuxième campagne (en bas).....	18
Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles de benzène estimées sur la zone d'étude en 2023.....	19
Figure 10 : Comparaison des moyennes annuelles de PM ₁₀ estimées sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence.....	19
Figure 11 : Comparaison moyennes annuelles de PM _{2.5} estimées sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence.....	20
Figure 12 : Evolution des concentrations de PM ₁₀ sur les 3 microcapteurs – données brutes PM ₁₀	21
Figure 13 : Evolution des concentrations de PM _{2,5} sur les 3 microcapteurs et la station des Frênes– données étalonnées.....	21
Figure 14 : Moyennes PM _{2,5} étalonnées avec l'analyseur de référence sur les 3 sites de mesure	22
Figure 15: Tronçons utilisés pour l'étude.....	23
Figure 16 : Données sources utilisées pour chaque scénario	24
Figure 17: Kilomètres parcourus pour les différents types de véhicules.....	25
Figure 18 : Evolution des moyennes de parts de poids-lourds pour chaque scénario.....	26
Figure 19: Evolution des moyennes de parts de poids-lourds par année d'inventaire Atmo-AuRA sur les tronçons A48/A480	26
Figure 20 : Calendrier d'application de la ZFE Poids lourds.....	26
Figure 21 : Evolution des facteurs d'émissions Nox/PM pour les VL/PL en fonction de la vitesse.....	27
Figure 22: Vitesses moyennes des véhicules légers.....	27
Figure 23 : Emissions de NO _x sur les tronçons de l'étude (A480+A48) pour les différents scénarios	28
Figure 24: Emissions de PM _{2,5} sur les tronçons de l'étude (A480+A48).....	28
Figure 25: Emissions de PM _{2,5} sur les tronçons de l'étude (A480+A48).....	29
Figure 26: Emissions de CO ₂ sur les tronçons de l'étude (A480+A48)	29
Figure 27: Comparaison des scénarios - EA_2023 VS EI_2015 - EA_2023 VS EP_2022.....	30
Figure 28 : Synthèse des calculs d'émissions totales	30
Figure 29 Synthèse des calculs d'émissions pour la catégorie VL uniquement	31
Figure 30 : Variations des concentrations de NO ₂ entre 2015/16 et 2023 sur chaque site (en µg.m ⁻³).....	33
Figure 31 : Evolution des concentrations NO ₂ (en %) sur les sites d'étude	33

Figure 32 : Evolution des niveaux de NO₂ au niveau de l'agglomération grenobloise (à gauche) et au niveau de la zone d'étude (à droite) entre 2015 et 2023 34

Figure 33: Evolution des niveaux de NO₂ au niveau de l'agglomération grenobloise (à gauche) et au niveau de la zone d'étude (à droite) entre 2015 et 2023 34

Figure 34 : Concentration moyenne PM10 état initial 2015-16 35

Figure 35 : Evolution des niveaux de PM10 au niveau de l'agglomération grenobloise entre 2015 et 2023 36

1. Contexte

1.1 Le projet d'aménagement de l'A480

Créée pour les Jeux Olympiques de 1968, l'A480 accueillait en 2015 un fort trafic, plus de 100 000 véhicules par jour, engendrant une congestion importante, notamment aux heures de pointe, cette congestion engendrant elle-même des reports de trafic sur d'autres voies urbaines de l'agglomération grenobloise. En partenariat avec la Préfecture de l'Isère, le département de l'Isère et Grenoble-Alpes-Métropole, AREA, gestionnaire de l'A480, ont co-construit le projet d'aménagement depuis la signature du protocole d'intention en novembre 2016.

En 2019, l'autorisation environnementale a été donnée pour le projet d'aménagement de l'A480 comprenant le passage à 2x3 voies sur 7 km entre la bifurcation A48 / N481 et l'échangeur du Rondeau, ainsi qu'une remise à niveau environnementale importante avec la mise en place d'un assainissement complet de l'infrastructure et de protections acoustiques. Dans ce projet, aux deux extrémités, le gabarit de 2x2 voies est conservé pour limiter le trafic de transit. Ainsi, l'objectif de l'aménagement était de fluidifier le trafic sur cette portion. Par ailleurs, 6 kilomètres de protections phoniques le long de l'infrastructure ont été prévus contre les 900 mètres d'écrans acoustiques présents initialement.



Plus d'infos sur : <https://www.a480rondeau.fr/>

Après 3 ans et demi de travaux, le nouvel aménagement a été mis en service pour une très grande partie le 21 juillet 2022 (6 km entre le diffuseur n°2 Fontaine / Vercors et l'échangeur du Rondeau vers le nord), puis la mise en service globale a été effective le mercredi 14 décembre 2022.

Sur l'axe, **la vitesse est limitée à 70 km/h entre les échangeurs Vercors et Louise-Michel.**

1.2 Objectifs de l'étude

Après avoir réalisé le suivi de la qualité de l'air pendant la phase de travaux, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a poursuivi son partenariat avec AREA dans le cadre de l'évaluation de la qualité de l'air après la mise en service de l'aménagement à 3 voies.

L'objectif de cette étude **est d'évaluer l'état de la qualité de l'air en 2023 en bordure de l'axe A480 et également d'étudier l'évolution par rapport à l'état initial en 2015 et par rapport aux prévisions de l'étude d'impact**¹. Les travaux sur l'échangeur du Rondeau n'étant pas terminés, l'étude porte sur la portion du tracé allant de l'A48 en entrée de Grenoble jusqu'à cet échangeur.

Le rapport est divisé en trois grands chapitres : la présentation de la méthodologie, l'état de la qualité de l'air en 2023 et enfin l'évolution par rapport à l'état initial et les prévisions de l'étude d'impact.

2. Méthodologie

Ce chapitre décrit la méthodologie mise en œuvre dans cette étude. L'étude est constituée d'une partie métrologique où **les concentrations de polluants dans l'air ont été mesurées** à l'aide de différents dispositifs pendant l'année 2023 et d'une seconde partie, plus théorique, où les **émissions de polluants sont calculées** sur la base de méthodes standardisées et d'hypothèses de calcul.

NE PAS CONFONDRE

	
Les émissions représentent les rejets de polluants dans l'atmosphère	Les concentrations représentent les niveaux respirés dans l'atmosphère.
<i>exprimées en tonnes par an.</i>	<i>Exprimées le plus souvent en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</i>
calculées avec un inventaire des sources de pollution	Estimées avec les stations de mesures et la modélisation.

L'étude porte sur les polluants principaux réglementés en air ambiant et émis par le trafic routier : dioxyde d'azote (NO_2), particules en suspension (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$), benzène et le dioxyde de carbone (CO_2), en tant que gaz à effet de serre.

☞ **Pour plus d'infos sur les polluants de l'air : sources et réglementation : cf Annexe 2**

2.1 Moyens et sites de mesures

L'échantillonnage des points de mesures a été construit de manière à évaluer la qualité de l'air en 2023 mais également de pouvoir comparer les données recueillies à l'état initial. En conséquence, il a été bâti notamment à partir du plan d'échantillonnage de l'étude réalisée en 2025-2016, dont les résultats sont présentés dans l'étude d'impact¹. Cette étude comprenait 44 sites de mesure situés près de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau, équipés de capteurs légers (tubes passifs) pour mesurer le NO_2 . Parmi ces sites, 16 étaient également

¹ AREA et Etat (DREAL) Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble - Dossier de demande d'autorisation environnementale - Pièce G – Etude d'impact - 2017

équipés de tubes pour mesurer le benzène et 3 de préleveurs microvol (prélèvement sur filtre) pour mesurer les particules PM10.

En 2023, seules les mesures situées dans le secteur de l'A480 ont été reconduites en raison des travaux toujours en cours au niveau de l'échangeur du Rondeau. Les sites de mesure ont été positionnés autant que possible aux mêmes emplacements que ceux déjà évalués lors de l'étude initiale. Certains sites ont été déplacés pour des raisons d'accessibilité (points 10, 15 et 21) ou pour servir de points de référence (points 20 et 23, en parallèle avec la station urbaine Grenoble les Frênes et la station mobile CRS47). D'autres sites ont été supprimés pour optimiser le dispositif de mesure (points 8 et 13).

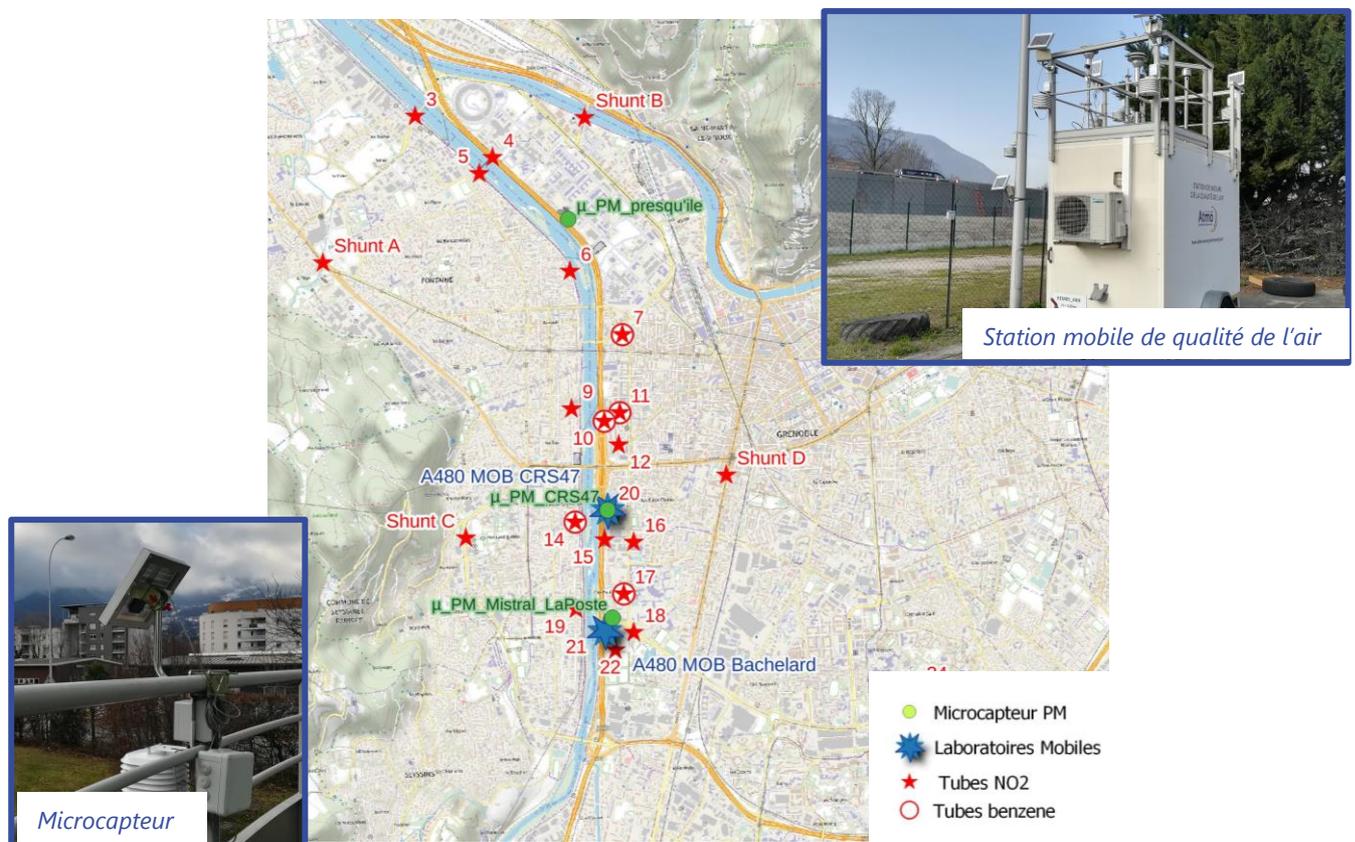
Au total, 25 sites de mesure équipés de tubes pour le NO₂, dont 5 pour mesurer le benzène, ont été positionnés aux abords de l'A480.

Parallèlement, une étude plus complète des polluants réglementés (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) a été réalisée à partir de **2 stations temporaires** placées le long de l'A480 : **l'une à l'intérieur de la caserne CRS47, au sud de l'échangeur du pont de Catane, et l'autre au niveau du Parc Bachelard,** plus au sud le long de l'A480. Celles-ci produisent des données en continu au pas de temps horaire et permettent ainsi d'évaluer les niveaux vis-à-vis des valeurs réglementaires.

De plus, **trois micro-capteurs** implantés lors du suivi des travaux de l'A480 ont été conservés pour le suivi des particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) sur les sites **Presqu'île, CRS 47, Mistral La Poste.** Ces dispositifs d'évaluation sont moins onéreux que les mesures par analyseurs et présentent l'avantage de densifier le nombre de points. Les données produites sont des données indicatives.

Enfin, **trois stations fixes ont été utilisées comme de points de référence** pour cette étude : les stations trafic de Grenoble Boulevards et de la Rocade sud à Eybens et la station urbaine de Grenoble les Frênes.

La Figure 1 présente le plan d'échantillonnage avec les différents moyens de mesure.



2.2 Périodes de mesures

Conformément à la directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant, les mesures doivent être réparties dans l'année avec un minimum de 8 semaines de mesure soit une couverture annuelle d'au moins 14%. Ces critères garantissent une bonne représentativité des campagnes. Celles-ci se sont déroulées en 2023 sur une période de 4 * 2 semaines pour les tubes passifs et de 2 * 1 mois pour les stations mobiles.

Tubes passifs	Remorques
24 janvier au 8 février 2023	
20 avril au 4 mai 2023	19 avril au 17 mai 2023
26 juin au 10 juillet	
9 au 24 novembre 2023	31 octobre au 1er décembre 2023

Figure 2 : Période de mesures tubes passifs et remorques mobiles

Les microcapteurs ont été mis en place sur l'ensemble de l'année 2023.

2.3 Estimation des émissions des polluants

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans **un inventaire régional des émissions**¹.

Les méthodes utilisées suivent les guides méthodologiques européens (EMEP/EEA), nationaux (CITEPA/OMINEA) et régionaux (Guide méthodologique du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux²) qui décrivent, pour toutes les activités susceptibles d'émettre des polluants dans l'atmosphère, les méthodes pour générer les données d'activités les plus fiables possibles.

Le calcul des émissions liées au trafic routier est effectué sur l'ensemble du territoire à l'aide de **l'outil MOCAT (MODèle de CALCul des émissions du Transport routier)** développé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. L'organisation générale de l'outil MOCAT est décrite dans le logigramme suivant :

¹ Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2023) « Méthode d'élaboration de l'inventaire des émissions atmosphériques en Auvergne-Rhône-Alpes » www.atmo-auvergnerhonealpes.fr

² <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/guide-methodologique-pour-lelaboration-des-inventaires-territoriaux-des-emissions>

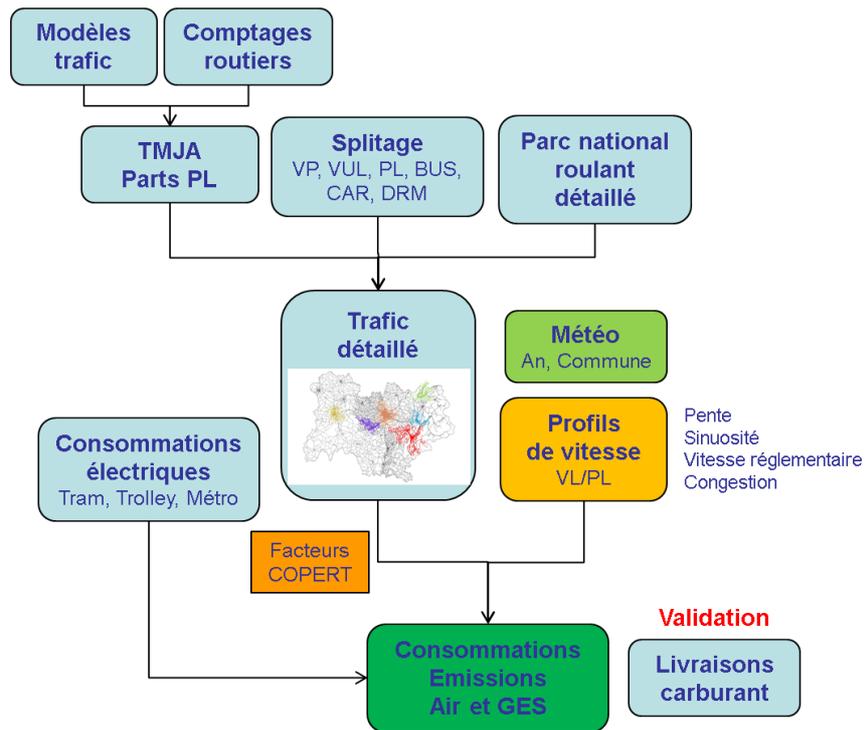


Figure 3: Principales étapes de calcul des émissions du transport routier

Plusieurs sources de données sont nécessaires :

- Données liées **aux volumes de trafic** (modèle trafic, comptages routiers),
- Données liées **au réseau routier** (pente, sinuosité des axes, vitesses réglementaires, ...),
- Données liées **au parc de véhicules roulant** sur le réseau.

La combinaison de ces sources permet de décrire précisément la nature du trafic routier sur le réseau routier de la zone d'étude. Les émissions routières sont obtenues en affectant à chaque type de véhicules un facteur d'émission dépendant du polluant, de la vitesse, voire de la température (surémission à froid), de la pente/sinuosité de la route.

Ces facteurs sont principalement issus du **programme européen COPERT 5** de l'EEA¹.

¹ Agence européenne pour l'environnement

3. Quelle qualité de l'air en 2023 en proximité de l'A480 ?

Les mesures réalisées ont permis dans un premier temps d'établir un état des lieux de la qualité de l'air en 2023 en proximité de l'A480. Les données recueillies sont comparées aux valeurs réglementaires et aux stations de qualité de l'air pérennes de l'agglomération grenobloise. Les résultats sont présentés dans ce chapitre. Dans un premier temps, le contexte météorologique est étudié.

3.1 Contexte météorologique

Les conditions météorologiques de 2023 ont été analysées pour évaluer leur influence sur les niveaux de pollution. En général, les concentrations maximales des polluants étudiés dans cette évaluation sont enregistrées durant l'automne et l'hiver, en raison d'émissions plus élevées, notamment liées au chauffage, et des conditions météorologiques moins propices à la dispersion des polluants, comme les inversions de température.

Des comparaisons ont été effectuées entre les données de précipitations et de température de 2023 par rapport aux normales de la période 1991-2020, provenant de la station Météo-France du Versoud. De plus, l'humidité observée en 2023, à la station météo de St-Geoirs, a été comparée aux 2 années précédentes. Les données de précipitations et de température de 2016 présentées sur les graphiques sont indicatives. Une analyse plus détaillée des conditions météorologiques de 2015-2016 figure déjà dans l'étude d'impact.

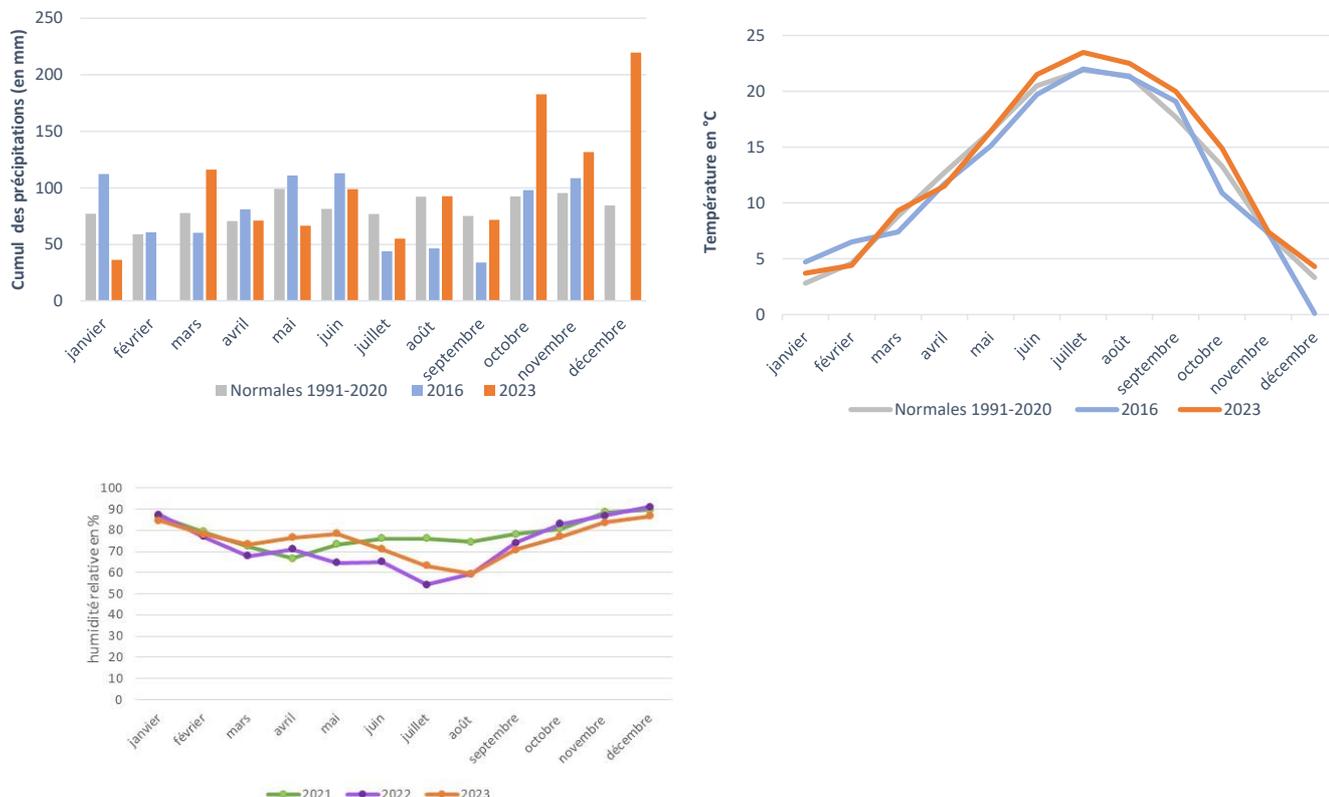


Figure 4 : Cumul des précipitations (en mm), température (en °C), humidité relative (en %), données météo France Le Versoud et Saint Geoirs

L'hiver 2023 a été principalement doux, avec seulement un épisode de froid fin janvier. Les précipitations étaient en déficit en janvier-février mais excédentaires en décembre. Le printemps a montré des variations importantes dans les précipitations. Mars et juin ont enregistré des excès de pluie, tandis que mai a été plus sec que la normale. L'été a été marqué par des vagues de chaleur, en particulier en juin, juillet et août, avec des températures dépassant régulièrement les normales saisonnières. Les précipitations étaient variables, avec des pluies plus ou moins abondantes selon les mois. L'automne 2023 a été remarquablement chaud, avec un pic de chaleur exceptionnel en septembre. Les précipitations ont été importantes à partir de mi-octobre, ce qui a contribué à rétablir l'humidité des sols après des périodes de sécheresse.

En résumé, **l'année 2023 en Auvergne-Rhône-Alpes** a été caractérisée par des variations météorologiques marquées au fil des saisons, avec des températures souvent au-dessus des normales et des précipitations variables. **Les conditions météorologiques de 2023 ont été plutôt favorables à une bonne qualité de l'air.**

Représentativité des périodes de mesures

Les mesures réalisées respectent les exigences de la directive (14% de l'année) sauf sur le site de Bachelard où l'échantillonnage est légèrement inférieur à 14 % pour les particules en raison d'un problème de configuration de l'appareil au début des mesures.

Différents facteurs – notamment météorologiques – peuvent toutefois influencer sur la représentativité des campagnes de mesure à l'échelle annuelle. Ils peuvent conduire à sous-estimer ou à surestimer les moyennes réelles sur les différents sites. Afin d'estimer la représentativité des périodes de mesure, la moyenne des campagnes est comparée à la moyenne annuelle réelle sur les stations fixes de référence de l'agglomération grenobloise.

- **Pour le dioxyde d'azote**, les **mesures** effectuées lors des campagnes sont **représentatives de l'année 2023** et les résultats n'ont pas nécessité de correction.
- **Pour les particules**, les **périodes de mesures** ne sont **pas représentatives de la moyenne annuelle**. Les **valeurs** sont **sous-estimées** par rapport à la valeur annuelle et **ont donc été corrigées**.

L'Annexe 5 détaille les corrections effectuées sur les données des remorques de façon à pouvoir comparer la moyenne annuelle aux valeurs réglementaires.

3.2 Niveaux de dioxyde d'azote

Comme indiqué au chapitre 2, le dioxyde d'azote (NO₂) a été mesuré sur 2 sites en proximité de l'A480 à l'aide d'analyseurs en continu sur deux périodes d'un mois. Ces mesures ont été complétées par des mesures indicatives par tubes passifs sur 25 points de mesure répartis le long de l'A480 et à proximité, afin de documenter la variabilité spatiale et d'effectuer des comparaisons par rapport à l'état initial.

→ Etude des moyennes annuelles

Le graphique suivant compare les concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote estimées sur les sites d'étude avec celles mesurées sur les stations fixes en 2023.

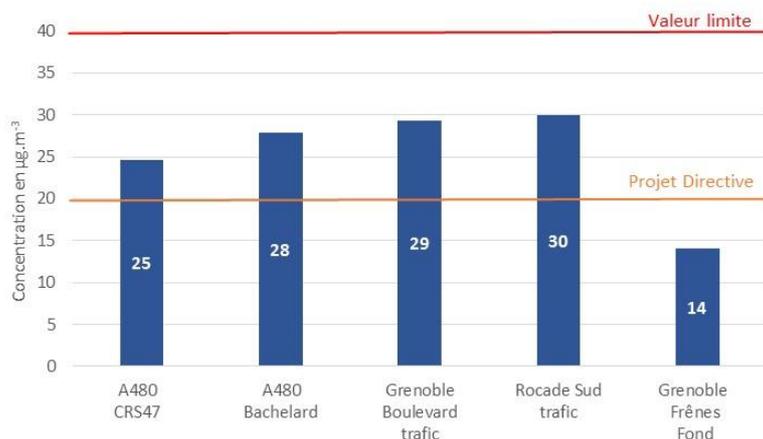


Figure 5 : Comparaison des moyennes annuelles de NO₂ estimées sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence

Les niveaux moyens de NO₂ à proximité de l'A480, sont proches de ceux observés sur les sites trafic de Grenoble boulevards et Rocade sud et respectent la valeur limite de 40 µg.m⁻³ en 2023. Les concentrations sont néanmoins supérieures à la valeur prévue dans le projet de nouvelle Directive Européenne (20 µg.m⁻³). Les niveaux sur le site localisé au sein de la caserne CRS47 sont légèrement inférieurs, car ce site est situé à une plus grande distance de l'autoroute (environ 40 mètres), or les niveaux décroissent en s'éloignant de l'axe.

La figure suivante présente la variation spatiale des concentrations de NO₂ sur la zone d'étude et permet d'identifier les points sensibles proches du trafic.

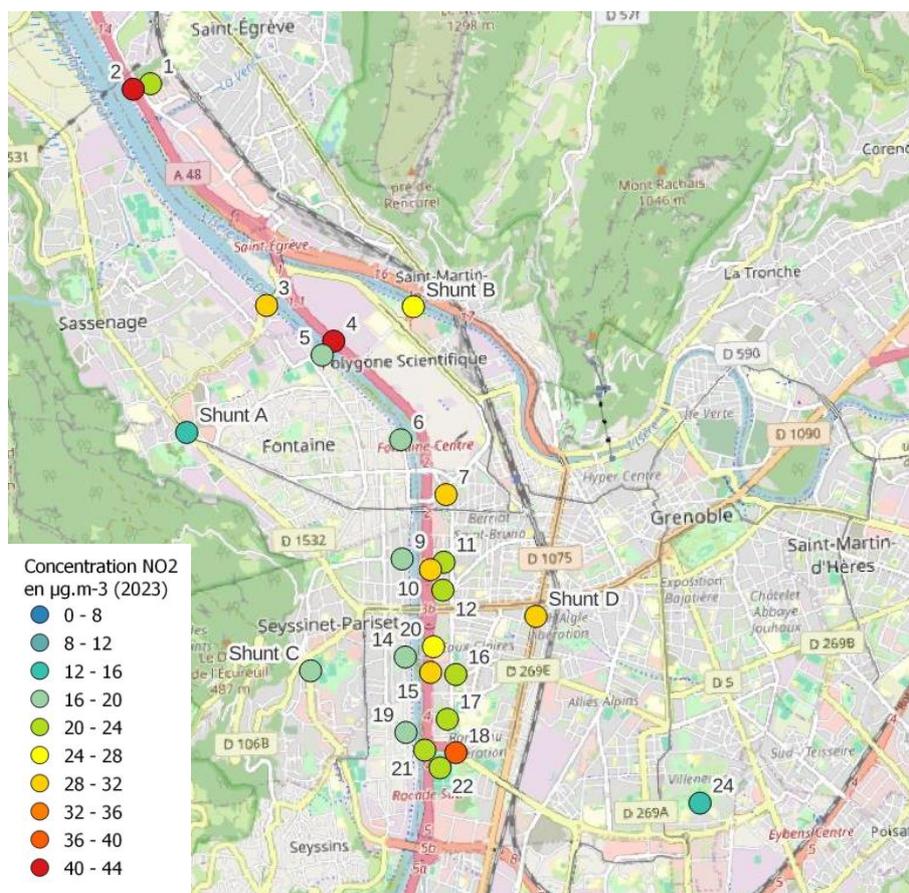


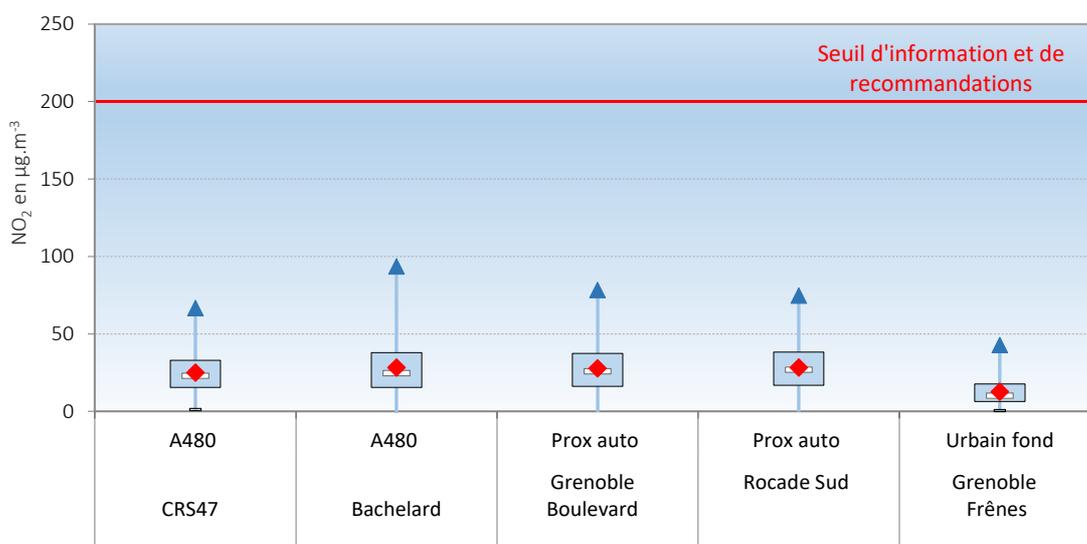
Figure 6 : Variation spatiale des niveaux de NO₂ sur la zone d'étude

Les concentrations annuelles estimées de NO₂ sur la zone d'étude sont comprises entre 17 µg.m⁻³ et 42 µg.m⁻³. Les niveaux les plus élevés sont observés au nord de l'A480 sur les sites 2 et 4, au niveau du barrage (Saint Egrève) sur l'A48 et du Polygone scientifique (Grenoble). Il s'agit de points de mesure situés à proximité directe de l'A480 à moins de 1 mètre de la voie. Sur la portion centrale de l'A480, des protections acoustiques ont été construites tout le long de l'axe, les points 10, 15 et 21 en proximité de la voie ont donc été disposés un peu plus en retrait (entre 5 et 20 mètres). D'un point de vue réglementaire, seuls les 2 sites au nord, situés à proximité immédiate de la voirie, sont égaux ou dépassent légèrement la valeur limite de 40 µg.m⁻³.

→ Etude des valeurs horaires

Le graphe suivant représente les statistiques horaires en NO₂ pour les 2 campagnes de mesures sous forme de « boîtes à moustaches » (cf. explications en Annexe 5), sur les sites étudiés et les sites fixes de Grenoble. Cela permet notamment d'appréhender les valeurs maximales horaires.

Statistiques horaires pour NO₂ sur les 2 campagnes



Site	CRS47	Bachelard	Grenoble Boulevard	Rocade Sud	Grenoble Frênes
Typologie	A480	A480	Trafic	Trafic	urbain
Statistiques Horaires pour le NO ₂ sur les 2 campagnes					
Moyenne	25	28	28	28	13
Minimum H	1	-2	-1	0	1
P25 H	15	15	17	17	7
P50 H	23	25	26	27	10
P75 H	33	38	38	38	18
P98 H	55	70	65	63	35
maximum H	67	94	78	75	43
Statistiques Horaires pour le NO ₂ sur l'année complète					
Moyenne			29	30	14
P98 H			70	69	41
Maximum H			142	98	76

Figure 7 : Comparaison des statistiques horaires NO₂ sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence

☞ **Aucun site** n'a dépassé le **seuil de 200 µg/m³ en moyenne horaire pendant l'étude**, ni tout au long de l'année 2023.

Ainsi, le **risque de dépassement de ce seuil sur l'ensemble de l'année pour les sites d'étude peut être considéré comme faible**.

→ Etude du profil moyen journalier

Dans le cas de polluants d'origine automobile comme pour le NO₂, les concentrations dans l'air sont dépendantes des conditions météorologiques, mais aussi des variations de trafic automobile dans la journée comme le montre les graphiques suivants, qui mettent en perspective la variation des concentrations avec la variation du trafic au point de comptage le plus proche du site.

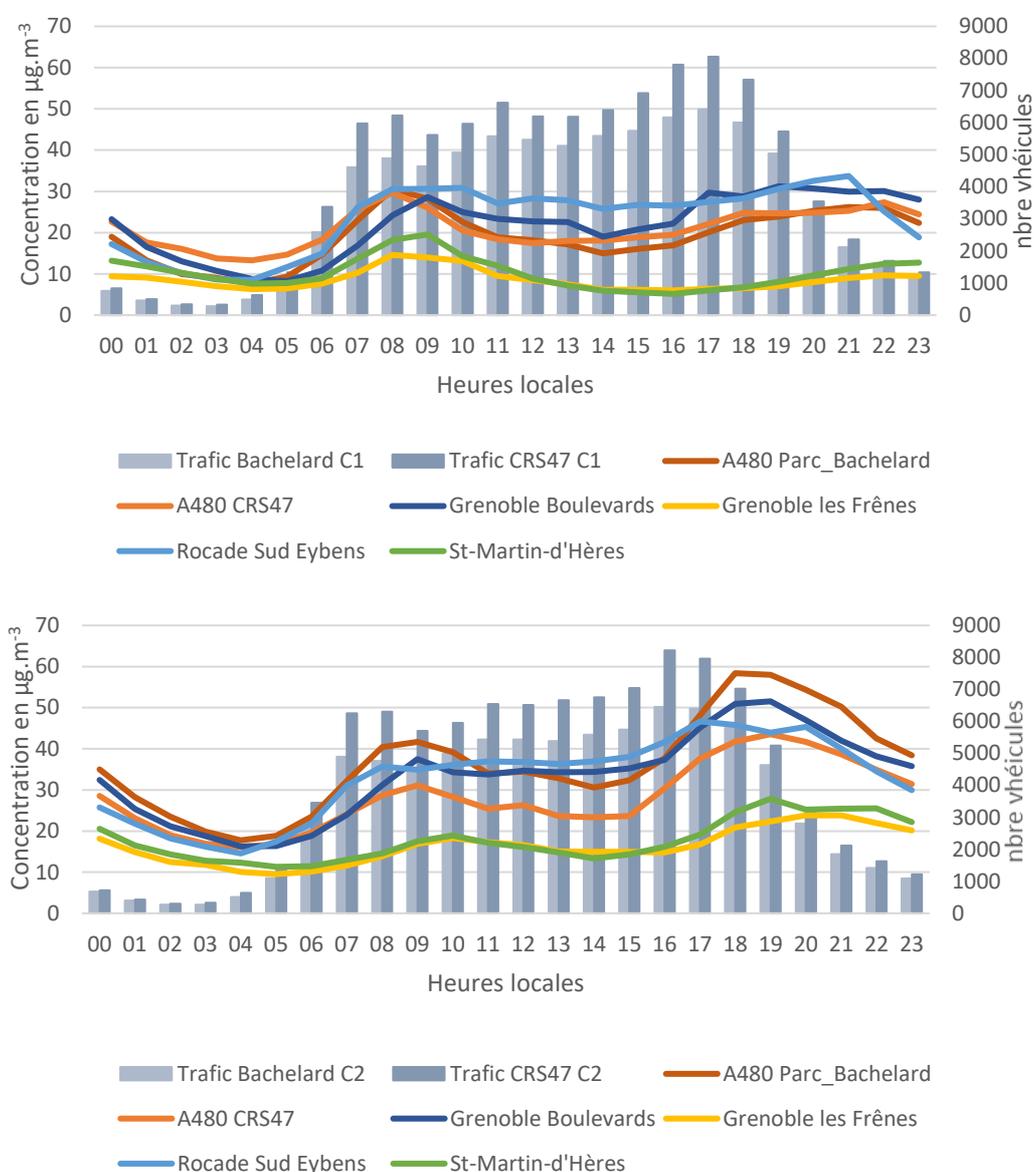


Figure 8 : Profils moyens horaires du NO₂ et du trafic sur les sites d'étude et les stations fixes de l'agglomération lors de la première campagne au printemps (en haut) et de la deuxième campagne en automne (en bas)

Ces résultats indiquent une forte influence du trafic routier sur les sites d'étude le long de l'A480 pendant les heures de pointe, avec des niveaux moyens de NO₂ parfois dépassant ceux observés sur les sites trafic de Grenoble. En effet, le profil journalier en novembre présente des pointes plus prononcées le matin et le soir, sur le site de Bachelard.

L'écart de concentration de NO₂ entre les sites de mesure peut s'expliquer par la plus grande distance par rapport à la voie du site CRS47 (env. 40 mètres), même si le trafic à proximité de celui-ci est plus important.

3.3 Niveaux de benzène

En complément du NO₂, le benzène a été mesuré sur 5 sites. Le graphique suivant présente les concentrations moyennes annuelles de benzène estimées sur les sites d'étude en 2023.

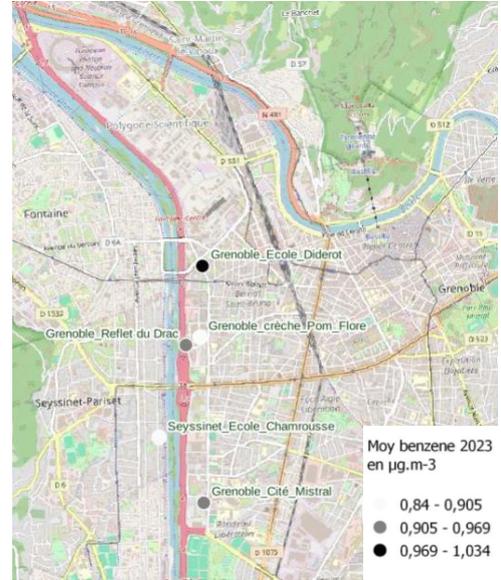
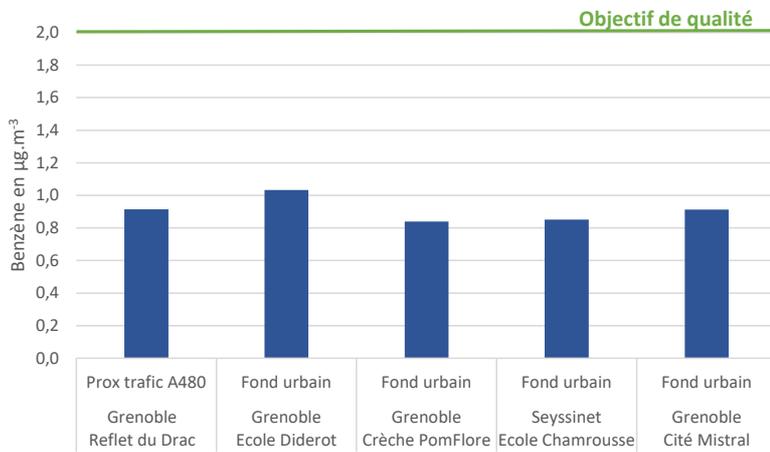


Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles de benzène estimées sur la zone d'étude en 2023

Les niveaux de benzène sont faibles et assez homogènes (compris entre 0,8 et 1 µg.m⁻³). L'écart est faible entre la proximité trafic et les niveaux de fond urbain. L'objectif de qualité (2 µg.m⁻³), et a fortiori la valeur limite de 5 µg.m⁻³, sont respectés.

3.4 Niveaux de particules en suspension

Comme indiqué au chapitre 2, les particules en suspension ont été mesurées sur 2 sites en proximité de l'A480 à l'aide d'analyseurs en continu sur deux périodes d'un mois. Ces mesures ont été complétées par des mesures indicatives par microcapteurs sur 3 points de mesure tout au long de l'année.

→ Etude des moyennes annuelles

Le graphique suivant compare les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ estimées sur les sites d'étude avec celles mesurées sur les stations fixes en 2023.

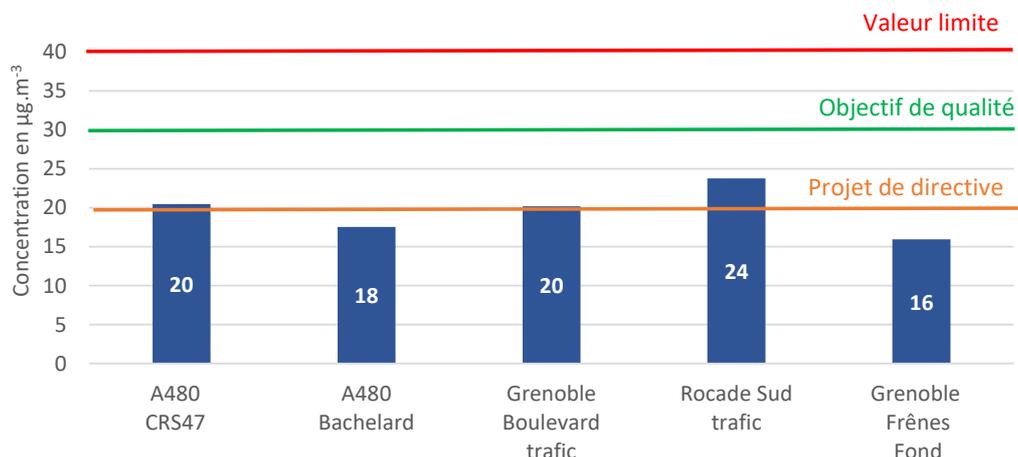


Figure 10 : Comparaison des moyennes annuelles de PM₁₀ estimées sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence

☞ Les **niveaux moyens de PM10 sont proches des sites trafics de Grenoble, autour du 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$** . La **valeur limite en moyenne annuelle** de 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ est **largement respectée**, mais le projet de Directive Européenne prévoit un abaissement de cette limite à 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$.

Il faut souligner également que l'écart entre les niveaux mesurés sur les stations de proximité automobile et les stations de fond est plus faible que pour le dioxyde d'azote. En effet, le trafic automobile ne constitue pas le principal émetteur de PM10 et la répartition des émissions de particules au niveau de Grenoble montre que ce secteur ne représente que 13% des émissions de PM10 (2021).

Le graphique suivant compare les concentrations moyennes annuelles de PM2,5 estimées sur les sites d'étude avec celles mesurées sur les stations fixes en 2023.

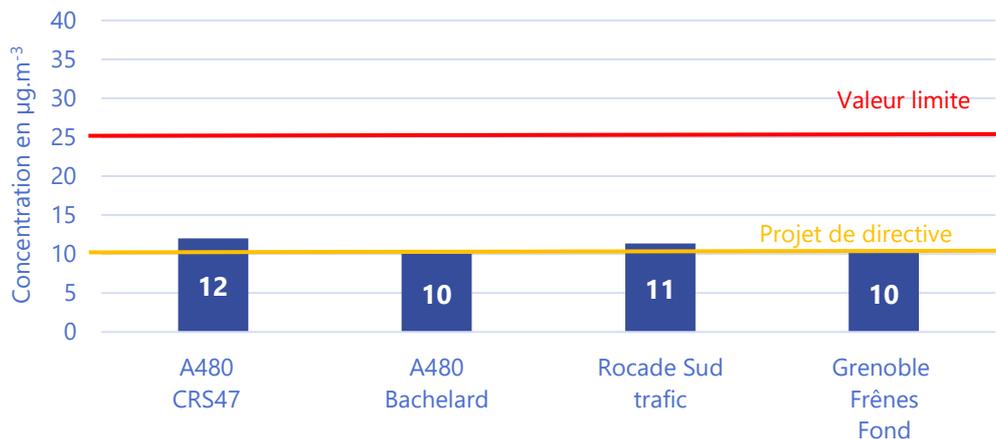


Figure 11 : Comparaison moyennes annuelles de PM2.5 estimées sur les sites d'étude avec les sites fixes de référence

☞ **Les niveaux de PM2,5 sont homogènes compris entre 10 et 12 $\mu\text{g.m}^{-3}$** . L'écart est faible entre les sites de proximité trafic et les sites de fond. **La valeur limite en moyenne annuelle (25 $\mu\text{g.m}^{-3}$) est largement respectée.**

→ Etude des valeurs journalières

Il existe également une valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne journalière fixée à 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

En 2023, **les sites fixes de référence** Rocade sud Eybens, Grenoble les Frênes et Saint Martin d'Hères ont enregistré respectivement 6, 4 et 2 dépassements de la valeur limite pour la protection de la santé en moyenne journalière. Ces sites **respectent largement la valeur limite en moyenne journalière, ce qui rend très peu probable le dépassement de ce seuil également pour les sites d'étude**, compte tenu des niveaux proches observés pendant les campagnes.

→ Mesures par microcapteurs

Afin de compléter les mesures réalisées par les deux laboratoires de mesures sur deux périodes d'1 mois, des microcapteurs de mesure ont été disposés sur 3 sites le long de l'A480 (cf. Figure 1). Ces 3 sites avaient été utilisés de 2020 à 2022 pour le suivi des travaux.

Les données mesurées par microcapteurs sont des données indicatives. Ces appareils permettent d'augmenter le nombre de points de mesure, de vérifier la présence de pics localisés et de documenter la variabilité spatiale. Mais les microcapteurs étant sensibles à l'humidité, lorsque le taux d'humidité est supérieur à 95%, les données sont systématiquement invalidées, et entre 90% et 95%, les données sont conservées, mais elles peuvent néanmoins être surestimées. Le taux de fonctionnement sur l'année 2023 reste très satisfaisant à plus de 90%.

Tout au long de l'année 2023, les **3 microcapteurs ont produit des données homogènes sur les 3 sites de mesure** (cf. Figure 12). Les niveaux ont été plus élevés en moyenne sur les premiers mois de l'année (février – début mars). En fin d'année 2023, des précipitations importantes ont limité les niveaux de particules en suspension. Quelques pics ponctuels aléatoires ont pu être observés, ce sont des phénomènes locaux.

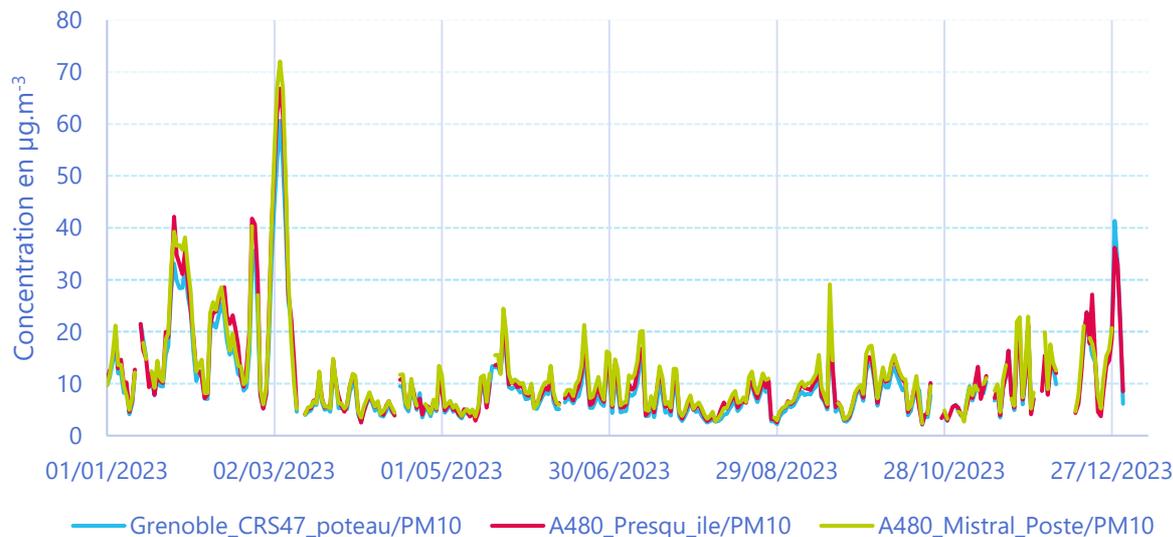


Figure 12 : Evolution des concentrations de PM10 sur les 3 microcapteurs – données brutes PM10

Un couple « **microcapteur – analyseur de référence** » a été installé à partir du 17 avril 2023 sur la station urbaine de Grenoble les Frênes afin d'évaluer les écarts entre les méthodes de mesure. En moyenne, les microcapteurs ont tendance à sous-estimer les concentrations par rapport à l'analyseur de référence, particulièrement en période estivale.

La mise en parallèle des deux méthodes de mesures sur un site permet de corriger les données des autres microcapteurs, selon une méthodologie développée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. L'application de la méthode a été réalisée pour les données PM2,5, produisant des données qualifiées « étalonnées » (cf. Figure 13).

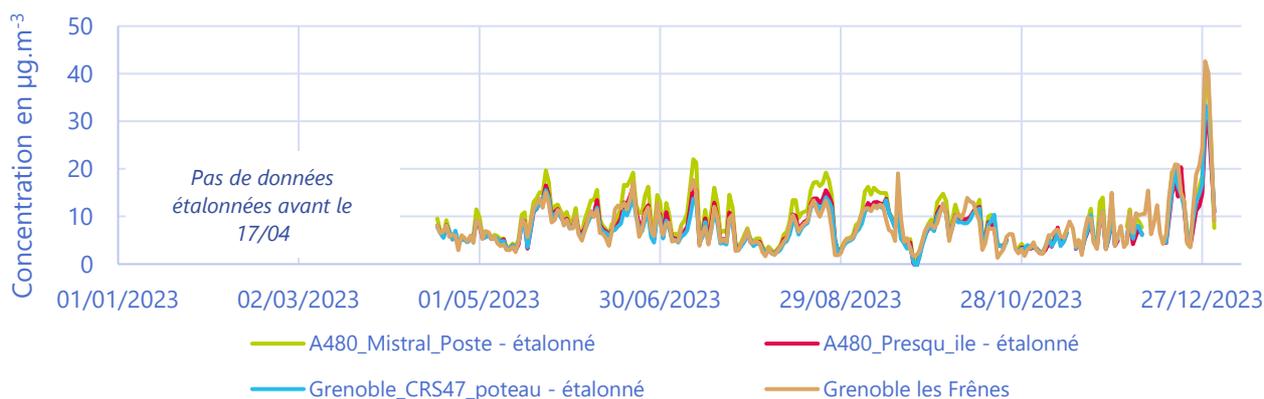


Figure 13 : Evolution des concentrations de PM2,5 sur les 3 microcapteurs et la station des Frênes – données étalonnées

Les données des stations fixes permettent d'estimer une moyenne 2023 compte tenu des moyennes sur la période avril-décembre. **Les moyennes estimées sur les 3 sites sont homogènes entre 9 et 11 µg.m⁻³** (cf. Figure 14) pour 2023. En effet, l'intercomparaison réalisée en fin de période a montré que le microcapteur Mistral Poste était légèrement supérieur aux deux autres.

	A480_Mistral_Poste étalonné	A480_Presqu_ile étalonné	Grenoble_CRS47 poteau étalonné
Moyenne 17/04 au 31/12	9,4	8,0	7,7
Moyenne estimée 2023	11,2	9,7	9,4

Figure 14 : Moyennes PM2,5 étalonnées avec l'analyseur de référence sur les 3 sites de mesure

Les mesures réalisées en 2023 ont permis d'évaluer la qualité de l'air en proximité de l'A48 en entrée de Grenoble et sur l'axe A480 jusqu'à l'échangeur du Rondeau.

Le dioxyde d'azote est un polluant principalement émis par le trafic. Les niveaux augmentent logiquement en proximité de l'axe mais également pendant les heures de pointe notamment en période hivernale quand la dispersion des polluants est moins bonne. Néanmoins, les valeurs réglementaires actuelles sont respectées, sauf en proximité immédiate de la voirie (< 1m) comme on l'observe sur le nord du tracé.

Sur la partie centrale, la construction de protections acoustiques limite l'accès à cette bande de proximité.

Les niveaux de particules PM10 et PM2,5 mesurés le long de l'axe sont homogènes et du même ordre de grandeur que sur les stations trafic du réseau grenoblois. Les valeurs réglementaires sont largement respectées.

Avec le projet d'abaissement des valeurs limites réglementaires, la question de la qualité de l'air en bordure de l'axe reste sensible, notamment concernant le dioxyde d'azote.

4. Evolution par rapport à l'état initial et aux prévisions de l'étude d'impact ?

Ce chapitre s'intéresse à l'évolution de la qualité de l'air par rapport à l'état initial et aux prévisions de l'étude d'impact. Pour cela, deux aspects sont étudiés :

- La comparaison **des émissions** de polluant sur l'axe A480 par rapport aux prévisions de l'étude d'impact
- L'évolution des **concentrations** de polluants dans l'air par rapport à l'état initial réalisé en 2015-2016.

4.1 Estimation des émissions

4.1.1 Zone d'étude et polluants étudiés

Les émissions de polluant sont calculées par tronçon de route, puis agrégées sur l'ensemble de la zone d'étude. Les tronçons utilisés pour l'étude concernent les portions de l'A480 et de l'A48 (à hauteur de St-Egrève) indiqués dans la figure ci-contre.

L'estimation des émissions porte sur les polluants suivants :

- NOx¹
- PM10
- PM2,5

Les émissions de CO₂ (principal gaz à effet de serre) sont aussi estimées.



Figure 15: Tronçons utilisés pour l'étude

¹ Le terme NOx « oxydes d'azote » désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Toute combustion d'énergie produit du NO et du NO₂, mais au contact de l'air, le monoxyde d'azote est rapidement oxydé en dioxyde d'azote. Dans l'air, le polluant réglementé est le NO₂.

4.1.2 Hypothèses de calcul

La méthodologie globale de calcul des émissions a été présentée au chapitre 2. Dans ce paragraphe, les hypothèses retenues pour les calculs sont présentées.

Les scénarios évalués

3 scénarios avaient été calculés lors de l'étude d'impact¹ en 2017 :

- **Etat Initial 2015** (EI_2015), correspondant à la situation initiale (« données réelles »)
- **Etat de Référence 2022** (ER_2022), correspondant à une projection de la situation en 2022 sans projet d'aménagement
- **Etat Projeté 2022** (EP_2022) correspondant à une projection de la situation en 2022 après mise en service du projet d'aménagement.

A noter que l'état projeté lors de l'étude d'impact considérait l'aménagement terminé dans sa totalité, les travaux de l'échangeur du Rondeau n'étant pas terminés, l'étude réalisée a porté sur le linéaire présenté en Figure 15.

Ces calculs effectués en 2017 avaient pris les données disponibles à l'époque : facteurs d'émissions COPERT4 et parc roulant IFSTARR 2015.

Pour les besoins de cette étude et afin d'apprécier au mieux les effets de l'aménagement, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a recalculé ces 3 scénarios en y appliquant un même parc roulant (Autoroutier CITEPA 2023) et les hypothèses de trafic retenues dans l'étude d'impact, issues de la modélisation trafic utilisée par EGIS², pour chaque scénario. Compte tenu de cette méthodologie, les bilans d'émissions des scénarios sont différents des calculs initiaux présents dans l'étude d'impact et ne peuvent pas être comparés.

Enfin, un scénario **Etat Actuel 2023** (EA_2023) a été calculé avec l'application du parc autoroutier CITEPA 2023 et des trafics/vitesses issus des données de trafic réels en 2023 (comptages 2023 AREA). Le tableau ci-après récapitule les différentes hypothèses.

SCENARIOS	EI_2015	ER_2022	EP_2022	EA_2023
Facteurs d'émissions	COPERT 5	COPERT 5	COPERT 5	COPERT 5
Source trafics / vitesses	Modèle Trafic	Modèle Trafic	Modèle Trafic	Comptages 2023 (AREA/APRR)
Parc roulant	CITEPA 2023	CITEPA 2023	CITEPA 2023	CITEPA 2023

Figure 16 : Données sources utilisées pour chaque scénario

¹ AREA et Etat (DREAL) Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble - Dossier de demande d'autorisation environnementale - Pièce G – Etude d'impact - 2017

² Le bureau d'étude EGIS a réalisé les calculs de l'étude d'impact. Le modèle de trafic a fait l'objet d'un travail partagé avec les acteurs locaux (AURG).

Avertissement

Pour des raisons méthodologiques, **les résultats ne pourront pas être comparés strictement avec ceux du document « Etude d'impact »** :

- Les tronçons pris en compte sont légèrement différents car le réseau routier d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n'est pas identique à celui d'EGIS. De plus, les travaux de l'échangeur Rondeau ne sont pas terminés.
- L'affectation des trafics/vitesses du scénario EA_2023 a été réalisée à partir des points de comptage et non d'une modélisation trafic.
- Les émissions de l'étude d'impact avaient été calculées pour le NO₂. Ici, comme dans tous les travaux d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, le calcul porte sur les NOx.

Les calculs s'attachent donc à comparer les résultats de l'état actuel à l'état initial et à l'état projeté, **en conservant les hypothèses de calcul** (trafic, vitesse, répartition véhicules).

4.1.3 Bilan des émissions

Dans ce paragraphe, les résultats des calculs d'émissions sont présentés pour les différents scénarios étudiés. Compte tenu de la méthodologie, **l'évolution des données de trafic est un paramètre important**. Sans que ce soit une étude détaillée du trafic, l'évolution de ces paramètres d'entrée est donc présentée au préalable, notamment les kilomètres parcourus, la vitesse des véhicules sur l'axe et la répartition des véhicules, notamment la part des poids-lourds.

→ Zoom sur les kilomètres parcourus

La Figure 17 présente l'évolution des kilomètres parcourus par type de véhicule : Poids-Lourds (PL), Véhicules Utilitaires Légers (VUL) et Véhicules Particuliers (VP).

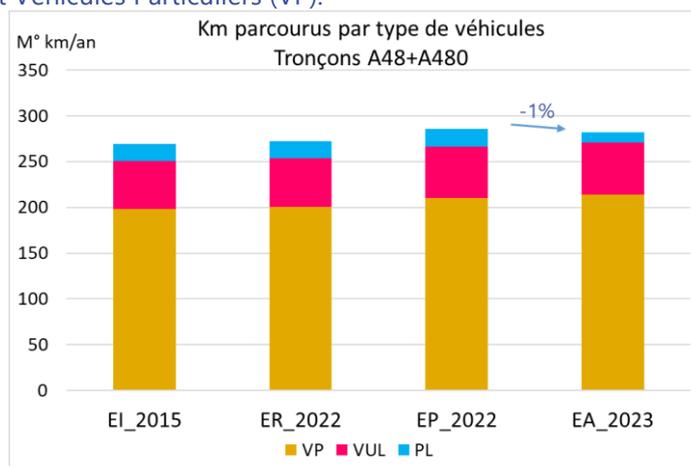


Figure 17 : Kilomètres parcourus pour les différents types de véhicules

Le trafic total de l'Etat Actuel 2023 (EA2023) est légèrement inférieur (-1%) à celui de l'Etat Projeté 2022 (EP_2022), en augmentation par rapport à la situation initiale de 2015.

Néanmoins selon les catégories de véhicules, l'évolution des kilomètres parcourus est différente :

- Concernant les Véhicules Légers (VP+VUL), on note une légère augmentation : +2%.
- En revanche, **le trafic des PL de l'EA_2023 est très inférieur (-42%) à celui de la situation projetée 2022** (voir paragraphe suivant).

→ Zoom sur les PL

Comme vu au paragraphe précédent, le trafic des poids-lourds est nettement inférieur en 2023, par rapport à la situation projetée et même par rapport à la situation initiale en 2015. La Figure 18 présente l'évolution de la part de poids-lourds dans le trafic global sur les tronçons concernés par l'étude. Même si dans le scénario projeté, une part un peu plus faible était prévue par rapport à 2015, les données de 2022 et 2023 réelles sont inférieures.

Scenario	Moyennes des parts PL
EI_2015	7,4%
ER_2022	7,3%
EP_2022	7,0%
INVENTAIRE_2022 ATMO-AURA	6,1%
EA_2023	4,5%

Figure 18 : Evolution des moyennes de parts de poids-lourds pour chaque scénario

Pour compléter ces chiffres, la Figure 19 présente l'évolution de cette part des Poids-Lourds de 2015 à 2023, à partir des données de l'inventaire d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, basée sur des données de comptage fournies par AREA. Alors que la part poids-lourds présentait une tendance à la hausse de 2015 à 2020, **une baisse importante est observée depuis cette date.**

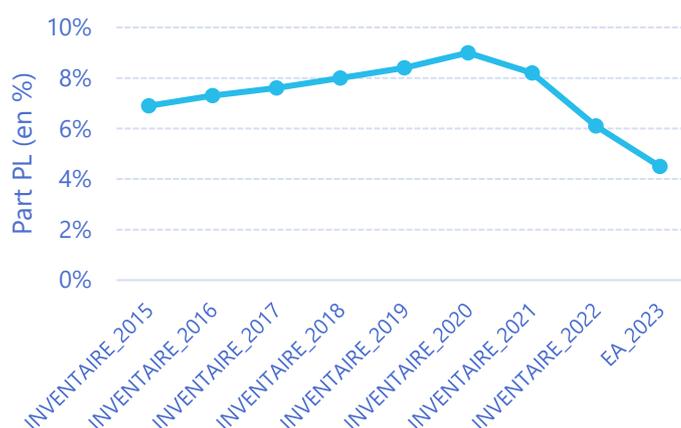


Figure 19 : Evolution des moyennes de parts de poids-lourds par année d'inventaire Atmo-AuRA sur les tronçons A48/A480

Des explications ont été recherchées à ce phénomène, plusieurs éléments sont évoqués :

- Depuis 2020, les importants travaux sur l'A480 et l'échangeur du Rondeau ont pu engendrer un « évitement » de la zone.
- Depuis 2020, les PL critair 4 et 5 sont interdits dans la **Zone à Faibles Emissions** de l'agglomération grenobloise (cf calendrier en Figure 20). Bien que les axes structurants comme l'A480 ne soient pas concernés, cette mesure pourrait avoir une répercussion sur la diminution de la part des PL.



Figure 20 : Calendrier d'application de la ZFE Poids lourds

Les émissions (par kilomètre parcouru) des Poids-lourds étant très supérieures à celles des Véhicules légers, la diminution de la part des PL par rapport à 2015 et par rapport aux prévisions impacte logiquement le calcul des émissions globales.

→ **Zoom sur les vitesses**

Les vitesses jouent également un rôle important sur les émissions. Suivant le type de véhicule, les facteurs d'émissions ne varient pas linéairement.

- Pour les PL, les facteurs d'émissions (NOx/PM) diminuent très fortement lorsque les vitesses augmentent pour atteindre un palier autour des 80/90 km/h.
- Pour les VL, les facteurs d'émissions NOx diminuent légèrement jusqu'à 70 km/h et remontent ensuite (ce qui n'est pas le cas pour les PM).

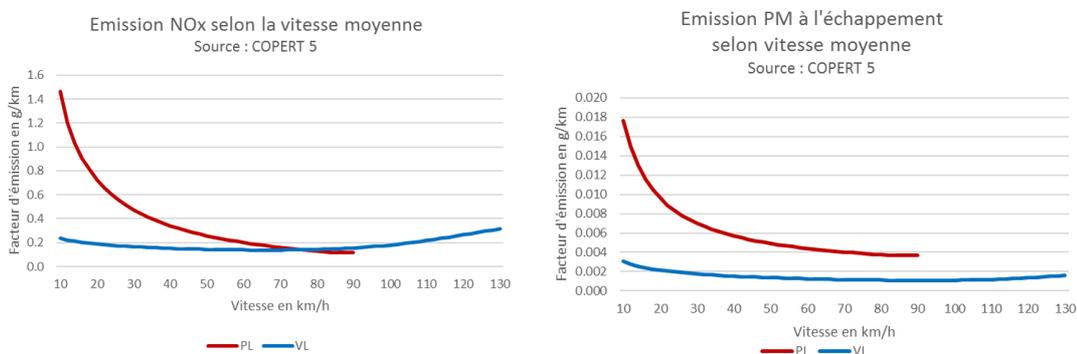


Figure 21 : Evolution des facteurs d'émissions Nox/PM pour les VL/PL en fonction de la vitesse

Sur la carte (cf. Figure 22), on remarque que **les vitesses observées avec les comptages réels (EA_2023) sont bien supérieures à celles utilisées dans la modélisation trafic pour l'étude d'impact (EI_2015/ER_2022/EP_2022)**, ce qui aura inévitablement un impact sur les émissions calculées.

Sur les données de comptage 2023, on peut remarquer que les vitesses des véhicules légers en heures de pointe du soir (HPS) sont supérieures à la prévision de l'étude d'impact, la fluidité du trafic a été nettement améliorée.

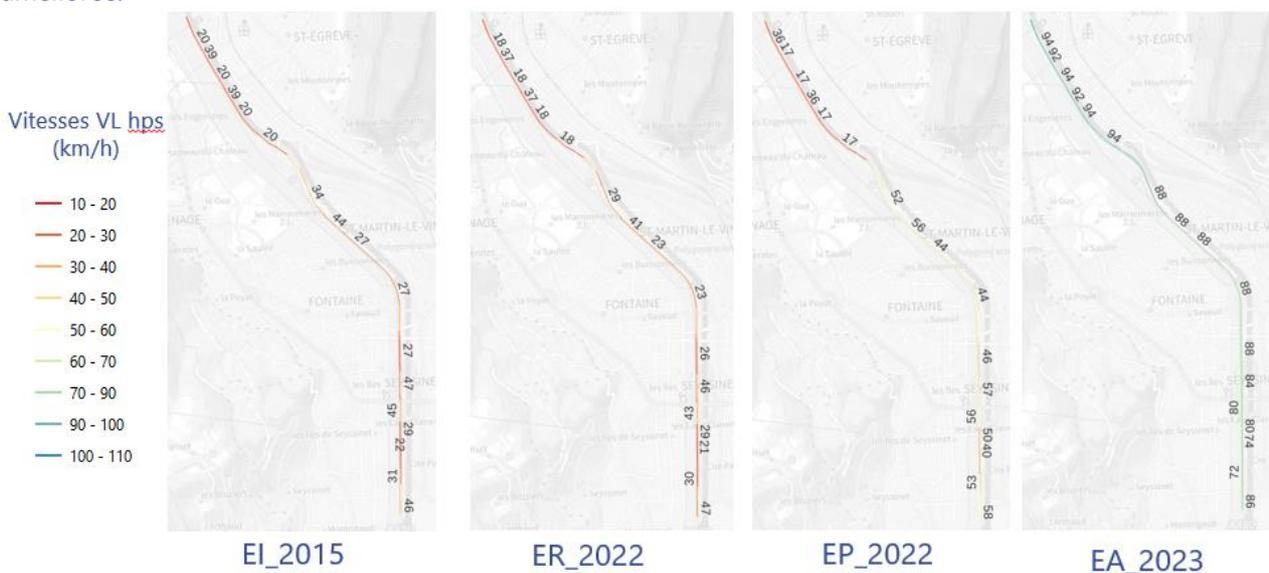


Figure 22: Vitesses moyennes des véhicules légers

→ Emissions NOx

Selon les hypothèses présentées ci-dessus, les émissions NOx ont été calculées pour chaque scénario et présentées sur la Figure 23 .

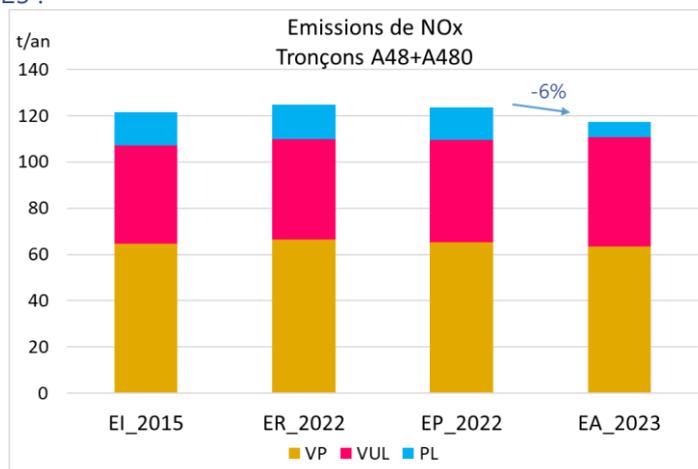


Figure 23 : Emissions de NOx sur les tronçons de l'étude (A480+A48) pour les différents scénarios

Concernant les émissions de NOx, on peut observer que **les émissions globales calculées en 2023 (EA_2023) sont inférieures à celles calculées avec les hypothèses de l'état d'impact (EP_2022)**. La part des PL moins importante sur l'état actuel 2023 explique la **baisse globale (-6%) des émissions** sur ce scénario par rapport à EP_2022 malgré un trafic total stable. En effet, les émissions de PL sont inférieures de plus de moitié (-53%) par rapport au prévisionnel.

→ Emissions PM10

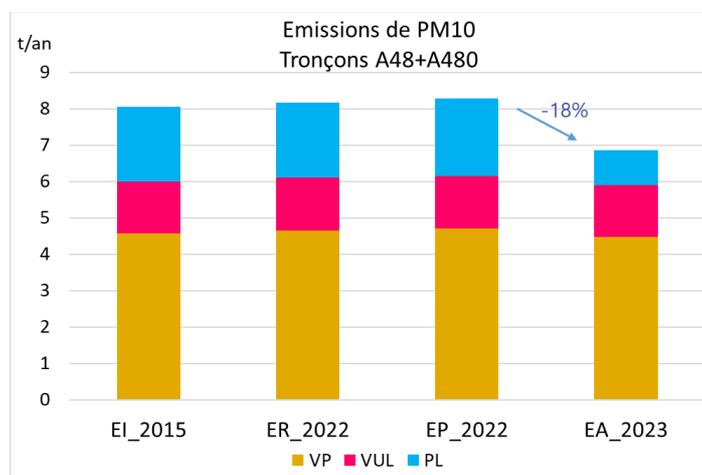


Figure 24: Emissions de PM2,5 sur les tronçons de l'étude (A480+A48)

Concernant les émissions de PM10, les émissions calculées pour le scénario actuel 2023 sont inférieures de -18% au scénario de l'état projeté. Une très grande partie de cette baisse s'explique par la baisse des émissions des poids lourds, liée non seulement à la diminution du trafic mais également à l'amélioration de la fluidité. En effet alors que la baisse des kilomètres parcourus est de 42% pour cette catégorie, la baisse des émissions est de 55%.

→ Emissions PM2,5

Les résultats pour les particules PM2.5 sont du même ordre de grandeur que pour les PM10. On observe une baisse globale des émissions de PM2.5 de -14% entre EP_2022 et EA_2023, avec une diminution de -53% pour les PL (cf. Figure 25).

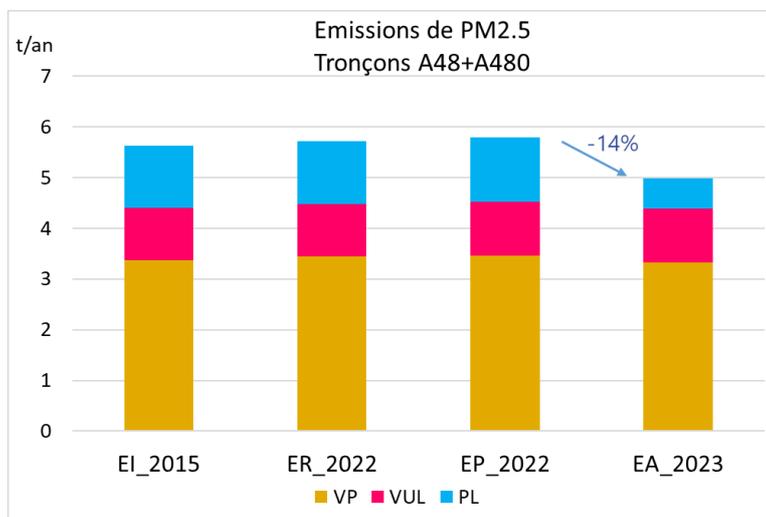


Figure 25: Emissions de PM2,5 sur les tronçons de l'étude (A480+A48)

→ Emissions CO2

Concernant les émissions de CO₂, les émissions calculées pour l'état actuel en 2023 sont également inférieures au scénario projeté 2022 (-16%). Là encore, la baisse est majoritairement due à la diminution des émissions des PL (-48%).

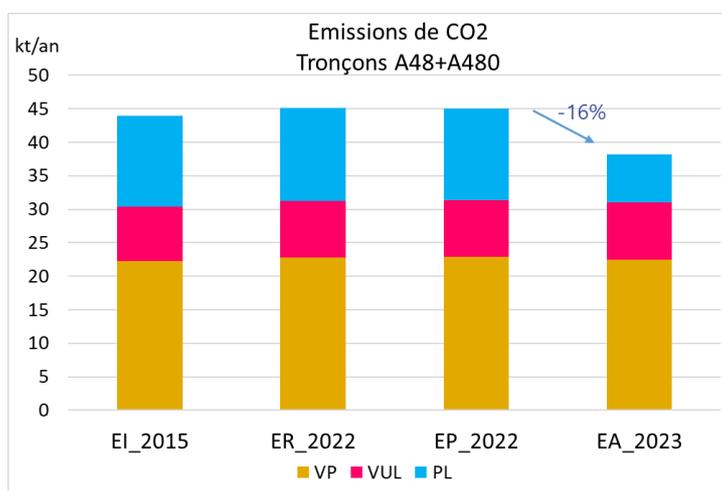


Figure 26: Emissions de CO2 sur les tronçons de l'étude (A480+A48)

→ Synthèse des résultats

Les résultats ont été présentés par polluant dans les paragraphes précédents. Ce paragraphe fait la synthèse des résultats précédents en se focalisant **sur les comparaisons entre l'état actuel 2023 (EA2023), l'état initial (EA2015) et les prévisions de l'étude d'impact (EP2022)**.

! Attention, pour mémoire, la comparaison à l'état initial s'effectue à parc roulant constant (Autoroutier CITEPA 2023) comme indiqué dans la méthodologie. L'application d'un parc identique à l'ensemble des scénarios permet d'étudier leurs différences en s'affranchissant de l'évolution naturelle des types de véhicules. Elle engendrerait à elle seule une baisse importante des émissions et ne permettrait pas d'évaluer l'impact réel des aménagements sur l'A480.

EVOLUTION	2023 réalisé par rapport à l'état initial (à parc roulant constant)			2023 réalisé par rapport à l'état projeté		
	VL (VP+VUL)	PL	TOTAL	VL (VP+VUL)	PL	TOTAL
Evolution Nox %	+ 3,4%	- 53,8%	-4,2%	+ 1,2%	- 53,1%	-5,9%
Evolution PM10 %	- 1,7%	- 52,9%	-15,3%	- 4,2%	- 54,7%	-17,8%
Evolution PM2.5 %	- 0,4%	- 50,8%	-11,9%	- 2,9%	- 52,6%	-14,3%
Evolution CO2 %	+ 1,9%	- 47,2%	-13,8%	- 1,2%	- 47,8%	-16,0%
Evolution KM %	+ 8,1%	- 39,0%	+ 4,8%	+ 1,8%	- 41,7%	-1,4%

Figure 27: Comparaison des scénarios - EA_2023 VS EI_2015 - EA_2023 VS EP_2022

En règle générale, **l'évolution du trafic (« Evolution KM¹ ») est plus forte que l'évolution des émissions en raison de la décongestion du trafic qui implique une baisse plus ou moins importante des facteurs d'émissions**. En comparant EP_2022 et EA_2023, les baisses sont de -6% pour les NOx et autour des -16% pour les autres polluants. Les effets de l'aménagement ont donc non seulement un impact positif sur la fluidité du trafic mais aussi sur la limitation de l'évolution des émissions qui en découlent. Comme résumé, malgré l'augmentation des kilomètres parcourus, les émissions pour chaque polluant sont inférieures au prévisionnel de l'étude d'impact et à l'état initial.

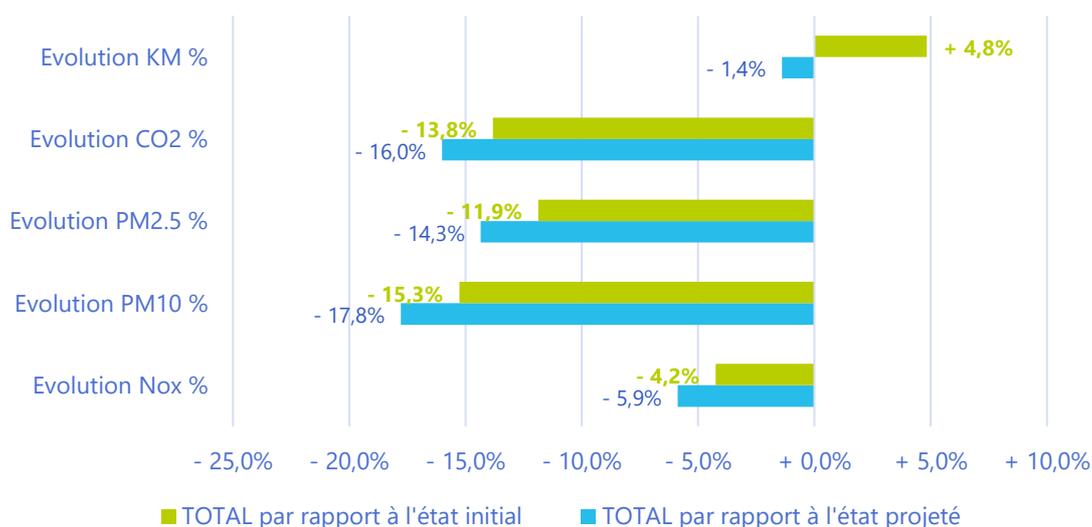


Figure 28 : Synthèse des calculs d'émissions totales

La baisse la plus importante est néanmoins liée à la baisse des émissions de poids-lourds. Le trafic des véhicules légers représentant plus de 95% du trafic de l'axe A480, la Figure 29 fait un focus sur les résultats pour ce type de catégorie.

¹ La circulation routière est exprimée en kilomètres parcourus par l'ensemble des véhicules (véhicules x kilomètres),

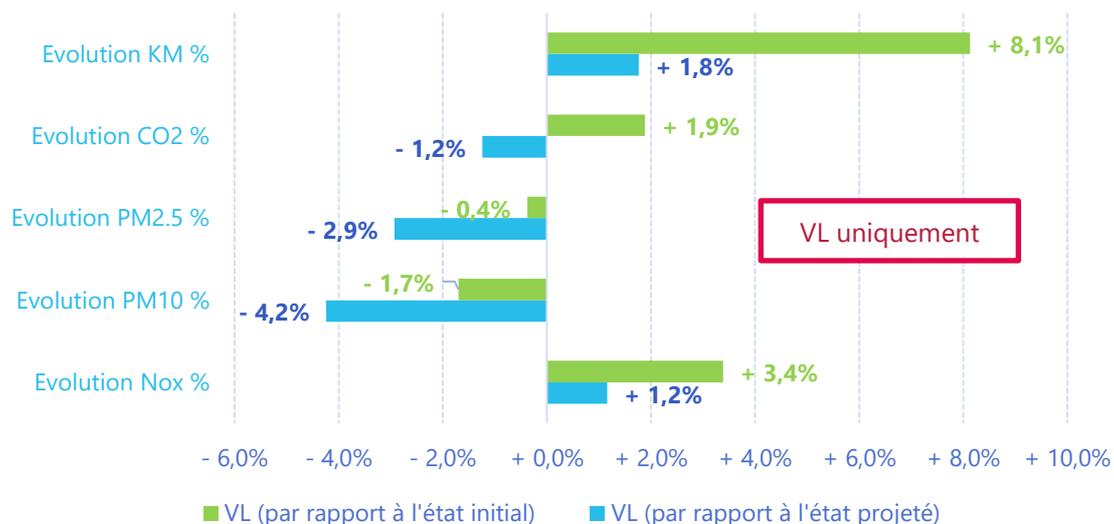


Figure 29 Synthèse des calculs d'émissions pour la catégorie VL uniquement

Le trafic en 2023 pour la catégorie des véhicules légers est légèrement supérieur au trafic du scénario projeté 2022, néanmoins **les émissions estimées de l'état actuel sont quasiment toutes inférieures aux prévisions de l'étude d'impact, sauf pour les NOx où elles sont supérieures d'environ 1,2% pour cette catégorie.** Sur cette catégorie de véhicules, **c'est la fluidification du trafic** (avec des vitesses plus élevées sur les données 2023 par rapport aux scénarios modélisés) **liée à l'aménagement qui explique le gain.**

En résumé, les émissions de polluants sont inférieures de -6% à -18% aux émissions prévues dans le scénario projeté de l'étude d'impact

- **Une grande partie de la baisse des émissions est due à la réduction effective du trafic poids lourds, non prévue dans le scénario projeté, bien que le trafic des véhicules légers augmente**
- **La fluidification notable du trafic permet également une baisse des émissions en général**

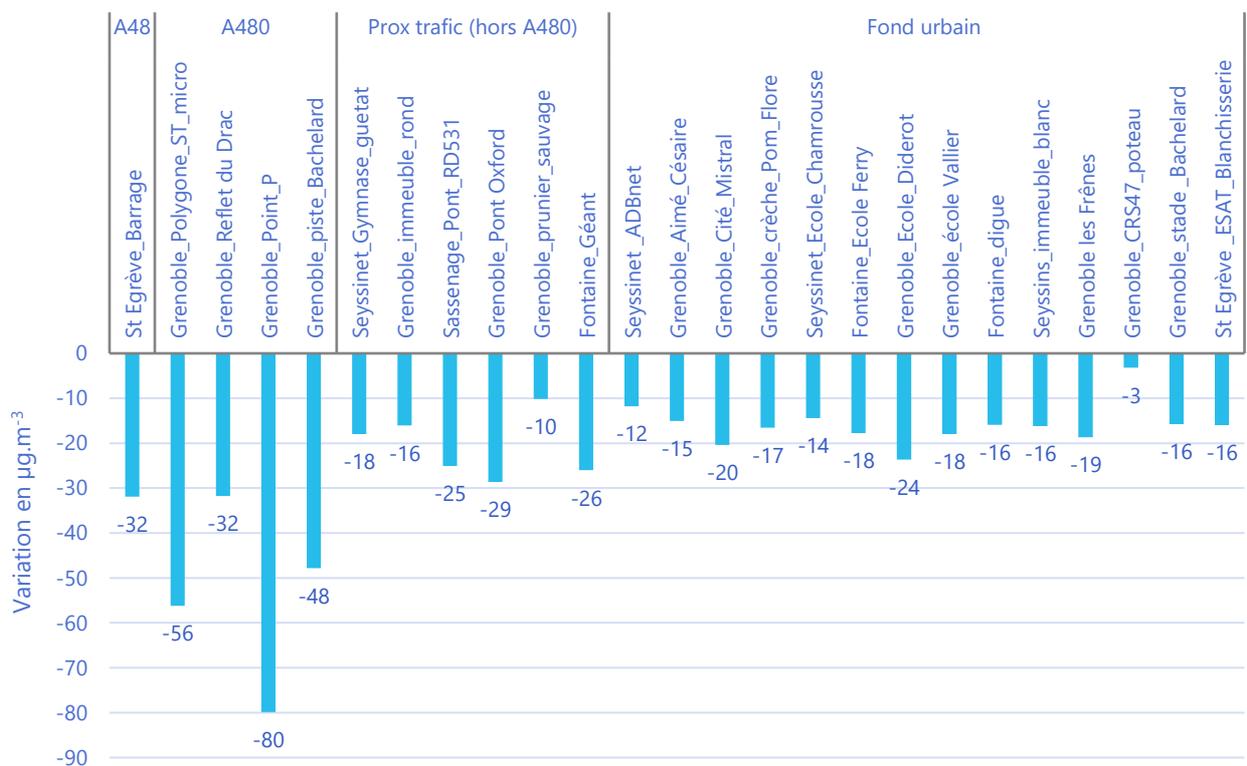
En comparaison de l'état initial, avec un parc roulant constant, c'est-à-dire en s'affranchissant des améliorations technologiques, les émissions sont inférieures de -4% à -15% pour les raisons évoquées ci-dessus.

4.2 Comparaison avec les mesures réalisées en 2015-2016

4.2.1 Evolution des niveaux de dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote (NO₂) est le polluant le plus documenté dans l'étude avec des mesures sur 25 sites.

Les figures suivantes comparent les mesures par tubes passifs effectuées sur les 25 sites de la zone d'étude en 2023, avec celles de l'état initial, afin d'évaluer l'évolution des niveaux de NO₂ (en µg.m⁻³) aux abords de l'A480 (cf. Figure 30). Lors de l'état initial en 2015, il n'y a pas eu de mesure à l'aide d'analyseur en continu.



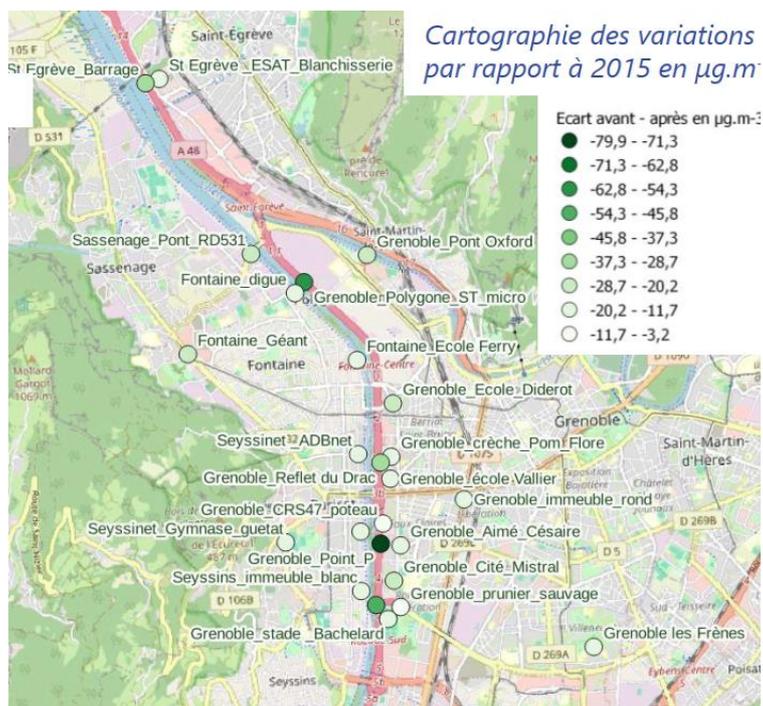


Figure 30 : Variations des concentrations de NO_2 entre 2015/16 et 2023 sur chaque site (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)



Figure 31 : Evolution des concentrations NO_2 (en %) sur les sites d'étude

Entre 2015 et 2023, les concentrations de NO_2 ont diminué sur l'ensemble des sites de la zone d'étude, la baisse en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ est particulièrement importante sur les sites en proximité de l'A48 et l'A480. Ainsi, **en 2023, les niveaux de NO_2 dans la zone d'étude sont nettement plus bas qu'en 2015, surtout en proximité de l'A480, avec une baisse de -50 à -70%.**

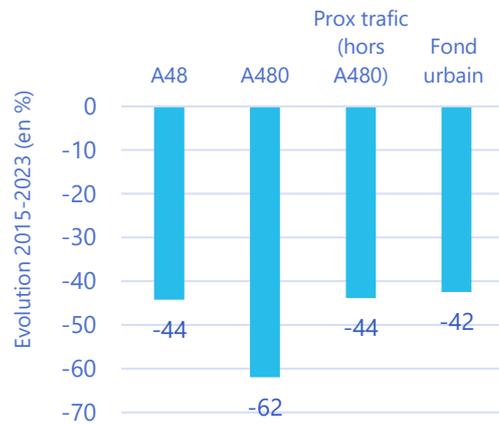


Figure 32 : Evolution des niveaux de NO₂ et au niveau de la zone d'étude entre 2015 et 2023

Il est essentiel d'analyser l'évolution des niveaux de pollution sur plusieurs années pour replacer cette évolution dans le contexte global de l'agglomération grenobloise. Le graphique ci-dessous illustre cette évolution des concentrations moyennes de NO₂ sur les stations fixes de Grenoble depuis 2015.

Note : Les mesures effectuées dans le cadre de la surveillance pérenne sont issues d'analyseurs homologués alors que les mesures de l'étude A480 sont issues de tubes à diffusion passive. Les mesures par tube passif peuvent surestimer les concentrations réelles, notamment lorsque les concentrations sont élevées. Cela avait été rapporté par EGIS dans l'étude initiale.

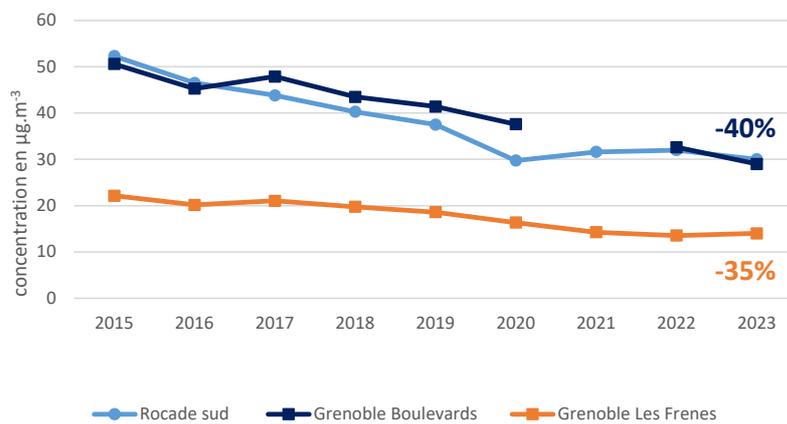


Figure 33: Evolution des niveaux de NO₂ au niveau de l'agglomération grenobloise entre 2015 et 2023

Les concentrations moyennes annuelles de NO₂ sur le territoire grenoblois ont connu une forte diminution depuis 2015 en proximité trafic (-40 %) et en fond urbain (-35%). Cette amélioration est principalement due au renouvellement du parc automobile, notamment grâce à l'amélioration des motorisations des véhicules diesel. Cette tendance est similaire au niveau de la région Auvergne Rhône-Alpes. En 2023, seule une station au niveau du périphérique de Lyon dépasse encore la limite réglementaire, avec une concentration de 44 µg.m⁻³.

La baisse des niveaux de NO₂ mesurée à proximité de l'A480 entre 2015 et 2023 (-60% en moyenne) s'inscrit donc dans un contexte d'amélioration générale des niveaux de NO₂ dans l'agglomération grenobloise, **elle est néanmoins un peu plus importante que celle observée en proximité trafic au niveau des stations de Grenoble**. Les évolutions ont été étudiées de manière détaillée sur les points en proximité de l'A48 et l'A480 (points 2, 4, 10, 15 et 21) en tenant compte des positions précises des points avant/après, de la construction éventuelle de protection acoustique (mur/écran) et de la cohérence avec la cartographie de la qualité de l'air 2022 (cf. annexe 7).

- Les points 2 et 4, au nord de la zone, sont situés aux mêmes emplacements que 2015, il n'y a pas de protection acoustique au point 2 et elle est située de l'autre côté de la voirie concernant le point 4.

- Les points 10,15 et 21 sur **la partie centrale de l'A480** entre Louise Michel et Vercors présentent **une baisse encore plus significative des niveaux de NO₂**, malgré un trafic plus dense dans ce secteur. Les points de mesure le long de cette section ont été légèrement éloignés par rapport à l'A480 pour des raisons d'accessibilité, notamment la présence de protections acoustiques. Néanmoins, les mesures ont été comparées à la cartographie des concentrations moyennes annuelles du modèle de 2022¹. Les résultats des mesures sont globalement cohérents avec le modèle, sauf pour le point 15 près de l'A480, où les niveaux mesurés sont inférieurs à ceux prévus par le modèle. Cette disparité pourrait être attribuable à la présence des aménagements (mur/écran) de l'A480.

En conclusion, après la mise en service de l'aménagement de l'A480 à 2*3 voies, les niveaux de NO₂ en proximité de l'axe ont observé une nette baisse par rapport à l'état initial de 2015. Cette baisse semble un peu plus importante que la tendance observée sur l'agglomération. Plusieurs facteurs concourent à cette baisse : l'amélioration des motorisations, l'amélioration de la fluidité du trafic et la diminution du trafic Poids Lourds, qui ont diminué les émissions de NO_x (comme vu au chapitre précédent). Les aménagements sur la partie centrale pourraient également avoir un impact sur les niveaux mesurés sur cette partie du tracé.

4.2.2 Evolution des niveaux de particules en suspension

La comparaison avec les mesures PM10 de l'état initial est délicate en raison du faible nombre de points de mesures effectuées (3 sites), de leur réalisation avec une méthode différente (préleveurs microvols) et sur des sites distincts.

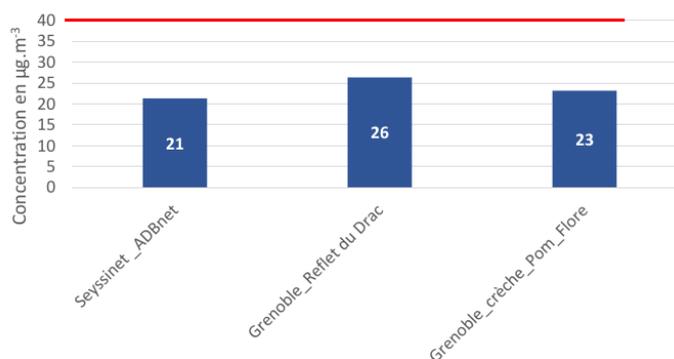


Figure 34 : Concentration moyenne PM10 état initial 2015-16

☞ **La moyenne PM10 mesurée en 2023 sur les sites d'étude (CRS47 et Bachelard) à proximité de l'A480 est d'environ 20 µg.m⁻³**, cette moyenne est cohérente avec la modélisation de 2022².

A titre indicatif (méthodes de mesures différentes), si on compare cette moyenne avec celle mesurée en 2015 du site Grenoble Reflet du Drac, également situé à proximité de l'A480, la moyenne annuelle PM10 diminue d'environ 23%.

La tendance d'évolution sur l'agglomération grenobloise est présentée dans la Figure 35.

¹ La Cartographie 2023 n'est pas disponible au moment de la rédaction de ce rapport

² Moyenne des 2 sites

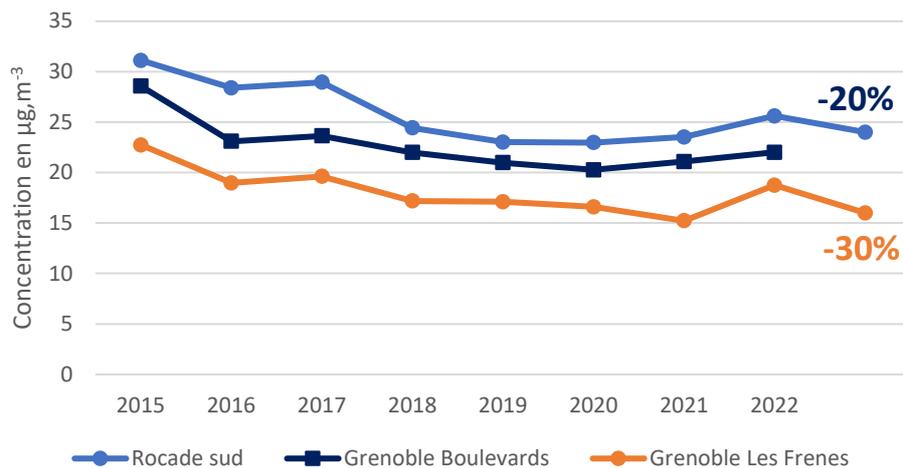


Figure 35 : Evolution des niveaux de PM10 au niveau de l'agglomération grenobloise entre 2015 et 2023

Les **concentrations moyennes annuelles de PM10 sur le territoire** ont connu **depuis 2015, une diminution d'environ 20% en proximité trafic et 30% en fond urbain**. La diminution des concentrations moyennes de PM10 sur les sites d'étude est comparable à celle observée sur les sites de proximité automobile sur la même période. Pour mémoire, le trafic a une contribution minoritaire dans les émissions de PM10, bien que les émissions de l'axe en lui-même aient fortement diminué (cf partie 4.1.3-bilan des émissions), l'impact sur les concentrations résultantes est modéré.

4.2.3 Evolution des niveaux de benzène

La comparaison entre les mesures de 2023 et celles de l'étude d'impact de 2015 n'a pas pu être réalisée en raison de l'invalidité des données de 2015.

*Après la mise en service de l'aménagement de l'A480 à 2*3 voies, les niveaux de NO₂ en proximité de l'axe ont nettement baissé par rapport à l'état initial de 2015. Depuis plusieurs années, on observe effectivement sur l'agglomération une tendance régulière à la baisse des niveaux de NO₂, due notamment au renouvellement du parc roulant et à l'amélioration des motorisations. Sur l'A480, la baisse semble un peu plus importante que la tendance observée, ce qui pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs : l'amélioration de la fluidité du trafic et la diminution du trafic Poids Lourds. Les aménagements sur la partie centrale pourraient également avoir un impact sur les niveaux mesurés sur cette partie du tracé.*

Pour les particules PM10, bien que la baisse calculée des émissions soit importante en pourcentage, l'évolution depuis l'état initial s'inscrit dans la tendance globale de l'amélioration grenobloise, en lien avec une contribution moindre du trafic aux émissions globales.

5. Conclusions

Après 3 ans et demi de travaux, l'A480 a été mise en service totalement sur 2* 3 voies le 14 décembre 2022. La présente étude avait pour objectif d'évaluer la qualité de l'air en bordure de l'axe suite à cet aménagement et d'étudier l'évolution depuis l'état initial ainsi que par rapport aux prévisions de l'étude d'impact.

- Les mesures réalisées en 2023 ont permis d'évaluer la qualité de l'air en proximité de l'A48 en entrée de Grenoble et sur l'axe A480 jusqu'à l'échangeur du Rondeau.
 - Le dioxyde d'azote est un polluant principalement émis par le trafic. Les niveaux augmentent logiquement en proximité de l'axe mais également pendant les heures de pointe notamment en période hivernale, quand la dispersion des polluants est moins bonne. Néanmoins, les valeurs réglementaires actuelles sont respectées, sauf en proximité immédiate de la voirie (<1m) comme on l'observe sur le nord du tracé. Sur la partie centrale, la construction de protections acoustiques limite l'accès à cette bande de proximité.
 - Les niveaux de particules PM10 et PM2,5 mesurés le long de l'axe sont homogènes et du même ordre de grandeur que sur les stations trafic du réseau grenoblois. Les valeurs réglementaires sont largement respectées.
 - Avec le projet d'abaissement des valeurs limites, la question de la qualité de l'air en bordure de l'axe reste sensible, notamment concernant le dioxyde d'azote.

- Les calculs d'émissions de polluant ont été effectués selon différents scénarios : état initial et état projeté de l'étude d'impact, ainsi que l'état actuel 2023 avec un parc roulant et des facteurs d'émissions constants, afin d'étudier les effets de l'aménagement. En conclusion, les émissions de polluants sont inférieures de 6 à 18% aux émissions prévues dans le scénario projeté de l'étude d'impact :
 - Une grande partie de la baisse des émissions est due à la réduction effective du trafic poids lourds, non prévue dans le scénario projeté, bien que le trafic des véhicules légers augmente.
 - La fluidification notable du trafic permet également une baisse des émissions en général.

En comparaison de l'état initial, avec un parc roulant constant, c'est-à-dire en s'affranchissant des améliorations technologiques, les émissions sont inférieures de 4 à 15% pour les raisons évoquées ci-dessus.

- Enfin, la comparaison avec les mesures réalisées en 2015 -2016 a montré qu'après la mise en service de l'aménagement de l'A480 à 2*3 voies, les niveaux de NO₂ en proximité de l'axe ont nettement baissé par rapport à l'état initial de 2015. Depuis plusieurs années, on observe effectivement sur l'agglomération une tendance régulière à la baisse des niveaux de NO₂, due notamment au renouvellement du parc roulant et à l'amélioration des motorisations. Sur l'A480, la baisse semble un peu plus importante que la tendance observée, ce qui pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs : l'amélioration de la fluidité du trafic et la diminution du trafic Poids Lourds. Les aménagements sur la partie centrale pourraient également avoir un impact sur les niveaux mesurés sur cette partie du tracé. Les aménagements sur la partie centrale pourraient également avoir un impact sur les niveaux mesurés sur cette partie du tracé. Pour les particules PM10, bien que la baisse calculée des émissions soit importante en pourcentage, l'évolution depuis l'état initial s'inscrit dans la tendance globale de l'amélioration grenobloise, en lien avec une contribution moindre du trafic aux émissions globales.

- En conclusion, les calculs d'émissions et les mesures réalisées ont montré une amélioration de la qualité de l'air et une situation satisfaisante par rapport aux valeurs réglementaires. Néanmoins, l'échangeur du Rondeau est toujours en cours de réaménagement. Il conviendra donc de rester vigilant vis-à-vis de l'évolution de la qualité de l'air, d'autant plus avec l'abaissement des valeurs limites réglementaires, en réalisant un bilan complet une fois l'ensemble du projet A480-Rondeau terminé.

Annexes

ANNEXE 1 - La réglementation en air ambiant

Valeurs limites et objectifs de qualité

Les directives européennes ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Le droit européen fixe des valeurs limites pour certains polluants. En cas de dépassement, les Etats membres sont tenus de mettre en place des actions afin de respecter les valeurs limites. Ces directives établissent des mesures visant à :

- Définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans son ensemble.
- Évaluer la qualité de l'air ambiant dans les États membres sur la base de méthodes et critères communs.
- Obtenir des informations sur la qualité de l'air ambiant afin de contribuer à lutter contre la pollution de l'air et les nuisances et de surveiller les tendances à long terme et les améliorations obtenues grâce aux mesures nationales et communautaires.
- Faire en sorte que ces informations sur la qualité de l'air ambiant soient mises à la disposition du public.
- Préserver la qualité de l'air ambiant, lorsqu'elle est bonne, et l'améliorer dans les autres cas.

L'année 2021 a été marquée par la publication de nouveaux seuils de recommandation de la part de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS). Ces nouveaux seuils sont très volontaristes et conduisent par exemple à une division par 4 du seuil annuel sur le dioxyde d'azote ou par 2 pour les PM_{2,5}.

Une révision des directives européennes portant sur les règles de surveillance, la gestion et l'évaluation de la qualité de l'air pour 13 polluants et les normes applicables est en cours. L'objectif est triple : il s'agit de réviser les normes européennes pour les rapprocher des valeurs guides de l'OMS. Il s'agit aussi d'améliorer le cadre législatif (modification des dispositions liées aux sanctions et pénalités, harmonisation de l'information du public) et de renforcer la surveillance, la modélisation et les plans relatifs à la qualité de l'air. Ce dernier point inclut la possibilité d'étendre la surveillance à d'autres polluants non encore couverts, comme l'ammoniac par exemple

Le dispositif de gestion des épisodes de pollution dans ses grandes lignes

Les épisodes de pollution sont gérés au niveau régional et découle de la réglementation nationale. La gestion des épisodes de pollution s'appuie sur un arrêté inter-préfectoral régional, qui a pour objectif de limiter l'exposition des populations lors des épisodes de pollution. Il vient en complément de mesures pérennes, telles que décrites dans les plans de protection de l'atmosphère, qui permettent de réduire de manière permanente et durable les taux de pollution.

Deux niveaux gradués de gestion :

- **INFORMATION ET RECOMMANDATIONS** : vise à protéger en priorité les personnes les plus sensibles à la pollution atmosphérique (patients souffrant d'une pathologie chronique, asthmatiques, insuffisants respiratoires ou cardiaques, personnes âgées, jeunes enfants...)

- **ALERTE** : vise à protéger toute la population ; à ce niveau, des actions contraignantes de réduction des rejets de polluants sont mises en œuvre par les Préfets, ciblant les différentes sources concernées (trafic routier, industries, secteurs agricole et domestique,...).

Quatre polluants représentatifs de la pollution subie par l'ensemble de la population sont concernés :

- dioxyde de soufre,
- dioxyde d'azote,
- ozone,
- particules de taille inférieure à 10 micromètres.

Pour caractériser un niveau d'alerte, il faut à la fois tenir compte du seuil franchi et de la persistance (ou non) du dépassement de ce seuil. Autrement dit, un dépassement d'un même seuil peut conduire à un renforcement du dispositif (passage à un niveau d'alerte supérieur), dès lors que le seuil est dépassé durant plusieurs jours consécutifs.

Par exemple, pour les particules PM10, le premier niveau d'alerte est atteint soit sur dépassement du seuil d'alerte (80 µg/m³ par jour), soit sur dépassement du seuil d'information (50 µg/m³) durant 2 jours consécutifs (avec dans les 2 cas une prévision de dépassement à venir pour la journée en cours et le lendemain).

Les seuils sont basés sur des valeurs horaires pour le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et le dioxyde de soufre (SO₂), sur des valeurs journalières pour les particules de taille inférieure à 10 micromètres (PM10).



En savoir plus : <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/indices-et-normes>

ANNEXE 2 - Les polluants dans l'air

Source d'émissions, effets sur la santé et valeurs réglementaires

Le dioxyde d'azote (NO₂)



NATURE ET SOURCES D'EMISSIONS

Le dioxyde d'azote (NO₂) est formé dans l'atmosphère à partir du monoxyde d'azote (NO) émis lors des phénomènes de combustion, principalement par combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air. Au niveau régional, le transport routier constitue la principale source d'émissions avec plus de la moitié des émissions, suivi par les installations de combustion. Au niveau de Grenoble Alpes Métropole, le transport routier représente 40% des émissions de NO_x en 2021 (inventaire 2023).



EFFETS SUR LA SANTE

À forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. On estime à 2000 le nombre de décès prématurés par an liés à l'exposition au dioxyde d'azote sur la région Auvergne-Rhône-Alpes. ¹



VALEURS REGLEMENTAIRES

Ces conséquences néfastes impliquent une surveillance des concentrations sur le plan réglementaire qui fixe :

- Une valeur limite : 40 µg.m⁻³ en moyenne annuelle ;
- Une valeur limite horaire : 200 µg.m⁻³ en valeur horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an ;

La valeur limite pourrait être nettement abaissée dans la future directive européenne de qualité de l'air, avec une moyenne annuelle à 20 µg.m⁻³.

Dans le cadre du dispositif de gestion des épisodes de pollution, les seuils suivants sont fixés pour le dioxyde d'azote :

- Un seuil d'information et de recommandations : 200 µg.m⁻³ en valeur horaire ;
- Un seuil d'alerte : 400 µg. m⁻³ en valeur horaire.



RECOMMANDATIONS OMS

Les valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé depuis 2021 sont :

- 10 µg.m⁻³ en moyenne annuelle ;
- 25 µg.m⁻³ en moyenne journalière.

1

Les particules (PM10 & PM2,5)



NATURE ET SOURCES D'ÉMISSIONS

Les particules en suspension, communément appelées « poussières », 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...) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, photo chauffage, chaufferie).

Comme pour le dioxyde d'azote, les particules fines montrent des concentrations plus fortes en hiver, en raison des conditions météorologiques moins dispersives et favorables à l'accumulation de la pollution. Les émissions hivernales de particules sont également largement impactées par la hausse des combustions liées aux chauffages et particulièrement les chauffages au bois peu performants. C'est particulièrement le cas des particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm. Le transport routier représente ainsi seulement 15% des émissions pour les deux catégories tandis que le résidentiel/tertiaire domine largement les émissions (64% pour les PM10 et 72% pour les PM2.5).



EFFETS SUR LA SANTE

Les particules peuvent pénétrer dans l'arbre pulmonaire, d'autant plus profondément que leur diamètre aérodynamique est faible. Elles peuvent par ailleurs véhiculer sur leurs surfaces d'autres polluants atmosphériques. On estime à 4300 le nombre de décès prématurés par an liés à l'exposition aux particules fines sur la région Auvergne-Rhône-Alpes¹.



VALEURS RÉGLEMENTAIRES

Pour les particules type PM10 :

- Valeur limite : 40 µg.m⁻³ en moyenne annuelle ;
- Objectif de qualité : 30 µg.m⁻³ en moyenne annuelle ;
- Valeur limite journalière : 50 µg.m⁻³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ;

Pour les particules type PM2,5 :

- Valeur limite : 25 µg.m⁻³ en moyenne annuelle ;
- Objectif de qualité : 10 µg.m⁻³ en moyenne annuelle.

Les valeurs limites pourraient être abaissées dans la future directive européenne de qualité de l'air, à 20 µg.m⁻³ en moyenne annuelle pour les PM10 et 10 µg.m⁻³ pour les PM2,5.

Dans le cadre du dispositif de gestion des épisodes de pollution, les seuils suivants sont fixés pour les particules PM10 uniquement :

- Seuil d'information et de recommandations : 50 µg.m⁻³ en moyenne journalière ;
- Seuil d'alerte : 80 µg.m⁻³ en moyenne journalière.

¹ Santé Publique France, 2021, Pollution de l'air en région Auvergne-Rhône-Alpes : première évaluation quantitative de l'impact sur la santé à l'échelle régionale, disponible sur <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-en-region-auvergne-rhone-alpes-premiere-evaluation-quantitative-de-l-impact-sur-la-sante-a-l-echelle-regionale#:~:text=Chaque%20ann%C3%A9e%2C%20en%20Auvergne%E2%80%91Rh%C3%B4ne.la%20pollution%20li%C3%A9e%20au%20trafic>.



RECOMMANDATIONS OMS

D'autre part, compte tenu des impacts sanitaires induits, l'OMS établit une valeur recommandée plus faible que la valeur limite annuelle applicable à l'heure actuelle, soit $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle. Un seuil journalier est également fixé à $45 \mu\text{g.m}^{-3}$ et ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 fois par an ¹.

L'OMS fixe aussi une valeur recommandée plus faible que la valeur limite annuelle applicable à l'heure actuelle pour les PM_{2,5} : $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle. À l'échelle journalière, le seuil est fixé à $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ et ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 fois par an.

Le benzène (C₆H₆)



Le benzène fait partie de la famille des Composés Organiques Volatils (COV), molécules organiques formées d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures). Les atomes d'hydrogène sont parfois remplacés par d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, les halogènes (brome, chlore, fluor, etc.), le phosphore ou l'oxygène (exemple des aldéhydes : R-CHO). Le méthane est exclu de cette grande famille de COV en raison de sa faible réactivité, de sa large présence naturelle dans l'air, de sa longue durée de vie dans l'atmosphère (12-15 ans) et de son impact sur le climat en tant que Gaz à effet de serre. Les COV regroupent ainsi un grand nombre de composés aux propriétés physico-chimiques et réactivités variées. Les aldéhydes, les cétones, les alcools et les acides carboxyliques sont regroupés sous l'appellation COV_O pour COV oxygénés.

Le benzène est l'un des composés les plus nocifs de la famille des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).



EFFETS SUR LA SANTE

L'inhalation du benzène peut induire des troubles neuropsychiques : une irritabilité, une diminution des capacités d'attention et de mémorisation, un syndrome dépressif ou encore des troubles du sommeil. Des troubles digestifs, tels que des nausées et vomissements peuvent être observés. De plus, le benzène est connu pour avoir des propriétés cancérigènes (leucémie).



VALEURS REGLEMENTAIRES

Seul le benzène possède une valeur réglementaire dans la Directive Européenne.

- **Valeur limite** : $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle pour le benzène
- **Objectif de qualité** : $2 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle pour le benzène

Le projet de Directive prévoit une baisse de la valeur limite annuelle pour le benzène à $3,4 \mu\text{g.m}^{-3}$.



RECOMMANDATIONS OMS

Les COV ne font pas partie des polluants principaux pour lesquels l'OMS a publié de nouvelles lignes directrices en 2021.

¹ [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

ANNEXE 3 : Description technique des moyens de mesure

→ Des remorques laboratoires avec analyseurs automatiques



Pour établir un bilan de la qualité de l'air et une évaluation réglementaire, il est indispensable de disposer de mesures en continu par analyseurs automatiques. Les analyseurs fournissent des **données ¼ horaires en direct**, déclinées dans la mesure du possible sur un pas de temps horaire.

Dans le cadre de cette étude, les mesures en continu par analyseurs automatiques concernent les polluants suivants :

- Les oxydes d'azote (NO_x : NO et NO₂)
- Les poussières en suspension de taille inférieure à 10 microns (PM₁₀)

→ Des microcapteurs pour les particules en suspension PM10 et PM2,5



Les micro-capteurs fournissent des **données ¼ horaires en direct**. Ils fonctionnent sur panneau solaire. Il s'agit d'une technologie récente. Ces dispositifs d'évaluation, non homologués pour l'évaluation réglementaire, présentent certaines limites en matière de reproductibilité et de précision. Ils permettent néanmoins de disposer de mesures dynamiques indicatives qui s'inscrivent toujours dans une démarche d'innovation.

→ Des tubes à diffusion passive pour le NO₂ et le benzène



Tubes NO₂



Les tubes passifs sont exposés pendant une durée **d'une semaine**. Ils sont ensuite analysés en différé en laboratoire et fournissent une **concentration moyenne** sur la période d'exposition. Cette technologie est utilisée de longue date pour pouvoir multiplier les points de mesure à un coût bien moindre que les analyseurs automatiques.



Tubes BTX



ANNEXE 4 : Liste des sites de mesures

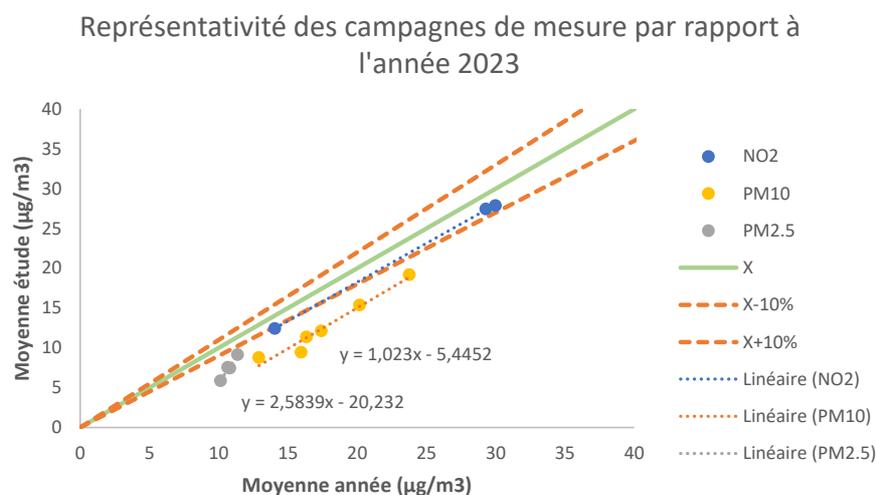
Numero site	Nom des sites 2023
1	St Egrève ESAT Blanchisserie
2	St Egrève Barrage
3	Sassenage Pont RD531
4	Grenoble Polygone ST micro
5	Fontaine digue
6	Fontaine Ecole Ferry
7	Grenoble Ecole Diderot
9	Seyssinet ADBnet
10	Grenoble Reflet du Drac
11	Grenoble crèche Pom Flore
12	Grenoble école Vallier
14	Seyssinet Ecole Chamrousse
15	Grenoble Point P
16	Grenoble Aimé Césaire
17	Grenoble Cité Mistral
18	Grenoble prunier sauvage
19	Seyssins immeuble blanc
20	Grenoble CRS47 poteau
21	Grenoble piste Bachelard
22	Grenoble stade Bachelard
24	Grenoble les Frênes
shunt A	Fontaine Géant
shunt B	Grenoble Pont Oxford
shunt C	Seyssinet Gymnase guetat
shunt D	Grenoble immeuble rond

ANNEXE 5 : Représentativité des mesures

Les campagnes de mesure des remorques mobiles ont été réalisées sur 2 périodes d'environ 1 mois durant l'année 2023. Ces mesures, effectuées à des moments différents de l'année, visent à garantir la représentativité de la moyenne à l'échelle annuelle.

Pour valider la représentativité de ces périodes, une comparaison est effectuée entre les moyennes mesurées aux stations fixes du territoire (Rocade Sud Eybens, Grenoble Boulevards et Grenoble les Frênes...) sur les 2 périodes des campagnes et les moyennes annuelles de 2023. Cette comparaison confirme ou non la représentativité des 2 campagnes de mesure et si les moyennes des concentrations des mesures peuvent être comparées aux mesures réglementaires.

Le graphique suivant illustre la comparaison des moyennes de NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} pour les stations fixes durant les périodes de mesures (8 semaines) avec la moyenne annuelle calculée sur les 365 jours de mesures de la station fixe.



Comparaison des moyennes de NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} sur les 2 périodes de mesure et des moyennes annuelles pour les stations fixes en 2023

Les mesures moyennes sur 8 semaines pour les particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) ont été ajustées pour mieux correspondre à la moyenne annuelle réelle, car elles présentaient des valeurs sous-estimées par rapport à celle-ci.

PM₁₀ corrigées : $Y = (moyenne\ étude + 5,4452) / 1,023$

PM10	Période de mesures	CALCUL moyenne estimée
CRS47	16	20
Bachelard	13	18

PM_{2.5} corrigées : $y = (moyenne\ étude + 20,232) / 2,5839$

PM 2.5	Période de mesures	CALCUL moyenne estimée
CRS47	11	12
Bachelard	6	10

Corrections des mesures PM₁₀ et PM_{2.5}

ANNEXE 6 : Les unités statistiques employées

Définitions

La surveillance de la qualité de l'air vise à mesurer la concentration des polluants gazeux ou particulaires dans l'air ambiant. Cette concentration s'exprime en unité de masse par unité de volume d'air prélevé ramenée aux conditions normales de température (20°C) et de pression (1 atm). Les unités les plus couramment utilisées sont le **microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)**, soit le millionième de gramme par mètre cube.

L'analyse des résultats fait appel à différents paramètres statistiques dépendant des choix faits dans les textes réglementaires et permettant d'appréhender les effets de pointe ou les effets chroniques.

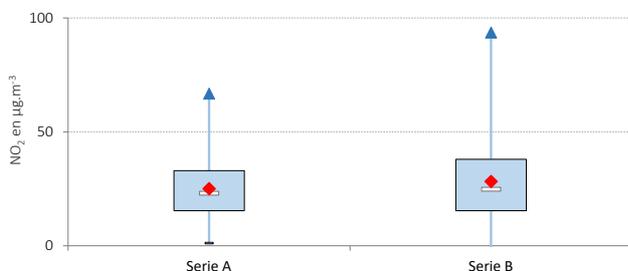
- **Moyenne horaire** = moyenne arithmétique des valeurs quart-horaires mesurées par l'analyseur (Une moyenne horaire est valide si au moins 3 valeurs quart-horaires qui la composent le sont).
- **Moyenne journalière** = moyenne arithmétique des valeurs horaires de 0 à 23 heures (Une moyenne journalière est valide si au moins 18 valeurs horaires le sont).
- **Ecart-type** = Ecart-type de la moyenne horaire ou journalière

L'écart-type permet de connaître la façon dont les valeurs fluctuent autour de la moyenne (alternance de pointes de pollution et de valeurs faibles).

- **Percentile 98** = valeur dépassée par seulement 2% des données de la série statistique. Le percentile 98, comme la valeur maximale, est un indice du taux de pointe de pollution.
- **Percentiles 25 (P25), 50 (P50), 75 (P75)** (ou Quartiles) = valeur dépassée par exactement 25% (premier quartile), 50% (deuxième quartile ou Médiane), 75% (troisième ou dernier quartile) des données de la série statistique.

La médiane est souvent utilisée dans la détermination des valeurs guides ou des valeurs limites. Le premier et dernier quartile peuvent être utilisés comme repères statistiques (voir ci-après).

Représentation statistique des séries de données horaires



La représentation des résultats statistiques utilisée dans cette étude affiche pour chaque série de données :

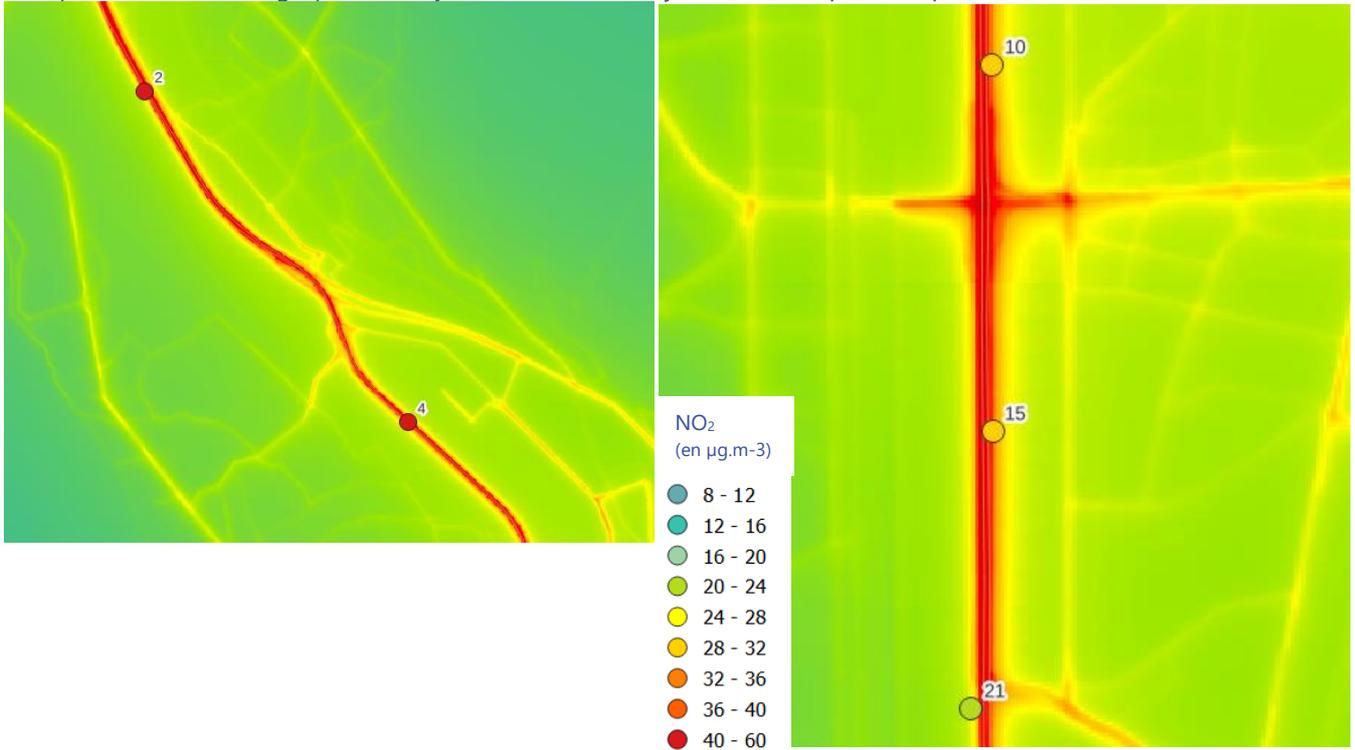
- ✓ Le 1^{er} quartile (P25) et le 3^{ème} quartile (P75) : bords inférieurs et supérieurs de la boîte rectangulaire verte

La hauteur de cette boîte (l'écart interquartile) est un bon indicateur de la dispersion des résultats puisqu'elle contient 50% des données.

- ✓ La médiane (P50) : long trait horizontal situé dans la boîte
- ✓ La moyenne représentée par un signe \diamond
- ✓ La Flèche : la valeur maximale

ANNEXE 7 : Analyse détaillée

Comparaison à la cartographie « Moyenne 2022 le dioxyde d'azote » pour les points 2, 4, 10, 15 et 21



Position des points 2, 4, 10, 15 et 21 par rapport aux protections acoustiques

