

Suivi de la qualité de l'air à proximité de l'échangeur du Rondeau en phase chantier

Année 2023



Diffusion : Août 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'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (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'État 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 **Suivi de la qualité de l'air à proximité de l'échangeur du Rondeau en phase chantier – Année 2023**

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

La DREAL Auvergne-Rhône-Alpes a noué un partenariat avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, observatoire régional de la qualité de l'air, pour les années 2021/2023 afin de suivre les enjeux de qualité de l'air en phase chantiers sur les aménagements de l'échangeur du Rondeau et de la rocade Sud (N87).

L'exploitation des données a également nécessité l'utilisation des outils et des mesures générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Résumé

Dans le cadre du projet d'aménagement de l'échangeur du Rondeau et de la Rocade Sud (N87), la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes s'est engagée à suivre les enjeux de qualité de l'air en phase chantier. Le chantier s'étend sur 300 mètres linéaires et consiste notamment à abaisser le niveau de la RN87 de 6 mètres en dessous de son niveau actuel pour la recouvrir d'un aménagement urbain paysager, sans interrompre la circulation entre l'A480 et la RN87.

Un partenariat a été noué avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, observatoire régional de la qualité de l'air, qui a mis en œuvre une étude de la qualité de l'air autour du chantier d'aménagement de l'échangeur du Rondeau. Cette étude vise à suivre les impacts du chantier en termes d'exposition aux particules fines (PM10 et PM2,5) liées aux différentes phases de travaux et au dioxyde d'azote (NO₂), lié aux reports de trafic. Un dispositif de surveillance constitué de quatre sites équipés de micro-capteurs (PM10) et de cinq sites munis de tubes passifs (NO₂) a ainsi été déployé dans la zone « chantier » et à proximité le long des itinéraires de déviation en 2022 et 2023.

Basé sur le retour d'expérience du suivi des travaux de l'A480 depuis 2020, un système d'information par mail des opérateurs du chantier a été mis en place dès lors que les concentrations en air ambiant en PM10 dépassent la valeur de 70 µg.m⁻³ sur 1 heure. Il ne s'agit pas d'un seuil sanitaire ou réglementaire, mais simplement d'une valeur de gestion, pour avertir que les niveaux deviennent élevés. Les deux années de suivi n'ont pas montré d'impact significatif des travaux de l'échangeur du Rondeau sur la qualité de l'air. En 2023, le nombre de pics ayant été détectés et ayant pu être mis en relation avec des travaux est faible et inférieur à l'année 2022. L'impact reste ainsi très ponctuel et localisé.

Les mesures de dioxyde d'azote réalisées sur quelques axes concernés par les itinéraires de déviation autour de l'aménagement de l'échangeur du Rondeau ont montré que les moyennes annuelles respectent la valeur réglementaire en vigueur, néanmoins les valeurs sont toutes supérieures à la valeur inscrite dans le projet de future Directive européenne, et a fortiori la valeur guide de l'OMS. Ceci n'est pas spécifique au secteur du Rondeau mais concerne la majorité des bordures de voiries de Grenoble.

Les mesures ont montré également que le point situé sur l'avenue Grugliasco à Echirolles n'a pas suivi la tendance de la qualité de l'air globale sur l'agglomération grenobloise en 2023, par rapport à 2022. La comparaison avec le modèle de qualité de l'air montre également des niveaux mesurés supérieurs à ceux modélisés. En effet, les comptages montrent un trafic supérieur à celui du modèle, cet écart semble antérieur à mi-2021. Bien que l'évolution de trafic depuis les premiers comptages mi-2021 ne soit pas très forte, l'avenue Grugliasco au sud de l'échangeur semble impactée par un trafic supérieur à celui attendu, qui pourrait être en lien avec les travaux dans le secteur.

Sur les axes au nord, après une hausse au début des travaux et la mise en place des déviations, en 2023, les niveaux de dioxyde d'azote semblent plus proches de leurs niveaux attendus.

Le chantier se poursuit en 2024, le dispositif initial de suivi des particules a été reconduit jusqu'au 1er trimestre 2025. Des bulletins trimestriels seront mis à disposition sur le site d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Sommaire

1. Contexte et méthodologie	6
1.1 Les polluants mesurés	7
1.2 Moyens et sites de mesure	8
1.3 Couverture temporelle de l'étude	9
2. Suivi des impacts directs du chantier sur la qualité de l'air	10
2.1 Liste des principaux travaux en 2023	10
2.2 Suivi des concentrations de PM10 et PM2,5	11
3. Suivi des impacts indirects du chantier	13
3.1 Principales déviations en 2023	13
3.2 Résultats	15
3.2.1 Moyenne annuelle	15
3.2.2 Zoom sur l'évolution temporelle	16
3.2.3 Le report de trafic a-t-il un impact sur les concentrations de NO ₂ ?	17
4. Conclusions et perspectives	20

Annexes

Annexe 1 : Liste des sites et mesures utilisés pour l'étude	21
Annexe 2 : Liste des stations fixe de référence utilisées pour l'étude	24
Annexe 3 : Représentativité des périodes de mesure des tubes passifs	25
Annexe 4 : Les polluants dans l'air	26

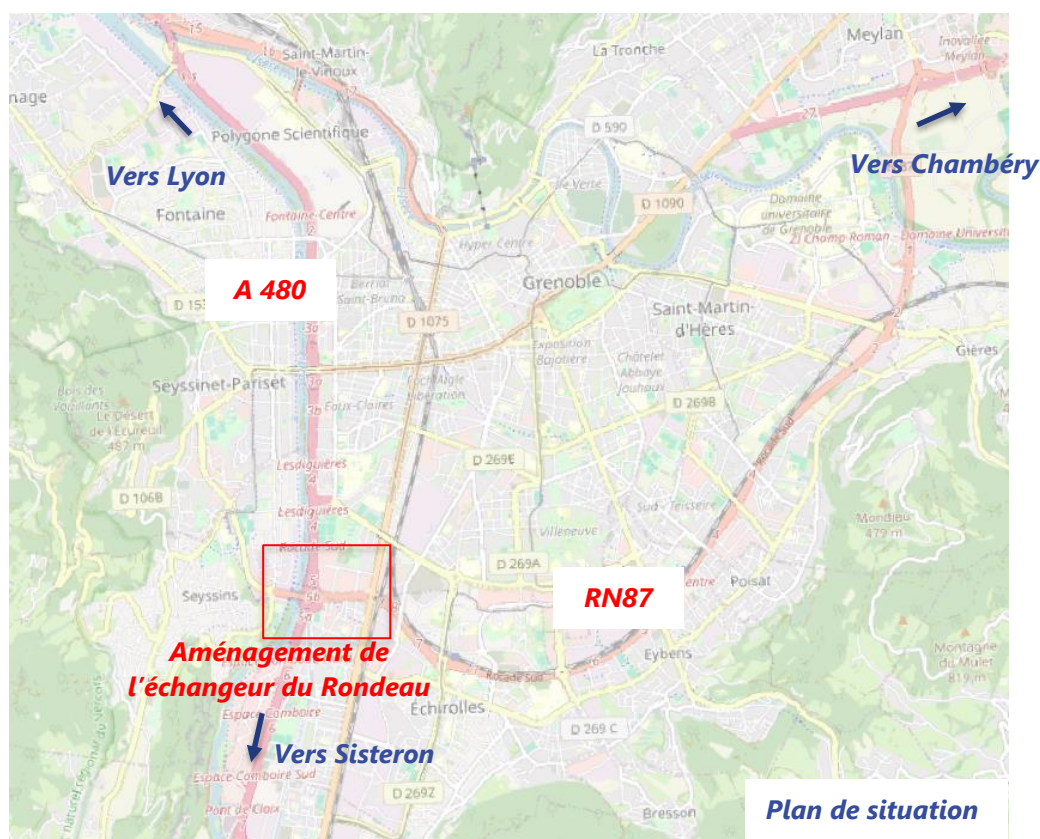
Illustrations

Figure 1 Vue aérienne et plan de situation du chantier Rondeau	6
Figure 2 Implantation des sites de mesures	9
Figure 3 Evolution des concentrations de PM10 du 3 au 5 janvier 2023	12
Figure 4 Evolution des concentrations de PM10 du 1 ^{er} au 3 mai 2023	12
Figure 5 Itinéraires de déviation liées aux fermetures des bretelles Est - Situations S1 et S2	13
Figure 6 Itinéraires de déviation liées aux fermetures des bretelles Ouest - Situations S3 et S4	14
Figure 7 Emplacements des sites de mesure le long des axes de déviation	15
Figure 8 Moyennes annuelles aux points de mesure en 2022 (à gauche) et 2023 (à droite)	15
Figure 9 Moyennes annuelles de NO ₂ sur les différents points de suivi – Années 2022 et 2023	16
Figure 10 Evolution des concentrations de dioxyde d'azote pendant les campagnes de 2023	16
Figure 11 Evolution des concentrations depuis l'automne 2021	17
Figure 12 Concentrations annuelles de NO ₂ modélisées et mesurées en 2022 (à gauche) et en 2023 (à droite) dans le secteur du Rondeau	18
Figure 13 Comparaison des concentrations mesurées et modélisées sur les sites de mesures en 2022 et 2023	19
Figure 14 Histogramme des écarts mesures modèle	19

1. Contexte et méthodologie

Dans le cadre du projet d'aménagement de l'échangeur du Rondeau et de la Rocade Sud (N87), la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes s'est engagée à suivre les enjeux de qualité de l'air en phase chantier.

Le chantier, d'une durée prévisionnelle de 3 ans, s'étend sur 300 mètres linéaires et **consiste notamment à abaisser le niveau de la RN87 de 6 mètres en dessous de son niveau actuel pour la recouvrir d'un aménagement urbain paysager, sans interrompre la circulation entre l'A480 et la RN87.**



La DREAL Auvergne-Rhône-Alpes a noué un partenariat avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, observatoire régional de la qualité de l'air, qui a mis en œuvre une étude de la qualité de l'air autour du chantier d'aménagement de l'échangeur du Rondeau.

Cette étude vise à suivre les impacts du chantier en termes d'exposition aux particules fines (PM10 et PM2,5) liées aux différentes phases de travaux et au dioxyde d'azote (NO₂), lié aux reports de trafic. Un dispositif de surveillance constitué de micro-capteurs et d'échantillonneurs passifs a ainsi été déployé dans la zone « chantier » et à proximité, en 2022 et 2023. Un premier bilan intermédiaire synthétique des résultats 2022 a été publié¹. Ce document présente les résultats de mesures de l'année 2023.

1.1 Les polluants mesurés

Trois polluants ont été suivis :

- **les particules fines de diamètre inférieur à 10µm et 2,5µm** (PM10 et PM2,5)
- **le dioxyde d'azote** (NO₂)

A l'échelle de Grenoble Alpes Métropole, **les particules en suspension**, communément appelées « poussières », proviennent en majorité (65%) du secteur résidentiel (combustion à des fins énergétiques).

Le transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...) et les activités industrielles contribuent également à hauteur respectivement de 12% et 14%. Les grands chantiers de Travaux Publics, comme celui de l'aménagement de l'échangeur du Rondeau, impliquent l'utilisation d'engins et de process qui peuvent générer des émissions de particules en suspension, notamment :

- **les terrassements et process d'extraction**, ainsi que l'environnement avec des pistes de chantier ;
- **les rabotages** : le rabotage de chaussée est une opération d'abrasion. Les engins de rabotage sont en général pourvus de dispositifs d'abattement à la source (arrosage) ;
- **les activités mécaniques sur béton ou pierre (grenailage, coupes, abrasion...)** : les chantiers d'aménagement s'accompagnent fréquemment de ce genre d'opération (clippage de pavés, coupes de bordures, grenailage de bétons, ...) ;
- **les transports induits**.

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) et le secteur industriel 30%.

Les polluants atmosphériques ont des impacts sur la santé. 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. Et, 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. Ces conséquences néfastes impliquent une surveillance des concentrations sur le plan réglementaire. D'autre part, compte tenu des impacts sanitaires induits par ces polluants atmosphériques, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) établit des valeurs guides (OMS 2021²). Ces valeurs sont données dans le tableau ci-dessous.

¹ Atmo Aura (2024) Suivi de la qualité de l'air à proximité de l'échangeur du Rondeau en phase chantier – Synthèse – Suivi 2022

² Valeurs guides OMS 2021 :

<https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

Polluants	Paramètre	Seuil réglementaire	Valeur guide OMS 2021
NO₂	Concentration annuelle moyenne	40 µg/m ³	10 µg/m ³
	Concentration horaire moyenne	200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	
PM10	Concentration moyenne annuelle	40 µg/m ³	15 µg/m ³
	Concentration moyenne journalière	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	
PM2,5	Concentration moyenne annuelle	25 µg/m ³	5 µg/m ³

Tableau 1: Valeurs réglementaires et valeurs guides OMS pour le NO₂ et les particules fines (PM10 et PM2,5).

Une nouvelle directive européenne prévoit d'abaisser les valeurs limites pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5³. Valeurs limites en projet :

- 20 µg.m⁻³ en moyenne annuelle pour le NO₂
- 20 µg.m⁻³ en moyenne annuelle pour les PM10
- 15 µg.m⁻³ en moyenne annuelle pour les PM2,5

1.2 Moyens et sites de mesure

Selon le polluant étudié, différentes techniques de mesure ont été mises en œuvre :

- **Des microcapteurs pour les particules en suspension PM10 et PM2,5 pour suivre les impacts directs du chantier**

Les micro-capteurs fournissent des **données ¼ horaires en direct**. Ils fonctionnent sur panneau solaire. Il s'agit d'une technologie relativement 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 pour évaluer les impacts indirects du chantier, liés aux déviations**

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.

Les sites de mesures ont été répartis sur le secteur d'étude en fonction de leurs objectifs et diffèrent donc selon le polluant. La figure suivante montre leur implantation.

³ ATMO Auvergne Rhône-Alpes – impacts de la future Directive européenne
<https://storymaps.arcgis.com/stories/de1934a59d074103af77509226df6562>

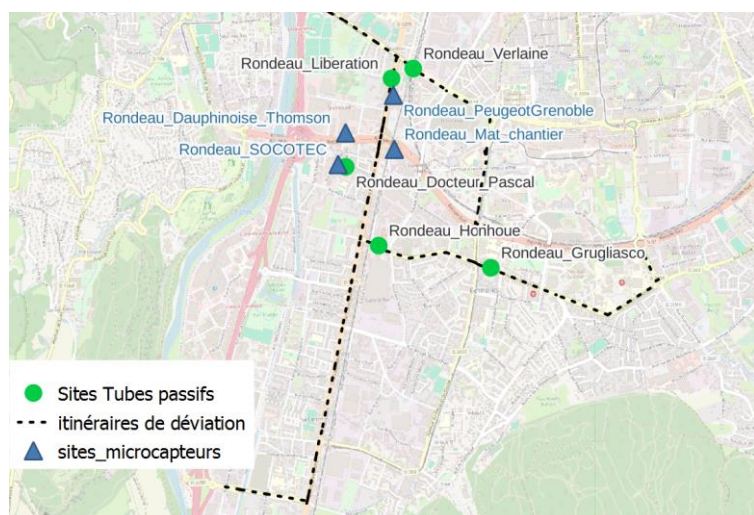


Figure 2 Implantation des sites de mesures

Les sites « microcapteurs » PM

- 2 sites qui sont à proximité directe du chantier, « **Mât Chantier** » et « **Dauphinoise Thomson** »
- 1 site qui est à proximité d'une école proche du chantier « **Socotec** »
- 1 site de fond proche du chantier « **Peugeot Grenoble** »
-

Les sites « tubes passifs » NO₂

5 sites de mesures en bordure d'axes routiers qui sont concernés par les déviations mises en place durant le chantier mais également pour certains sites, à proximité de zones de comptages du trafic réalisés par la DREAL.

1.3 Couverture temporelle de l'étude

Les microcapteurs ont effectué des mesures en continu afin de détecter des éventuels impacts du chantier sur les concentrations de particules en suspension. Basé sur le retour d'expérience du suivi des travaux de l'A480 depuis 2020, un système d'information par mail des opérateurs du chantier a été mis en place dès lors que les concentrations en air ambiant en PM10 dépassent la valeur de $70 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1 heure. Il ne s'agit pas d'un seuil sanitaire ou réglementaire, mais simplement d'une valeur de gestion, pour avertir que les niveaux deviennent élevés. Pour les particules PM2.5, le seuil a été fixé $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1h. Un bulletin de surveillance de la qualité de l'air a été réalisé chaque trimestre.

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. Pour les mesures par tubes passifs, 4 campagnes de 2 semaines ont eu lieu en 2023 :

- du 17 au 31 janvier
- du 20 avril au 2 mai
- du 26 juin au 10 juillet
- du 9 au 23 novembre

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. Des comparaisons sont effectuées avec les mesures réalisées sur les stations fixes de surveillance afin d'évaluer la représentativité.

2. Suivi des impacts directs du chantier sur la qualité de l'air

Les travaux de chantier peuvent, en fonction de leur nature, émettre plus ou moins de poussières dans l'atmosphère. Un système d'information par mail des opérateurs du chantier a été mis en place à partir du 22 février 2022, dès lors que les concentrations horaires en air ambiant en PM10 dépassent $70 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1h. Pour rappel, ce seuil n'est pas un seuil sanitaire mais simplement un seuil de gestion. Un bulletin de surveillance de la qualité de l'air a été réalisé chaque trimestre. L'intégralité des bulletins trimestriels est disponible sur www.atmo-auvergne-rhonealpes.fr ⁴

En 2022, les principaux travaux du chantier avaient été la réalisation des travaux de parois moulées et la réalisation de travaux d'assainissement. Le dispositif de suivi par microcapteur, déployé fin février, avait pu mettre en évidence une bonne cohérence des appareils entre eux tout en long de l'année, ainsi que :

- **Des pics ponctuels** sur le site « Mât chantier ». Un lien a pu être fait avec les activités de chantier grâce au formulaire,
- **Des pics liés à des périodes d'humidité élevée** qui interfère avec la mesure.
- Des pics sur le site Dauphinoise Thomson. Après investigation, il avait pu être mis en évidence que ce site subissait un impact très localisé, indépendant du chantier.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2022, l'impact était resté ponctuel et localisé.

La synthèse du suivi 2022 est disponible sur : www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr

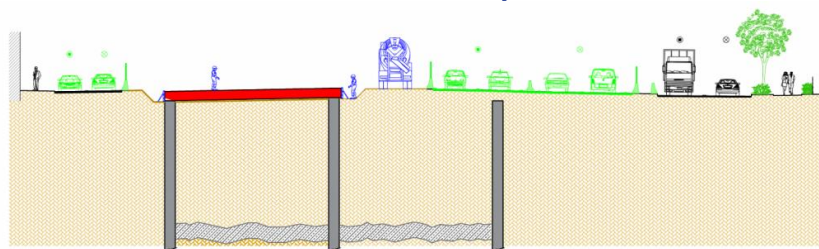
2.1 Liste des principaux travaux en 2023

En 2023, les principaux travaux réalisés portent sur la réalisation de la dalle supérieure de la tranchée couverte, ainsi que des travaux sur les collectrices (enrobés notamment). Les paragraphes ci-dessous sont extraits du site d'information www.a480rondeau.fr pour illustrer les travaux 2023.

→ Premier et second trimestre 2023

Réalisation de la dalle de couverture sud de la tranchée couverte.

Travaux de dévoiement du réseau GRDF sur la rue du Tremblay



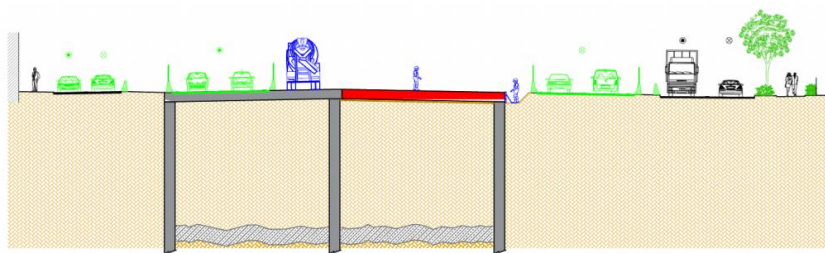
→ Second et troisième trimestre 2023

Réalisation de la dalle de couverture nord de la tranchée couverte

Poursuite des travaux du bassin de rétention au sud-ouest du projet

Travaux de dévoiement des réseaux de Grenoble Alpes Métropole sur la rue du Tremblay

⁴ <https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/publications/bulletins-trimestriels-de-surveillance-de-la-qualite-de-lair-proximite-du-chantier-de>



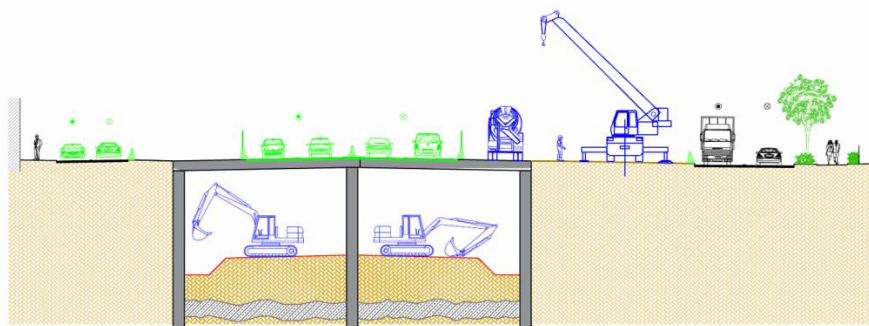
Réouverture de la bretelle d'insertion sur la RN87 en direction de Chambéry à partir du cours de la Libération, courant mai 2023. L'itinéraire de déviation passant par les avenues Jean Jaurès, Honhoué et Grugliasco sera ainsi levé. À noter également la mise en service de la collectrice de trafic sud, située côté Échirolles au 3ème trimestre.

Quatrième trimestre 2023

Début des travaux de terrassement en taupe (prévu mais non débuté)

Réalisation des issues de secours de la tranchée couverte.

Démarrage des travaux de la passerelle modes doux avec la réalisation d'un remblai.



2.2 Suivi des concentrations de PM10 et PM2,5

Cette partie présente les résultats obtenus par les 4 micro-capteurs au cours de l'année 2023. Ces données indicatives permettent une comparaison relative des concentrations en plusieurs points sur l'ensemble de l'année. Un changement de comportement de certains capteurs par rapport aux autres peut indiquer d'éventuelles émissions locales pouvant être attribuées au chantier.

Les données ont fait l'objet d'un bulletin trimestriel au fil de l'eau, disponible sur www.atmo-auvergnerhonealpes.fr.

Sur l'ensemble de l'année 2023, les microcapteurs ont enregistré des concentrations similaires, l'évolution temporelle des capteurs est bien corrélée.

Le suivi par microcapteur permet surtout de détecter des concentrations atypiques d'un site en comparaison des autres. Quand la concentration de PM10 est supérieure au seuil de gestion défini, un avertissement est envoyé aux opérateurs du chantier. Sur l'année 2023, **21 réponses** de formulaire ont été collectées sur 11 journées sujettes à au moins un dépassement. Le système étant sensible à l'humidité, certains pics ont été invalidés après le déclenchement de l'alerte. Parmi les autres déclenchements, 2 alertes ont été déclenchées lors d'un épisode de pollution sur l'agglomération grenobloise les 3 mars et 17 septembre.

Seulement **2 pics ont été identifiés en 2023 pouvant avoir un lien possible avec le chantier** :

- **le 4 janvier** sur le site « **Dauphinoise Thomson** », des travaux de terrassement et de rabotage sur la Tranchée Couverte Sud ont été rapportés par le gestionnaire de chantier
- **le 2 mai** sur le site « **Mât Chantier** », des travaux de rabotage ont également été rapportés.

Les figures suivantes illustrent l'évolution des concentrations sur ces 2 journées avec un pic de poussières. Le 4 janvier, le dépassement du seuil de gestion a été très ponctuel (sur 1 h). Les niveaux sur le site Dauphinoise-Thomson sont rapidement redescendus aux mêmes niveaux que les autres sites.

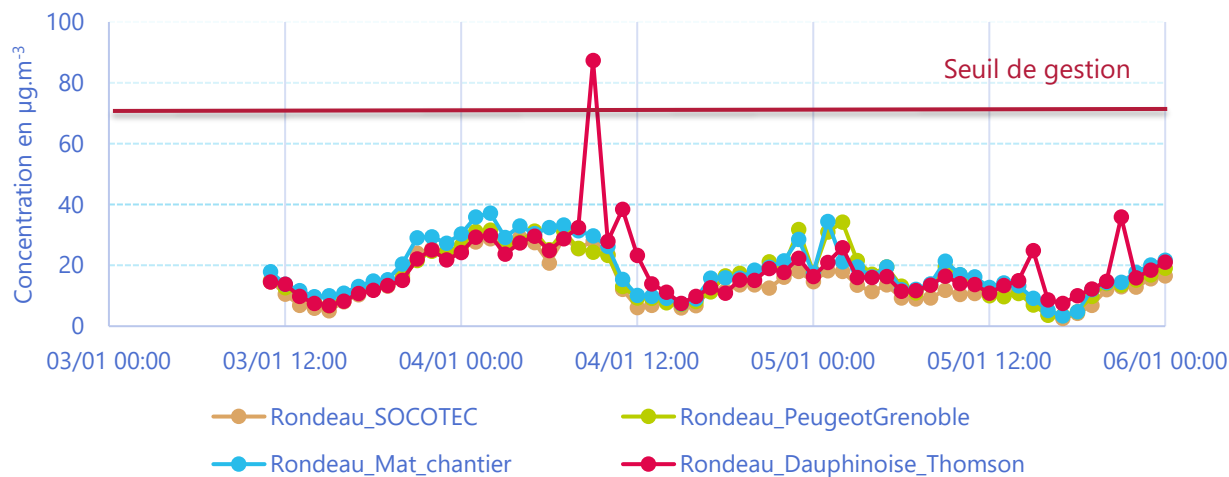


Figure 3 Evolution des concentrations de PM10 du 3 au 5 janvier 2023

Le 2 mai, le dépassement du seuil de gestion a été également ponctuel (sur 1h). Les niveaux sur le site Mât Chantier sont néanmoins restés plus élevés que les sites environnants toute la matinée.

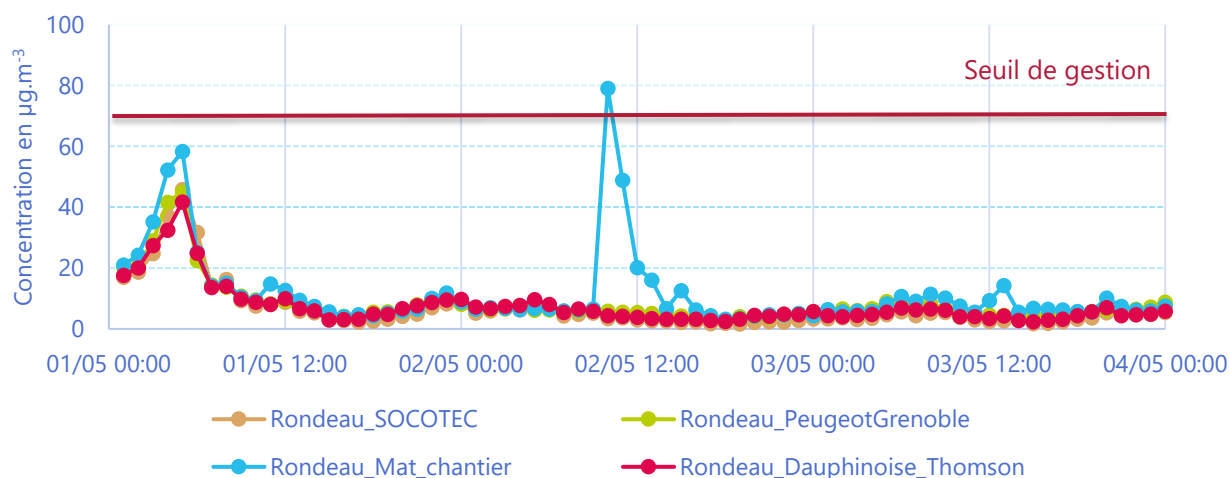


Figure 4 Evolution des concentrations de PM10 du 1^{er} au 3 mai 2023

Les mesures réalisées en 2023 montrent une bonne cohérence des 4 microcapteurs entre eux tout au long de l'année. Très ponctuellement, un impact a pu être détecté sur les capteurs les plus en proximité du chantier : Mât chantier, Dauphinoise Thomson.

Les différentes analyses menées ne permettent pas de détecter un impact significatif des travaux de l'échangeur du Rondeau sur la qualité de l'air.

En 2023, le nombre de pics ayant été détectés et ayant pu être mis en relation avec des travaux est faible (2) et inférieur à l'année 2022.

3. Suivi des impacts indirects du chantier

3.1 Principales déviations en 2023

Le chantier d'aménagement du Rondeau a un impact important sur la circulation dans ce secteur. Plusieurs itinéraires de déviation ont été mis en place et utilisés selon les périodes en lien avec les fermetures des bretelles. Quatre situations sont identifiées en fonction des fermetures : S1-S2 liées aux fermetures des bretelles Est et S3-S4 liées aux fermetures des bretelles Ouest (cf. Figure 5 et Figure 6).

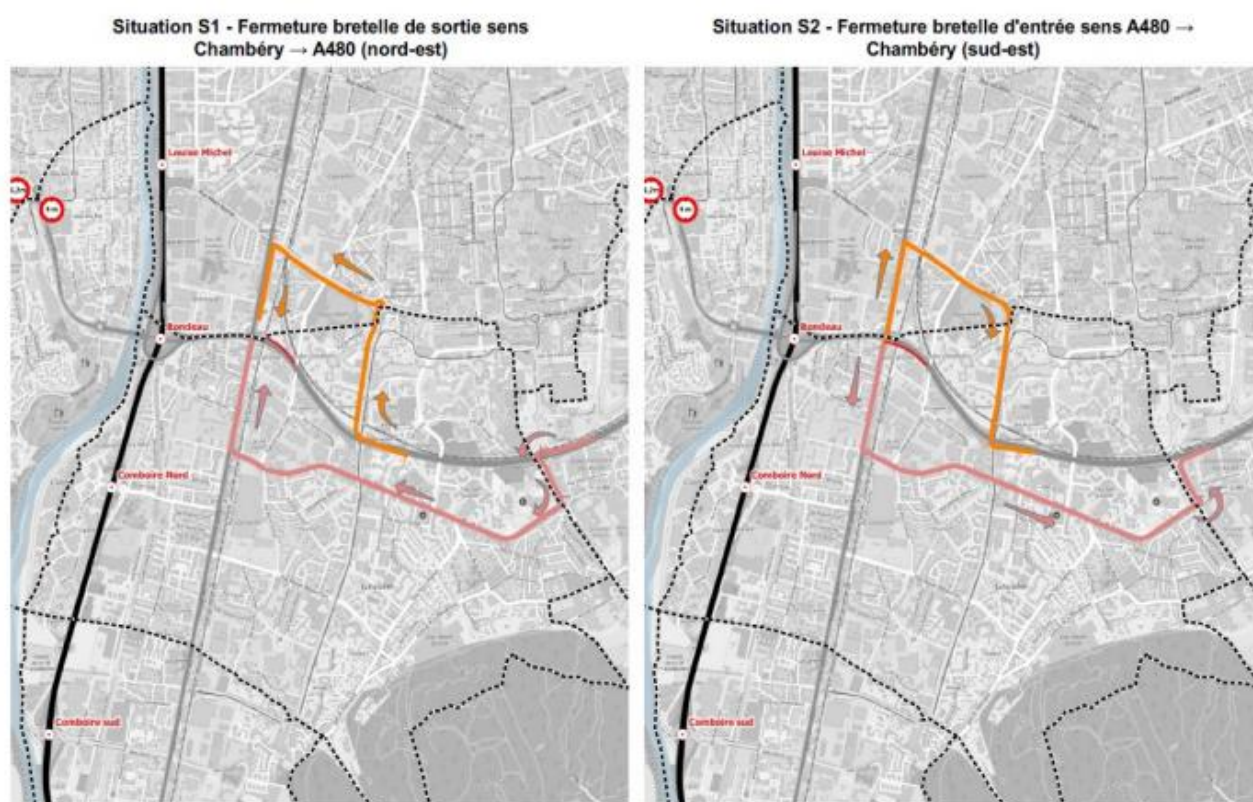
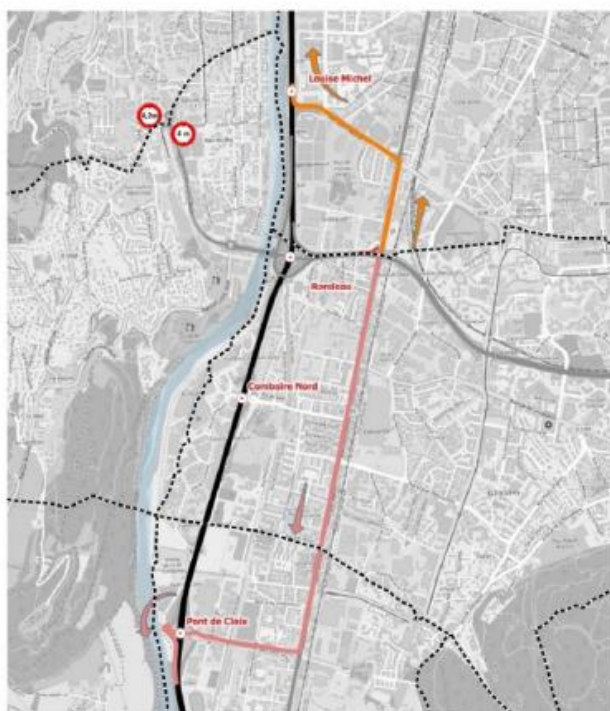


Figure 5 Itinéraires de déviation liés aux fermetures des bretelles Est - Situations S1 et S2

Situation S3 : Fermeture bretelle NO



Situation S4 : Fermeture bretelle SO

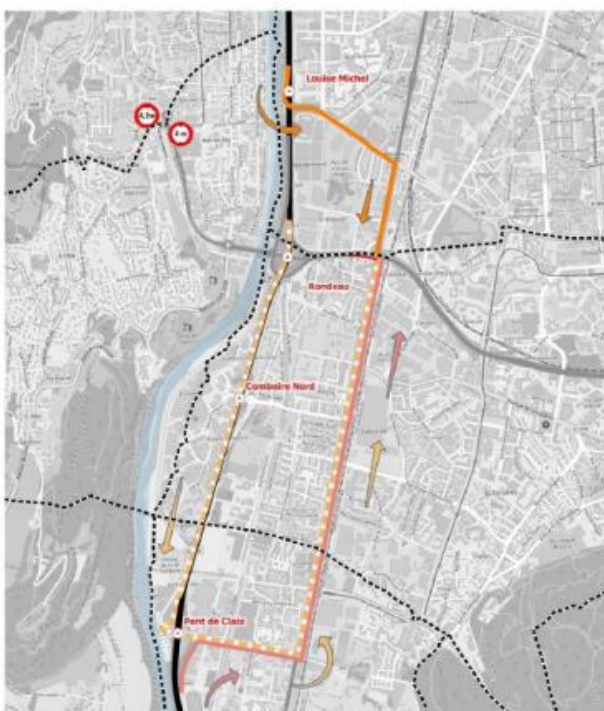


Figure 6 Itinéraires de déviation liés aux fermetures des bretelles Ouest - Situations S3 et S4

Ces déviations engendrent donc des reports de trafic sur les axes empruntés. Un dispositif de mesures du dioxyde d'azote par tubes passifs a été mis en place sur le secteur à l'aide de campagnes de mesures réparties dans l'année. Des comptages ponctuels, réalisés par la DREAL, permettent d'estimer les reports de trafic. Une analyse globale de ce report de trafic a été menée par la DREAL.

En 2023, la situation concernant les fermetures de bretelles, et donc les potentielles utilisations des itinéraires de déviation, était la suivante :

- Les bretelles Ouest ont été fermées de manière définitive en août 2021(S3-S4)
- La bretelle Nord-Est fermée en juin 2021 a été rouverte fin août 2021 (S1)
- La bretelle d'entrée Sud-Est en direction de Chambéry a été rouverte partiellement en mars 2022 puis totalement depuis Jean Jaurès le 7 juin 2023.

La Figure 7 présente un récapitulatif des emplacements des points de mesures par rapport aux itinéraires de déviation.

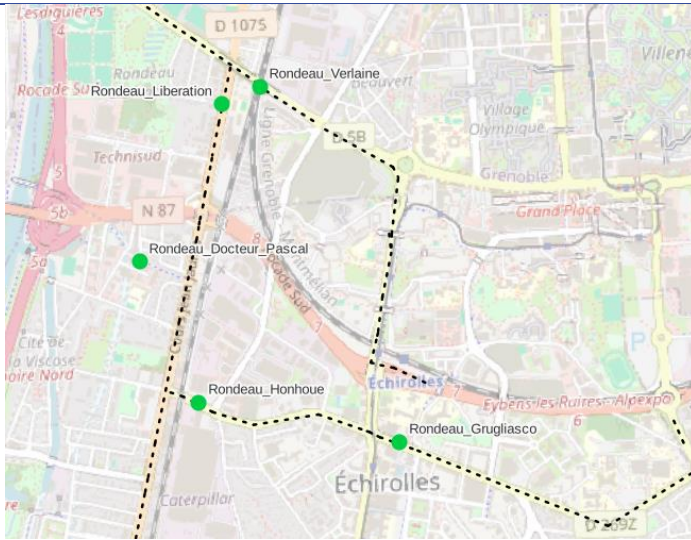
L'avenue Verlain est un itinéraire de déviation dans les situations S1/S2, correspondant aux fermetures des bretelles Nord-Est et Sud-Est. La bretelle N-E a été fermée de juin à août 2021, tandis que la bretelle S-E, fermée à partir de <u>juillet 2021</u> a été rouverte partiellement <u>en mars 2022</u> puis <u>en juin 2023</u>.	
Le cours de la Libération est un itinéraire de déviation dans les 4 situations S1/S2/S3/S4. Pour S1/S2, l'impact attendu est le même que sur l'avenue Paul Verlain. Le cours est impacté également par la fermeture définitive des bretelles Sud-Ouest et Nord-Ouest à compter d'août 2021.	
L'avenue d'Honhoué et l'avenue de Grugliasco sont impactées par les itinéraires de déviations S1/S2. Les dates sont donc identiques à l'avenue Paul Verlain.	
Le site Docteur Pascal n'est pas sur un itinéraire de déviation.	

Figure 7 Emplacements des sites de mesure le long des axes de déviation

3.2 Résultats

Dans ce paragraphe, les résultats des mesures de NO₂ sur les 5 points de suivi sont présentés.

3.2.1 Moyenne annuelle

Les figures suivantes présentent les résultats en moyenne annuelle en 2023, et en 2022 pour comparaison, sous format cartographique (cf. Figure 8) puis sous format histogramme (cf. Figure 9). Ces moyennes permettent **d'évaluer le niveau de dioxyde d'azote par rapport à la valeur réglementaire de qualité de l'air**.

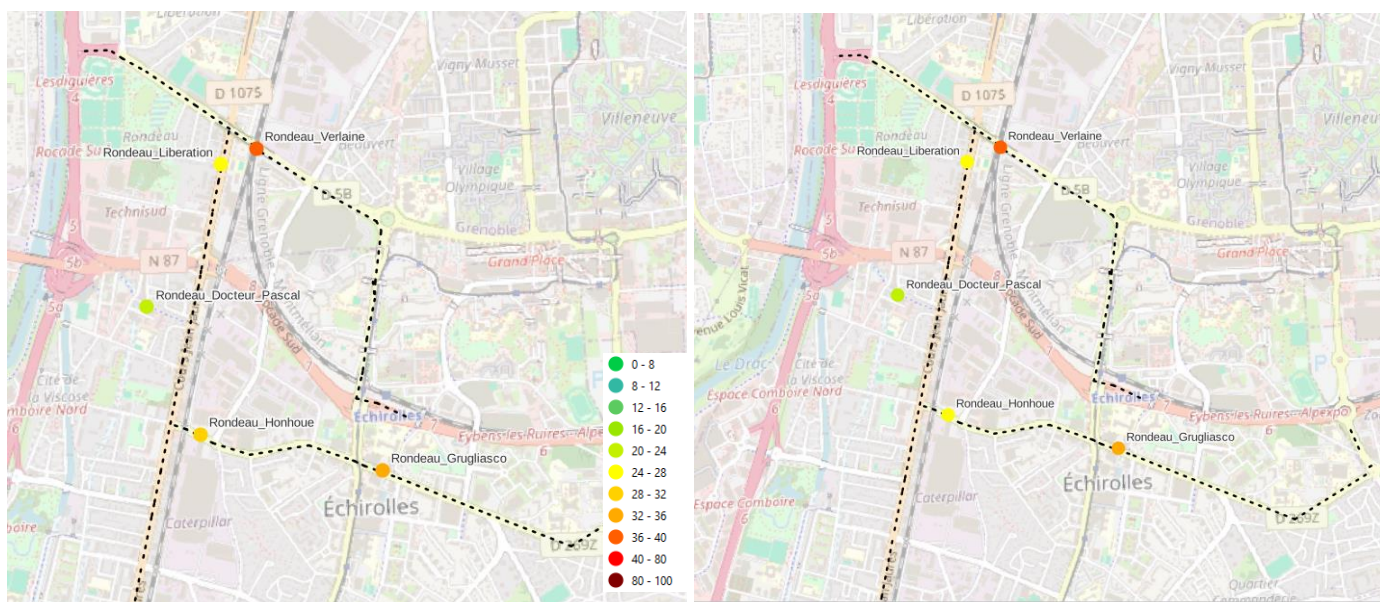


Figure 8 Moyennes annuelles aux points de mesure en 2022 (à gauche) et 2023 (à droite)

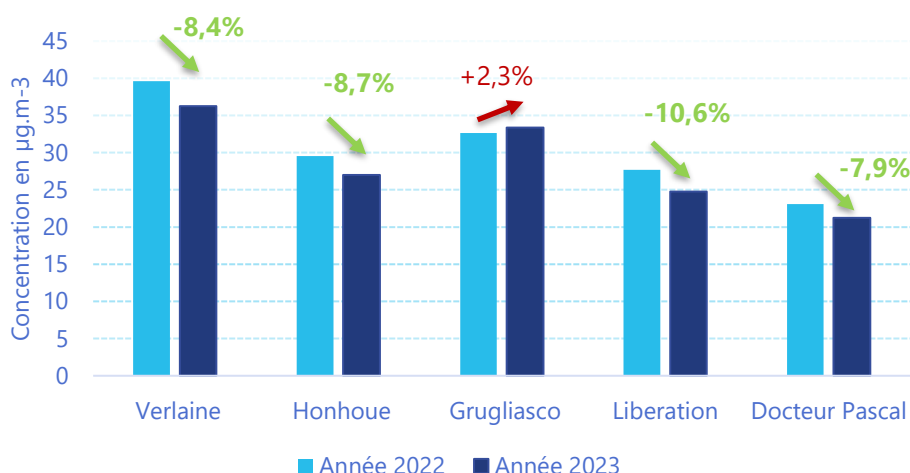


Figure 9 Moyennes annuelles de NO₂ sur les différents points de suivi – Années 2022 et 2023

Les concentrations mesurées varient en 2023 de 21 µg.m⁻³, sur le site Docteur Pascal, à 36 µg.m⁻³ sur le site Verlainne. Ces moyennes sont toutes inférieures à la valeur limite réglementaire de 40 µg.m⁻³, elles sont en revanche supérieures à celle du projet de Directive Européenne (20 µg.m⁻³) et à la valeur guide de l'OMS (10 µg.m⁻³). Ceci n'est pas spécifique au secteur du Rondeau mais concerne la majorité des bordures de voiries de Grenoble.

Comme en 2022, la moyenne annuelle la plus élevée en 2023 est donc constatée le long de l'avenue Paul Verlainne. **Les concentrations annuelles sont toutes en baisse, de l'ordre de 8 à 10%, hormis sur le site Grugliasco où une hausse d'environ 2% est observée par rapport à 2022.** Sur les stations fixes du réseau d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes de l'agglomération grenobloise en proximité trafic, l'évolution est également une baisse d'environ 6 à 10 % entre 2022 et 2023.

👉 **Le point situé le long de l'avenue Grugliasco n'a donc pas suivi la tendance des autres sites en 2023.**

3.2.2 Zoom sur l'évolution temporelle

La Figure 10 montre l'évolution des concentrations sur chaque site pendant les campagnes de 2023. Pendant cette année de suivi, comme évoqué précédemment, la réouverture de la bretelle Sud Est a eu lieu le 7 juin 2023, l'itinéraire S2 devrait donc être moins emprunté sur les deux dernières campagnes.

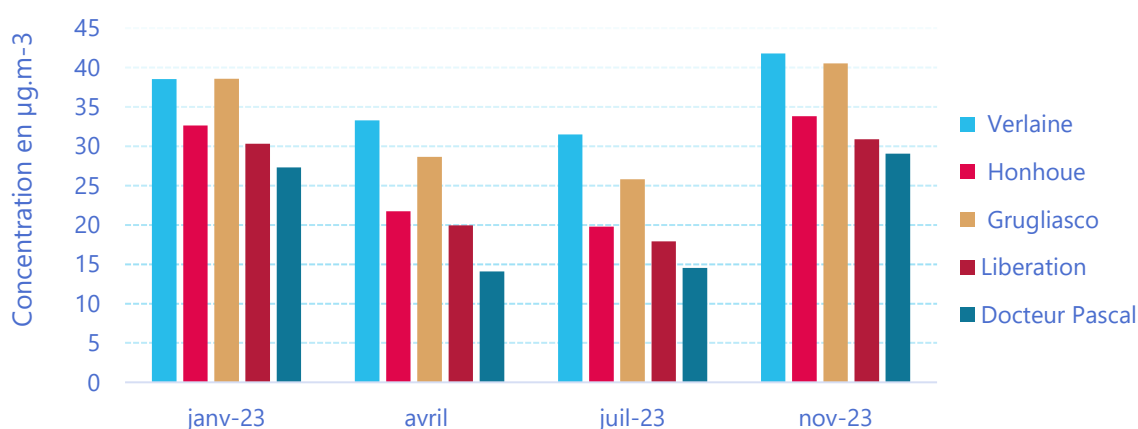


Figure 10 Evolution des concentrations de dioxyde d'azote pendant les campagnes de 2023

A chaque campagne réalisée en 2023, les sites se positionnent globalement selon la même hiérarchie. **En janvier et en novembre, l'écart entre les avenues Verlainne et Grugliasco est faible.**

Une première campagne de mesures de qualité de l'air avait été réalisée en automne 2021 (octobre) qui peut être intégrée au suivi temporel des concentrations sur chaque site. Néanmoins, à cette date, les bretelles étaient déjà fermées. Une campagne de mesures début 2021 aurait permis d'avoir un état avant les déviations. L'évolution des concentrations de NO₂ est dépendante du trafic sur l'axe mais également des conditions météorologiques qui varient d'une campagne à l'autre et sont plus ou moins favorables à l'accumulation des polluants dans l'air. Ainsi, les concentrations sont de manière générale supérieures sur les campagnes hivernales, cette influence des conditions météorologiques interfère avec les évolutions attendues en lien avec les émissions liées au trafic. La Figure 11 présente l'évolution des concentrations (par campagne de 15 jours) de l'automne 2021 à novembre 2023 sur les 5 sites de mesures.

On voit notamment que sur le site Verlaine, la campagne de mars 2022 présente la concentration la plus élevée, nettement supérieure aux autres sites. Sur ce site, comme sur le site Libération, la campagne de novembre 2023 présente des niveaux inférieurs à mars 2022, au contraire sur les sites Honhoué et Grugliasco, les concentrations sont proches entre mars 2022 et novembre 2023.

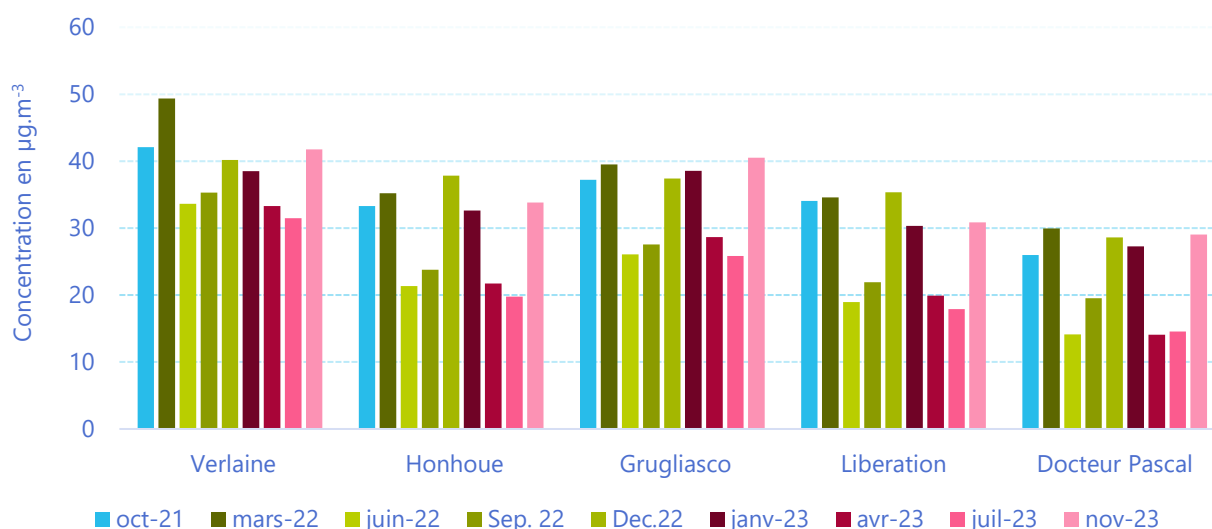


Figure 11 Evolution des concentrations depuis l'automne 2021

L'analyse de l'évolution des concentrations fait apparaître :

- des concentrations plus élevées en mars 2022 sur le site Verlaine,
- des niveaux proches entre mars 2022 et novembre sur les sites Honhoué, Grugliasco et le site de fond, Docteur Pascal.

3.2.3 Le report de trafic a-t-il un impact sur les concentrations de NO₂ ?

Depuis juin 2021, la DREAL a mis en œuvre des campagnes de comptages routiers le long des itinéraires de déviation. Les campagnes de suivi ont été réalisées autant que faire se peut simultanément avec les campagnes de qualité de l'air.

- Du 13 au 18 septembre 2021
- Du 7 au 12 mars 2022
- Du 17 au 23 janvier 2023
- Du 27 juin au 4 juillet 2023
- Du 17 au 24 novembre 2023

L'état initial pour les itinéraires S1/S2 a été réalisé du 28 juin au 3 juillet 2021, il faut noter néanmoins que la bretelle N-E a été fermée à partir du 22 juin (elle était donc déjà fermée) et du 27 juillet au 3 août 2021 pour les itinéraires S3/S4, c'est-à-dire juste avant la fermeture définitive des bretelles qui a eu lieu le 3 août.

La DREAL a réalisé régulièrement des analyses du trafic à partir des données de comptage.

Entre juin 2021 et mars 2022, sur les itinéraires S1/S2, après avoir constaté une hausse moyenne d'environ 8% entre juin et septembre 2021, le trafic a légèrement diminué pour s'établir à une hausse d'environ 4,4%, (en lien avec la réouverture de la bretelle Nord-Est). Le trafic a continué de baisser progressivement en moyenne jusqu'en novembre 2023, hormis une spécificité sur les avenues Honhoué et Grugliasco où le trafic mesuré est stable (vers Jean Jaurès).

Pour les itinéraires S3/S4, une hausse moyenne de 18% a été relevée entre juillet 2021 et mars 2022 en lien avec le report total de trafic, une diminution a ensuite été constatée entre mars 2022 et janvier 2023, qui pourrait être attribuée à la fin des travaux sur l'A480, le trafic moyen a ensuite été stable sur les campagnes de 2023.

L'analyse des évolutions semble globalement cohérente avec l'analyse de trafic réalisée par la DREAL avec une baisse de trafic observée sur les axes Verlaine et Libération, alors que le trafic sur les avenues Honhoué et Grugliasco vers Jean Jaurès reste stable.

Il aurait été intéressant d'avoir également des mesures de qualité de l'air avant le début des travaux (et la mise en place des itinéraires de déviation) en 2021. En l'absence de mesures, afin de compléter l'analyse sur l'impact du report de trafic, la comparaison des moyennes aux différents points de mesure avec les cartographies annuelles de qualité de l'air de l'agglomération grenobloise est réalisée (cf. Figure 12).

Cette comparaison permet de mettre en évidence **un écart sur les points Honhoué et Grugliasco** qui présentent des concentrations mesurées supérieures aux concentrations modélisées, ceci pourrait s'expliquer par un trafic supérieur à celui pris en compte dans le modèle (lié à un report de trafic) et/ou à de la congestion. Les résultats sont présentés sous forme cartographique ou sous forme de nuage de points (cf. Figure 13)

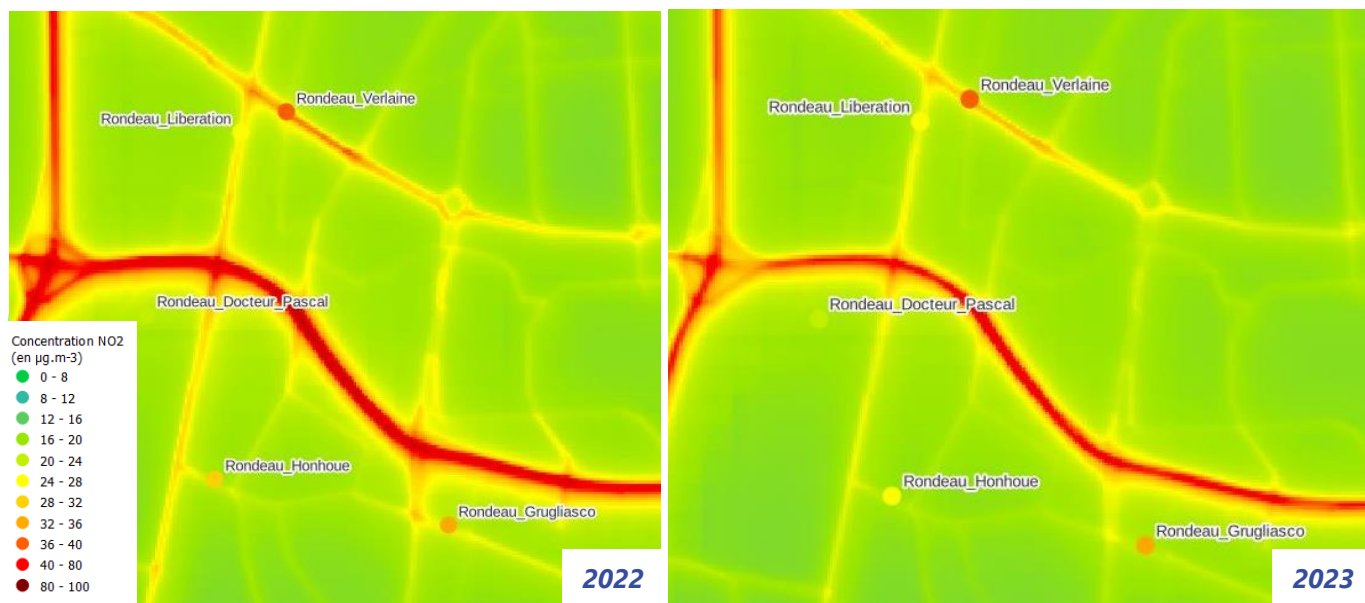


Figure 12 Concentrations annuelles de NO₂ modélisées et mesurées en 2022 (à gauche) et en 2023 (à droite) dans le secteur du Rondeau

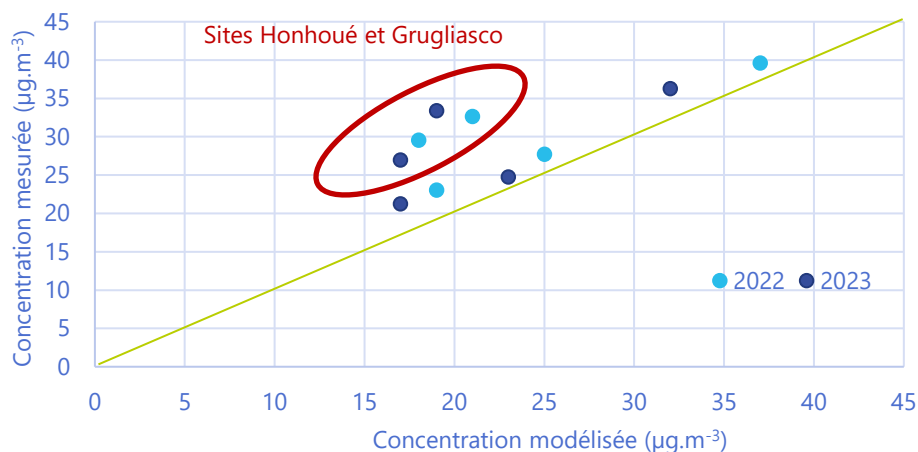


Figure 13 Comparaison des concentrations mesurées et modélisées sur les sites de mesures en 2022 et 2023

Sur l'ensemble des points, les concentrations mesurées ont tendance à être supérieures aux concentrations modélisées. Cette surestimation de l'ordre de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour la plupart des points n'est pas significative considérant les incertitudes de chacune des méthodes. En revanche, elle est de 10 à $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur les sites Honhoué et Grugliasco (cf. Figure 14).

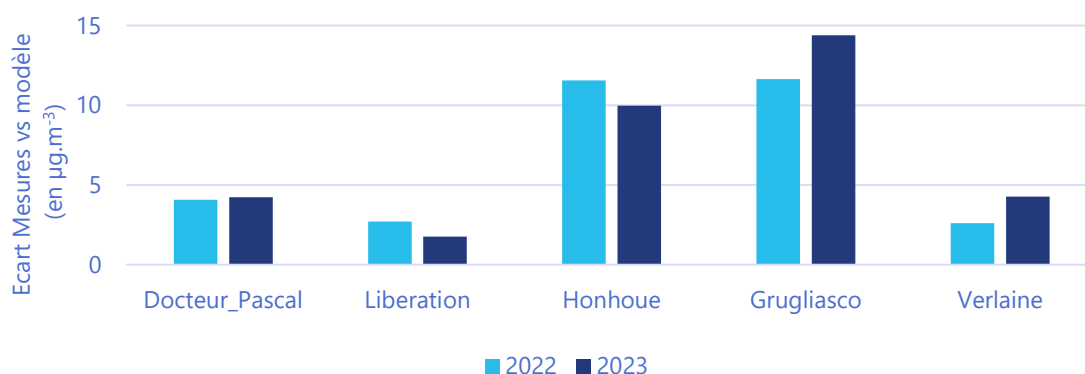


Figure 14 Histogramme des écarts mesures modèle

En comparant les trafics pris en compte dans le modèle de qualité de l'air avec les comptages réalisés par la DREAL, on peut remarquer que le trafic réel sur ces axes est supérieur au trafic utilisé dans le modèle. Il faut noter que sur les axes secondaires le trafic modélisé n'est pas mis à jour chaque année, il s'agit d'un modèle de trafic de 2015 auquel un pourcentage d'évolution est appliqué. Sur ce secteur, il apparaît clair que le trafic réel a nettement évolué. Cette évolution du trafic semble néanmoins antérieure à la première campagne de trafic de juin 2021. Elle pourrait être liée à un changement progressif au cours des dernières années et/ou à un report de trafic qui se serait opéré avant les premiers comptages de 2021 (les travaux ayant débuté dès avril 2021).



En résumé...

Les mesures de dioxyde d'azote réalisées sur quelques axes concernés par les itinéraires de déviation autour de l'aménagement de l'échangeur du Rondeau ont montré que les moyennes annuelles respectent la valeur réglementaire en vigueur, néanmoins les valeurs sont toutes supérieures à la valeur inscrite dans le projet de future Directive européenne, et a fortiori la valeur guide de l'OMS. Ceci n'est pas spécifique au secteur du Rondeau mais concerne la majorité des bordures de voiries de Grenoble.

Les mesures ont montré également que le point situé sur l'avenue Grugliasco à Echirolles n'a pas suivi la tendance de la qualité de l'air globale sur l'agglomération grenobloise en 2023, par rapport à 2022. La comparaison avec le modèle de qualité de l'air montre également des niveaux mesurés supérieurs à ceux modélisés. Les comptages présentent un trafic supérieur à celui du modèle ; cet écart semble antérieur à mi-2021. Bien que l'évolution de trafic depuis les premiers comptages mi-2021 ne soit pas très élevée, l'avenue Grugliasco au sud de l'échangeur semble impactée par un trafic supérieur à celui attendu, qui pourrait être en lien avec les travaux dans le secteur.

Sur les axes au nord, après une hausse au début des travaux et la mise en place des déviations, en 2023, les niveaux de dioxyde d'azote semblent plus proches de leurs niveaux attendus.



4. Conclusions et perspectives

Depuis 2022, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes a mis en œuvre un suivi de la qualité de l'air autour du chantier d'aménagement de l'échangeur du Rondeau en partenariat avec la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. Ce suivi a porté sur deux polluants : les particules PM10 en proximité du chantier et le dioxyde d'azote le long des axes environnants concernés par des itinéraires de déviation.

Concernant les particules, les deux années de suivi n'ont pas montré d'impact très significatif des travaux de l'échangeur du Rondeau sur la qualité de l'air. En 2023, le nombre de pics ayant été détectés et ayant pu être mis en relation avec des travaux est faible (2 pics horaires) et inférieur à l'année 2022. L'impact reste ainsi très ponctuel et localisé.

Les mesures de dioxyde d'azote réalisées sur quelques axes concernés par les itinéraires de déviation autour de l'aménagement de l'échangeur du Rondeau ont montré que les moyennes annuelles respectent la valeur réglementaire en vigueur. Elles sont toutefois supérieures à la valeur guide de l'OMS, comme c'est le cas également sur le reste du territoire grenoblois. Sur les itinéraires de déviation au nord (Verlaine et Libération), après une hausse au début des travaux et la mise en place des déviations, les niveaux de dioxyde d'azote, en 2023, semblent plus proches de leurs niveaux attendus. Au sud, sur l'avenue Grugliasco à Echirolles, la moyenne annuelle 2023 n'a pas suivi la tendance de la qualité de l'air globale à la baisse sur l'agglomération grenobloise par rapport à 2022. La comparaison avec le modèle de qualité de l'air montre également des niveaux mesurés supérieurs à ceux modélisés. Bien que l'évolution de trafic depuis les premiers comptages mi-2021 ne soit pas très forte, l'avenue Grugliasco au sud de l'échangeur semble avoir été impactée par un trafic supérieur à celui attendu, qui pourrait être en lien avec les travaux dans le secteur et/ou à un changement progressif au cours des dernières années.

Le chantier se poursuit en 2024, le dispositif initial de suivi des particules a été reconduit jusqu'au 1^{er} trimestre 2025. Des bulletins trimestriels seront mis à disposition sur le site d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Annexes

Annexe 1 : Liste des sites et mesures utilisés pour l'étude

Les tableaux ci-dessous détaillent les emplacements des équipements de mesure utilisés.

Sites utilisés pour les campagnes de mesure de NO ₂ /PM en 2021		
Site	Méthode de mesure	Position
Rondeau_NO2_Verlaine Typologie : Urbaine influence trafic	Tube passif NO ₂	
Rondeau_NO2_Honhoue Typologie : Urbaine influence trafic	Tube passif NO ₂	
Rondeau_NO2_Grugliasco Typologie : Urbaine influence trafic	Tube passif NO ₂	

Rondeau_NO2_Libération Typologie : Urbaine influence trafic	Tube passif NO ₂	
Rondeau_NO2_Fond_Docteur_Pascal Typologie : Fond urbain	Tube passif NO ₂	
Rondeau_Mât_Chantier	Micro- capteurs PM10 et PM2,5	
Rondeau_Dauphinoise_Thomson	Micro- capteurs PM10 et PM2,5	
Rondeau_Peugeot_Grenoble	Micro- capteurs PM10 et PM2,5	

Rondeau_SOCOTEC	Micro- capteurs PM10 et PM2,5	
-------------------------------	--	--

Annexe 2 : Liste des stations fixe de référence utilisées pour l'étude

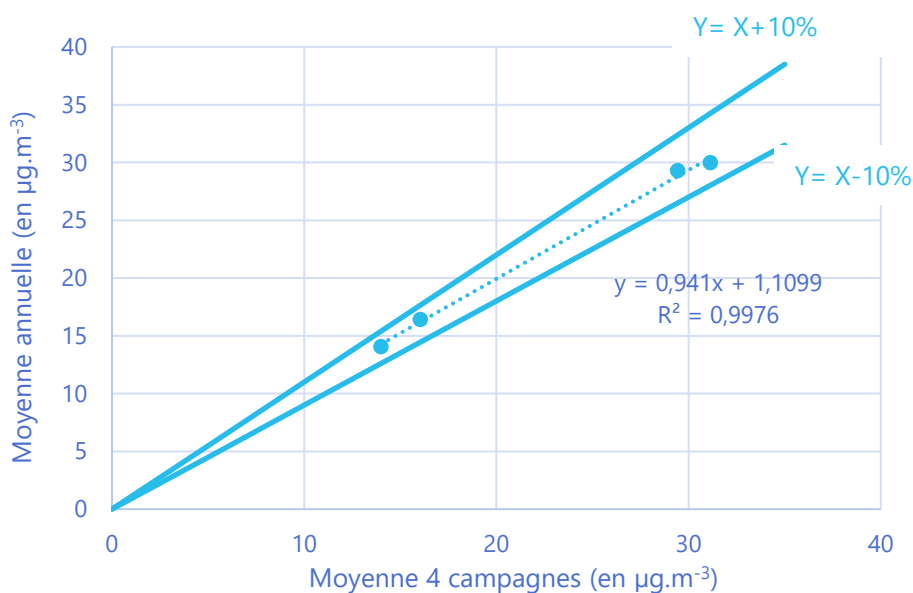
Stations fixes de référence d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes utilisées	
Station	Position
Grenoble Boulevards Typologie : Urbaine influence trafic	
Rocade Sud Eybens Typologie : Périurbaine influence trafic	
Grenoble Les Frênes Typologie : Urbaine influence de fond	
St Martin d'Hères Typologie : Urbaine influence de fond	

Annexe 3 : Représentativité des périodes de mesure des tubes passifs

Dates des campagnes de mesure par tubes passifs

17/01/2023	24/01/2023
24/01/2023	31/01/2023
20/04/2023	27/04/2023
27/04/2023	05/05/2023
26/06/2023	03/07/2023
03/07/2023	10/07/2023
09/11/2023	16/11/2023
16/11/2023	22/11/2023

La figure ci-dessous présente la comparaison entre la moyenne aux dates des 4 campagnes et la moyenne annuelle 2024 sur les stations de référence (Saint Martin d'Hères, Grenoble les Frênes, Grenoble Boulevards et Rocade Sud Eybens). Cela permet d'estimer la représentativité des campagnes.



>> La moyenne des 4 campagnes est bien représentative de la moyenne annuelle.

Annexe 4 : 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.⁵



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.

⁵ 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>

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-Alpes⁵.



VALEURS RÉGLEMENTAIRES

Pour les particules type PM10 :

- Valeur limite : 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle ;
- Objectif de qualité : 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle ;
- Valeur limite journalière : 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ;

Pour les particules type PM2,5 :

- Valeur limite : 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle ;
- Objectif de qualité : 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle.

Les valeurs limites pourraient être abaissées dans la future directive européenne de qualité de l'air, à 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle pour les PM10 et 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ 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 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne journalière ;
- Seuil d'alerte : 80 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne journalière.



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 an⁶.

L'OMS fixe aussi une valeur recommandée plus faible que la valeur limite annuelle applicable à l'heure actuelle pour les PM2,5 : 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.

⁶ [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)