

Synthèse de la qualité de l'air aux abords du tunnel de la Croix-Rousse

Analyse des données de 2014 à 2020

Diffusion : décembre 2021

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



Conditions de diffusion

Dans le cadre de la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe du 16 juillet 2015), les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air de l'Auvergne (ATMO Auvergne) et de Rhône-Alpes (Air Rhône-Alpes) ont fusionné le 1er juillet 2016 pour former Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

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-auvergne-rhonealpes.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 (2020) - Synthèse de la qualité de l'air aux abords du tunnel de la Croix-Rousse de 2014 à 2020 »

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

Sommaire

1. Introduction	6
2. Matériel et méthode	7
2.1 Polluants visés et moyens de mesure	7
Dioxyde d'azote – NO ₂	7
Particules fines - PM10.....	8
2.2 Sites de mesure de référence	9
Couverture temporelle de l'étude.....	10
2.3 Points de comptage trafic	11
Trois points de comptage issus de la Métropole de Lyon sont utilisés afin d'observer la corrélation entre le trafic routier et les concentrations de polluants :.....	11
3. Exploitation des résultats 2014-2020	12
3.1 Dioxyde d'azote (NO₂)	12
Evolution des niveaux en moyenne annuelle	12
Etude des profils horaires journaliers.....	13
Dépassements de la valeur limite en moyenne horaire	14
3.2 Les particules fines (PM10)	16
Evolution des niveaux en moyenne annuelle	16
Etude des profils horaires journaliers.....	17
Dépassements de la valeur limite en moyenne journalière.....	18
4. Étude de facteurs d'influence	20
4.1 Étude réalisée en 2017	20
4.2 Étude réalisée en 2020-2021	20
Dioxyde d'azote	21
Particules fines PM10.....	24
Conclusions	28
Annexe : Étude de facteurs d'influence sur les niveaux mesurés aux abords du tunnel de la Croix-Rousse	29

Illustrations

Figure 1 - Répartition des émissions de NO _x en 2018 à l'échelle de l'aire urbaine de Lyon (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, inventaire des émissions 2020 v.81)	7
Figure 2 - Répartition des émissions de PM10 en 2018 dans l'aire urbaine de Lyon (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, inventaire des émissions 2020 v.81)	8
Figure 3 - Positionnement des stations du réseau fixe considéré dans le cadre de la synthèse de la qualité de l'air autour de l'école Michel Servet à Lyon	10
Figure 4 - Vue de l'école Michel Servet à Lyon (Google Earth)	10
Figure 5 - Évolution des concentrations annuelles de NO ₂	12
Figure 6 – Évolution des concentrations moyennes de NO ₂ par trimestre	13
Figure 7 - Profil journalier des concentrations de NO ₂ sur la période 2017-2019.....	13
Figure 8 - Profil journalier des concentrations de NO ₂ en 2020.....	14
Figure 9 - Nombre de dépassements du seuil d'information de NO ₂	15
Figure 10 - Évolution des concentrations annuelles de PM10.....	16
Figure 11 - Profil journalier des concentrations de PM10 sur la période 2017-2019.....	17
Figure 12 - Profil journalier des concentrations de PM10 en 2020.....	17
Figure 13 - Nombre de dépassements du seuil d'information de PM10 par année avec une décomposition par trimestre	19
Figure 14 - Évolution des concentrations mensuelles moyennes de NO ₂ et du débit trafic mensuel moyen près du tunnel de Croix-Rousse.....	21
Figure 15 - Concentration horaire moyenne de NO ₂ près du tunnel de Croix-Rousse selon le débit trafic	22
Figure 16 - Profil journalier des concentrations horaires moyennes de NO ₂ et du débit trafic moyen près du tunnel de la Croix-Rousse entre le 28 avril et le 17 août 2021	23
Figure 17 - Comparaison de l'évolution des concentrations mensuelles moyennes de PM10 et du débit trafic mensuel par mois près du tunnel de la Croix-Rousse	24
Figure 18 - Concentration horaire moyenne de PM10 près du tunnel de Croix-Rousse selon le débit trafic	25
Figure 19 - Profil journalier des concentrations horaires moyennes de PM10 près du tunnel de Croix-Rousse et du débit trafic moyen entre le 28 avril et le 17 août 2021	26
Figure 20 - Itinéraires de substitution liés à la fermeture du périphérique Nord (2 sens) (Source : Métropole de Lyon).....	29
Figure 21 - Points de comptage exploités dans le cadre de l'étude exploratoire des facteurs d'influence des concentrations atypiques en NO ₂ enregistrées en 2017 (Source : Métropole de Lyon).....	30
Figure 22 - Evolution annuelle du débit moyen dans le tunnel de la Croix-Rousse (TMJO) comparée aux concentrations moyennes annuelles en NO ₂ de la station située aux abords	31
Figure 23 - Evolution du débit moyen dans le tunnel de la Croix-Rousse (TMJO) enregistré au cours des mois de février comparée aux concentrations moyennes en NO ₂ de la station située aux abords	31

Figure 24 - Evolution du débit moyen dans le tunnel de la Croix-Rousse (TMJO) enregistré au cours des mois de juillet comparée aux concentrations moyennes en NO₂ de la station située aux abords	32
Figure 25 - Exemple d'analyse comparative des profils moyens horaires des concentrations en NO₂ (en orange, axe à gauche) et des débits du trafic sur l'axe 73 Tassigny/Duquesne/Herbouville (en violet, axe à droite).	32
Figure 26 - Répartition des valeurs du maximum horaire journalier (MaxH_J) par année et par mois sur le site Croix-Rousse-Tunnel (CRT), comparées aux valeurs du taux horaire de congestion sur trois boucles de comptages proches de la sortie du tunnel (73,79 et 80)	33
Figure 27 - Analyse comparative des moyennes mensuelles en 2016, 2017 et 2018 des concentrations de NO₂ (en orange, axe à gauche) et cumul mensuel des précipitations (en bleu axe à droite).	34
Figure 28 - Répartition des directions des vent entre 2016 et 2018, selon certaines « classes »	35
Figure 29 - Répartition des vitesses des vent entre 2016 et 2018, selon certaines « classes »	35
Figure 30 - Répartition du nombre de dépassement du seuil horaire de 200 µg/m³ pour le NO₂ en fonction des classes de vitesses et directions de vent.	35

1. Introduction

ATMO Auvergne-Rhône-Alpes a intégré dès 2006 la problématique des tunnels (particulièrement les tunnels urbains) à sa stratégie de surveillance de la qualité de l'air, dans le cadre de l'évaluation de l'impact des transports sur la qualité de l'air.

Une première étude a été initiée en 2007 aux abords du tunnel de la Croix-Rousse. Les résultats avaient mis en évidence une qualité de l'air dégradée aux entrées et sorties du tunnel, en particulier côté Rhône à proximité d'un établissement sensible accueillant de jeunes enfants et comprenant une cour de récréation qui surplombe l'accès au tunnel : l'école Michel Servet.

En 2009, en prévision de travaux de réfection du tunnel, une station de mesures a été implantée dans cette cour d'école afin de renforcer la surveillance de la qualité de l'air et la gestion de la zone où les enfants scolarisés et les riverains pouvaient être exposés à des niveaux élevés de polluants (NO₂ et PM10 notamment).

Entre 2010 et 2013, durant la phase de travaux de rénovation du tunnel, le suivi de la qualité de l'air a révélé des niveaux de NO₂ en diminution mais supérieurs à la valeur réglementaire et ponctuellement des élévations atypiques de concentrations en particules PM10, liées à la remise en suspension des poussières du chantier.

Lors de la réouverture du tunnel fin 2013, les niveaux de polluants mesurés ont été similaires à ceux observés sur d'autres stations urbaines à proximité du trafic routier et n'ont pas mis en évidence d'évolution significative par rapport aux niveaux observés avant les travaux. Il a donc été décidé de maintenir la station de mesure pour pouvoir suivre l'évolution des niveaux.

Entre 2014 et 2015, une seconde étude complète a été conduite sur le quartier de la Croix-Rousse, visant à analyser la situation particulière de dépassements des niveaux de polluants aux abords du tunnel de la Croix-Rousse et à mettre en place des outils fins d'analyse pour caractériser la dispersion des polluants en zone aérologique complexe. Cette étude a permis de montrer que l'impact du trafic issu du tunnel Croix-Rousse en termes de concentrations de polluants est assez localisé, mais qu'il est plus important côté Rhône que côté Saône, en lien avec une aérologie nettement plus défavorable à la dispersion des polluants. En effet, les résultats de modélisation ont montré que le trafic qui circule dans le tunnel a un impact non négligeable sur la concentration moyenne annuelle en NO₂, mais qu'une part plus importante est liée à l'impact du trafic des rues avoisinantes (notamment les quais du Rhône) et du fond urbain. Des disparités ont également été observées au niveau des bâtiments de l'école Michel Servet, puisque la cour d'école dite « haute » est plus impactée que les cours de l'école maternelle qui sont « protégées » par le bâtiment de l'école primaire.

Depuis lors, la surveillance de la qualité de l'air est maintenue sur le site fixe qui est implanté depuis 2009 dans la cour « haute » de l'école.

Le présent rapport présente une synthèse des niveaux mesurés entre 2014 et 2020.

Les précédentes études :

2007-2008 : Etude de qualité de l'air sur le quartier de la Croix-Rousse et étude prospective aux abords du tunnel de la Croix-Rousse (mesures et modélisation)

- <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/etude-croix-rousse-2008>

2009-2013 : Suivi en continu de la qualité de l'air pendant la phase des travaux pour la rénovation du tunnel de Croix-Rousse (Mesures : NO_x, PM10, PM2.5)

- <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/suivi-de-la-qualite-de-lair-de-2009-2013-la-sortie-du-tunnel-de-la-croix-rousse-69>
- <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/zoom-sur-le-suivi-de-la-qualite-de-lair-aux-abords-du-tunnel-et-sur-le-plateau-de-la>

2011 : Diagnostic de qualité de l'air intérieur - Mesures de particules (PM10 - PM2,5) à proximité du chantier de travaux pour la rénovation du tunnel de la Croix-Rousse (Lyon 1^{er})

- <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/diagnostic-de-qualite-de-lair-interieur-mesures-de-particules-pm10-pm25-proximite-du>

2014-2015 : Deuxième étude de qualité de l'air sur le secteur de la Croix-Rousse (mesures et modélisation)

- <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/etude-de-la-qualite-de-lair-sur-le-secteur-de-la-croix-rousse-lyon-1er-et-4eme-rapport>

Depuis 2015 : Suivi en continu de la qualité de l'air aux abords du tunnel de Croix-Rousse (NO_x, PM10)

2. Matériel et méthode

2.1 Polluants visés et moyens de mesure

L'air que nous respirons peut contenir des centaines de polluants sous forme gazeuse, liquide ou solide. Les polluants étudiés dans ce rapport sont :

- Le dioxyde d'azote (NO₂)
- Les particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)

Dioxyde d'azote – NO₂

- Nature et sources d'émissions

Le dioxyde d'azote 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.

Le transport routier constitue la principale source d'émission, suivi loin derrière par les installations de combustion (voir Figure 1). Le dioxyde d'azote est ainsi considéré comme un traceur important de la pollution urbaine.

Au cours de la saison hivernale, ce sont surtout les conditions météorologiques peu dispersives qui contribuent à observer des concentrations parfois importantes par accumulation dans les basses couches de l'atmosphère. En été, les concentrations de dioxyde d'azote sont généralement plus faibles, notamment en raison des processus de photo-chimie dans l'atmosphère qui détruit ce composé précurseur de l'ozone.

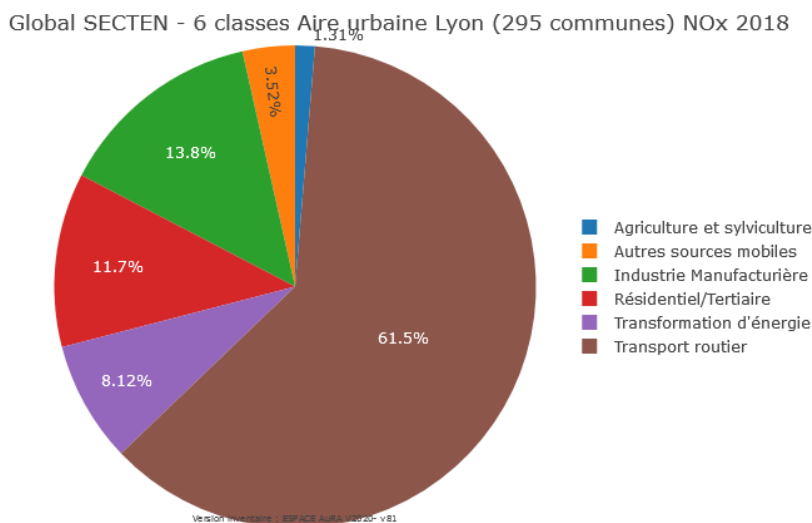


Figure 1 - Répartition des émissions de NO_x en 2018 à l'échelle de l'aire urbaine de Lyon (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, inventaire des émissions 2020 v.81)

- Impacts et réglementation

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

- Une valeur limite en moyenne annuelle : 40 µg/m³
- Une valeur limite horaire : 200 µg/m³ en valeur horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an
- Un seuil d'information et de recommandations : 200 µg/m³ en valeur horaire
- Un seuil d'alerte : 400 µg/m³ en valeur horaire

Particules fines - PM10

• 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) (voir Figure 2).

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.

Global SECTEN - 6 classes Aire urbaine Lyon (295 communes) PM10 2018

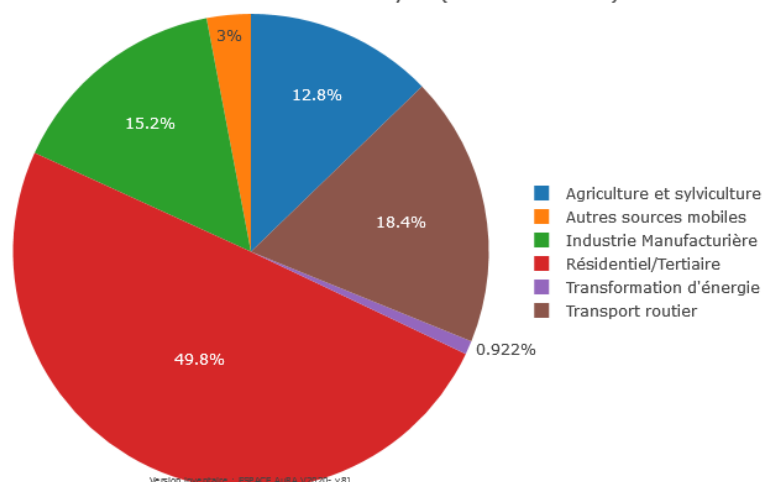


Figure 2 - Répartition des émissions de PM10 en 2018 dans l'aire urbaine de Lyon (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, inventaire des émissions 2020 v.81)

• Impacts et réglementation

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. La réglementation fixe les seuils suivants à ne pas dépasser pour les particules type PM10 :

- valeur limite : 40 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- objectif de qualité : 30 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- valeur limite journalière : 50 µg.m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ;
- seuil d'information et de recommandations : 50 µg.m³ en moyenne journalière ;
- seuil d'alerte : 80 µg/m³ en moyenne journalière.

2.2 Sites de mesure de référence

Les concentrations en polluants atmosphériques sont fonction de la quantité d'émissions, de la nature du polluant considéré (sa réactivité par exemple), mais également des facteurs d'influence tel que les conditions météorologiques, topographiques etc. De fortes variations spatiales et temporelles peuvent être enregistrées selon la nature du composé étudié et les sources d'émission associées.

Les sites de mesure peuvent être distingués par leur typologie (urbaine, périurbaine ou rurale) et leur influence (proximité de trafic, proximité industrielle ou fond).

Le Tableau 1 présente les stations fixes du réseau permanent d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes qui ont été utilisées pour cette étude (stations homologuées disposant d'un historique statistique de référence).

Stations fixes de référence d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes		
<p>Croix-Rousse Tunnel Typologie : Urbaine influence trafic</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Oxydes d'azotes (NOx) • Particules fines (PM10)
<p>A7 Sud lyonnais Typologie : Périurbaine influence trafic</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Oxydes d'azotes (NOx) • Particules fines (PM10)
<p>Lyon Périphérique Typologie : Urbaine influence trafic</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Oxydes d'azotes (NOx) • Particules fines (PM10)
<p>Lyon Trafic Jaurès Typologie : Urbaine influence trafic</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Oxydes d'azotes (NOx) • Particules fines (PM10)
<p>Lyon Centre Typologie : Urbaine influence de fond</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Oxydes d'azotes (NOx) • Particules fines (PM10)

Tableau 1 - Liste des stations fixes utilisées



Figure 3 - Positionnement des stations du réseau fixe considéré dans le cadre de la synthèse de la qualité de l'air autour de l'école Michel Servet à Lyon



Figure 4 - Vue de l'école Michel Servet à Lyon (Google Earth)

Couverture temporelle de l'étude

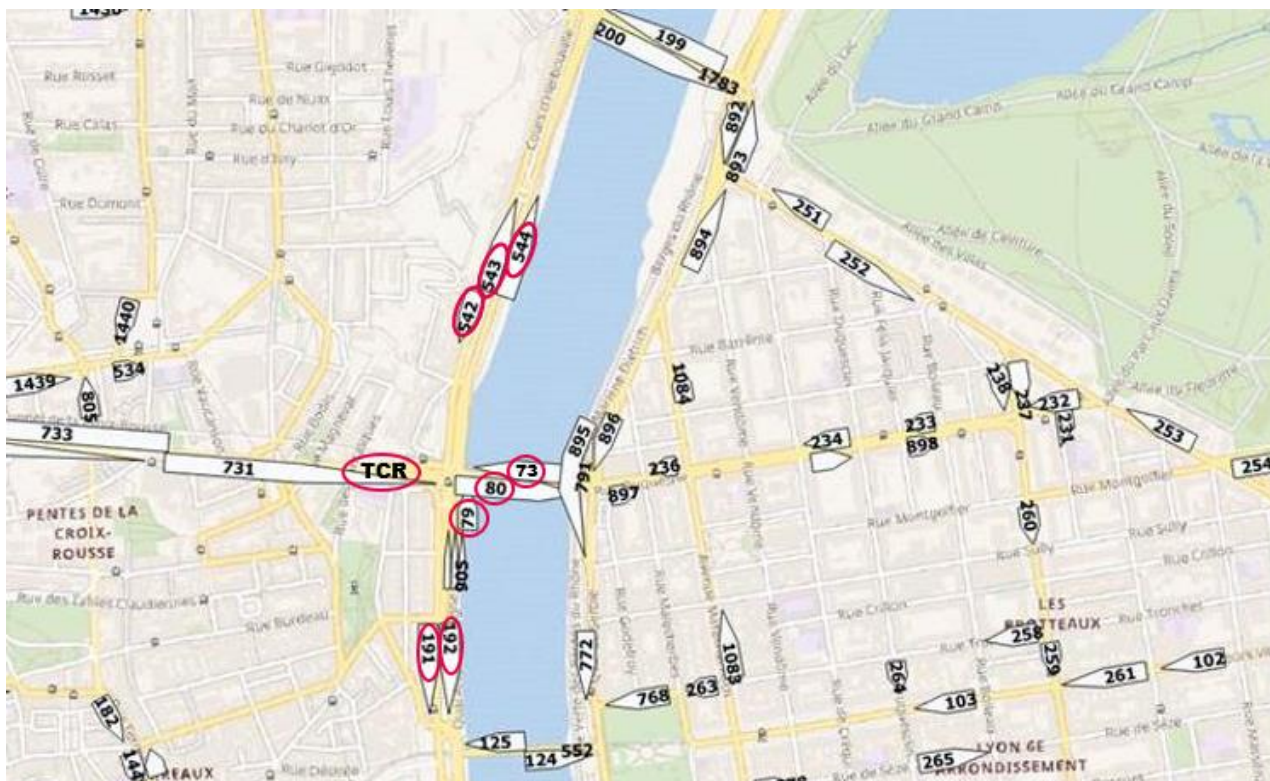
La présente étude vise à caractériser l'état de la qualité de l'air autour de l'école Michel Servet à Lyon durant l'année 2020 et de suivre son évolution depuis le 1^{er} janvier 2014. Les données s'arrêtent au 31 décembre 2020 et permettent la comparaison des mesures aux valeurs réglementaires.

2.3 Points de comptage trafic

Trois points de comptage issus de la Métropole de Lyon sont utilisés afin d'observer la corrélation entre le trafic routier et les concentrations de polluants :

- Tassigny Duquesne Herbouville (n°73) est l'axe traversant le pont de Lattre de Tassigny en direction du tunnel de Croix-Rousse ;
- Bretelle Lassagne Tassigny (n°79) est l'axe permettant de rejoindre le pont de Lattre de Tassigny dans la direction Est ;
- Tassigny Lassagne Duquesne (n°80) est l'axe traversant le pont de Lattre de Tassigny en direction de l'Est.

Aucune donnée issue d'un point de mesure à l'entrée ou à l'intérieur du tunnel de Croix-Rousse n'a pu être exploitée pour cette analyse. L'analyse de telles données permettrait de compléter l'interprétation. En effet, les véhicules au niveau des points mesurés ne sont pas obligatoirement en provenance ou à destination du tunnel.



Point de mesure	Taux de fonctionnement	Période sans donnée
Bretelle Lassagne Tassigny	92%	03/04/2021 - 26/04/2021
Tassigny Lassagne Duquesne	91%	01/09/2020 - 29/09/2021
Tassigny Duquesne Herbouville	40%	30/09/2020 - 27/04/2021

Tableau 2 - Taux de fonctionnement des points de comptage

Les mesures ont été effectuées entre le 1^{er} septembre 2020 et le 17 août 2021. Sur cette période, les points de comptage ont chacun connu une période sans donnée. Les périodes du 1^{er} au 30 septembre 2020 ainsi que du 28 avril au 17 août 2021 permettent d'étudier en parallèle les trois points de mesure.

3. Exploitation des résultats 2014-2020

3.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

Evolution des niveaux en moyenne annuelle

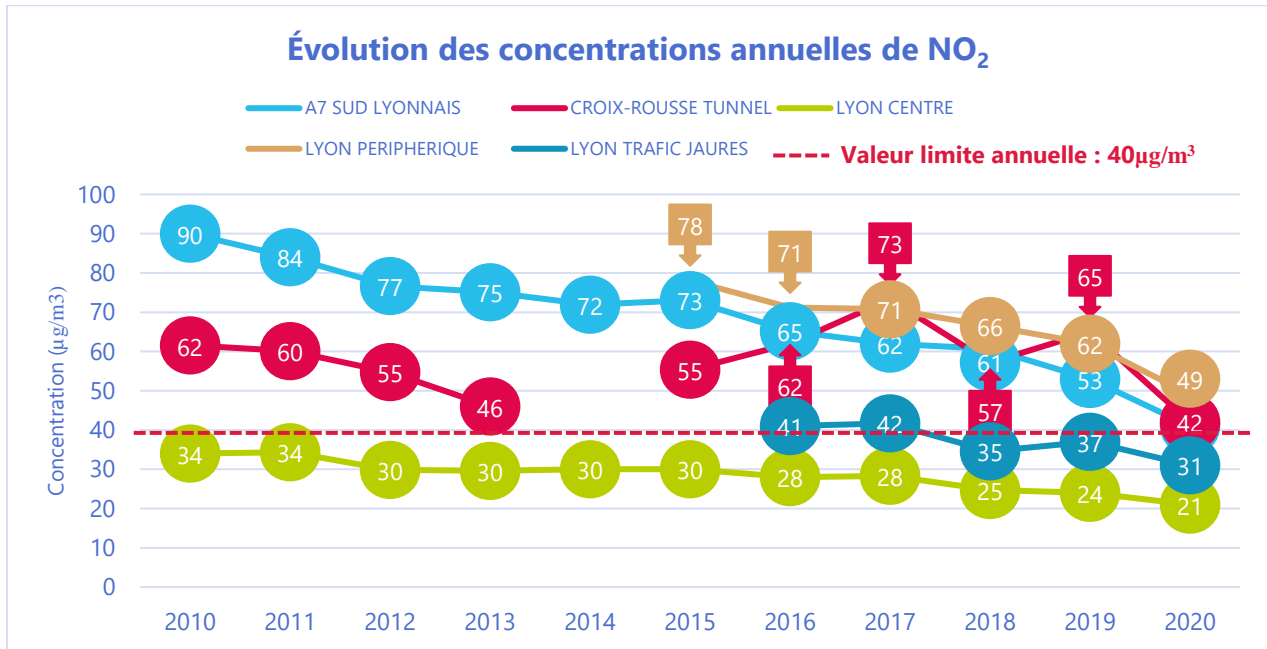


Figure 5 - Évolution des concentrations annuelles de NO₂

Les concentrations de NO₂ dans l'agglomération lyonnaise ont connu une baisse globale depuis 2010. Celle-ci est particulièrement visible en bordure de l'A7 au Sud de Lyon ainsi qu'au niveau du périphérique Laurent Bonnevey (cf. Figure 5). Elle s'observe également, de façon moins marquée, sur la station en bordure du boulevard Jean Jaurès ainsi qu'en influence de fond urbain dans le 3^{ème} arrondissement (Lyon Centre). Malgré cette baisse quasi-constante, l'ensemble des stations à proximité d'axes routiers à l'exception de celle située au boulevard Jean Jaurès dépasse encore en 2020 la valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote.

L'observation des concentrations mesurées près de la sortie du tunnel de la Croix-Rousse, côté Rhône, montre un profil d'évolution qui se distingue des autres sites étudiés. Après une baisse visible de 2010 à 2013, la tendance est à la hausse – en particulier depuis le troisième trimestre 2015 – pour arriver depuis 2016 à des niveaux typiques d'une station de proximité trafic aux abords d'axes routiers majeurs comme l'autoroute A7 ou le périphérique Laurent Bonnevey. Les deux moyennes les plus élevées ont été relevées en 2017 et 2019 avec des concentrations annuelles respectives de 73 et 65 µg/m³. L'année 2020 est quant à elle marquée par une baisse notable des niveaux sur la station à la sortie du tunnel de la Croix-Rousse, avec une moyenne annuelle de 42 µg/m³, qui est la plus faible enregistrée sur la décennie. C'est notamment au cours du deuxième trimestre qu'une forte diminution apparaît, au plus fort du premier confinement connu par la France, suite à la pandémie de Covid-19.

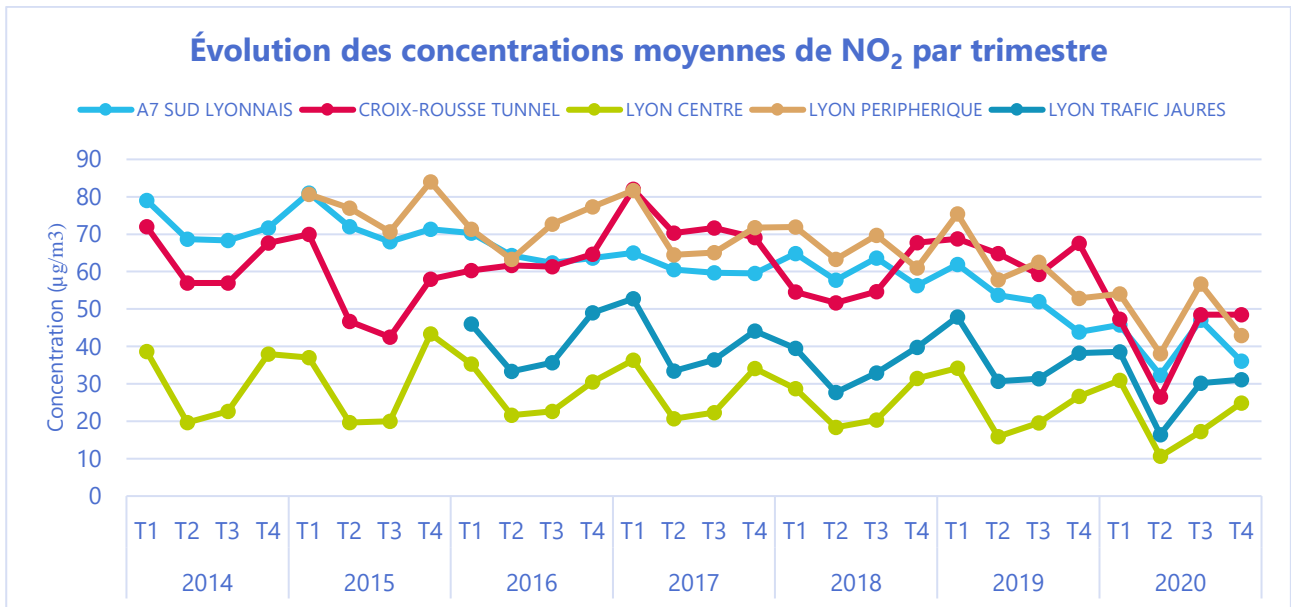


Figure 6 – Évolution des concentrations moyennes de NO₂ par trimestre

Les plus forts niveaux sur la station en bordure du tunnel de la Croix-Rousse ont été visibles à partir du 1^{er} trimestre 2017, et plus particulièrement entre les mois de mai et juillet, ainsi qu’au cours du 2^{ème} et 4^{ème} trimestre de l’année 2019 (cf. Figure 6). Ces hausses de niveaux observées en période estivale sont d’autant plus étonnantes que c’est en principe plutôt la période hivernale qui est la plus propice à une hausse des concentrations de polluants.

En 2020, la station en sortie du tunnel de la Croix-Rousse enregistre une forte baisse des niveaux, tout comme les autres stations du réseau, notamment au 2^{ème} trimestre, qui est due en majorité à la baisse des activités (et donc du trafic) durant la première période confinement liée au Covid-19. A partir du 3^{ème} trimestre, les niveaux augmentent de nouveau sur l’ensemble des stations. Au dernier trimestre, les concentrations aux abords du tunnel de la Croix-Rousse sont de nouveau les plus élevées parmi le réseau de stations de mesures.

Etude des profils horaires journaliers

Les graphes suivants présentent les profils journaliers des concentrations horaires moyennées sur la période 2017-2019 et sur l’année 2020.

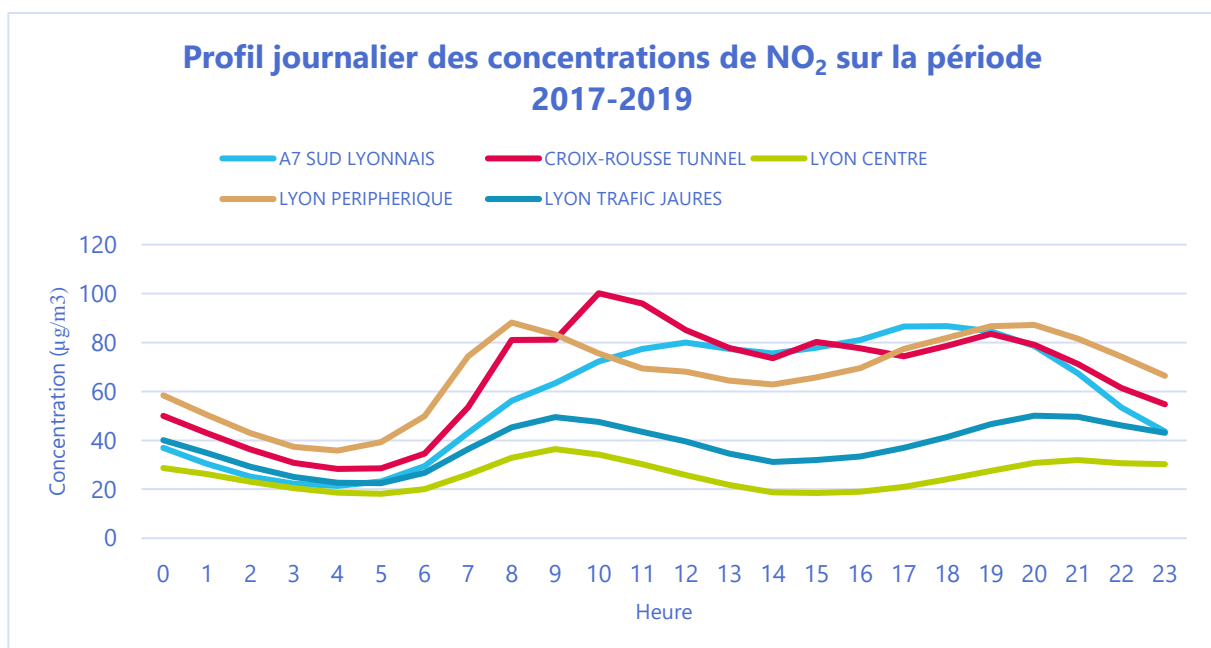


Figure 7 - Profil journalier des concentrations de NO₂ sur la période 2017-2019

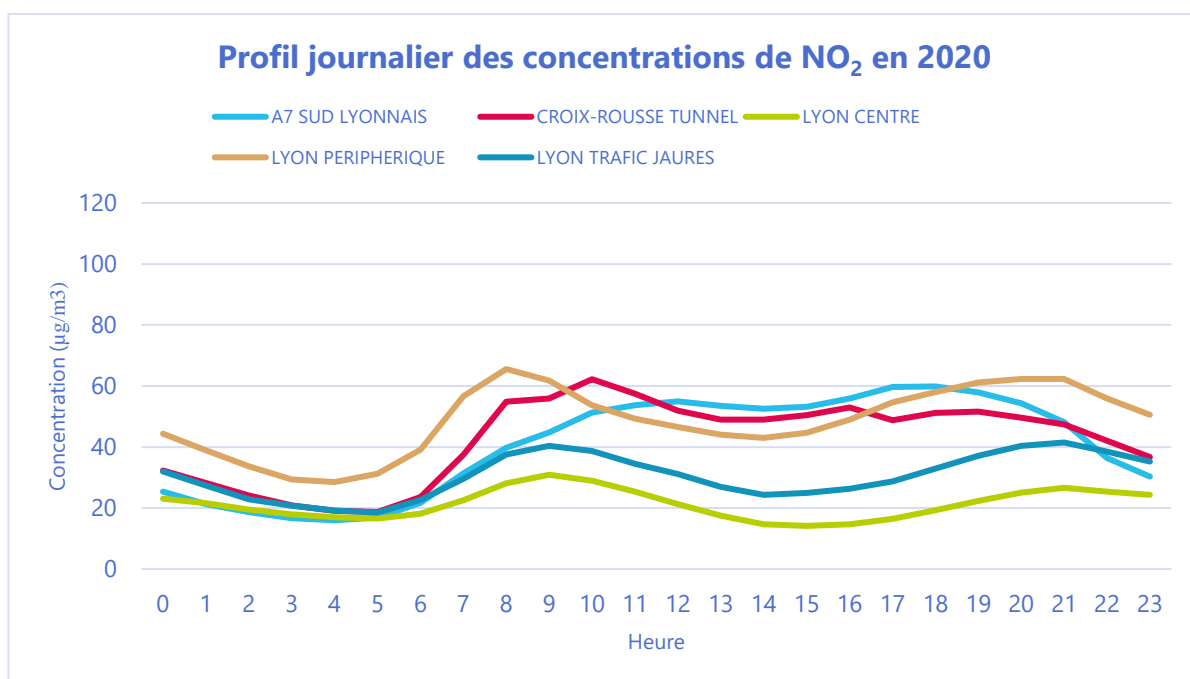


Figure 8 - Profil journalier des concentrations de NO₂ en 2020

Sur la station en sortie du tunnel de la Croix-Rousse, le profil est assez proche de celui de la station Lyon Périphérique, avec un mouvement pendulaire caractéristique d'axes empruntés pour des trajets domicile-travail. Cependant, le profil de la station du tunnel de la Croix-Rousse diffère légèrement, avec des niveaux moyens plus importants le matin qui atteignent une moyenne de 100 µg/m³ à 10h (cf. Figure 7).

Le profil journalier observé en 2020 ne diffère pas fortement de celui des années précédentes. C'est principalement l'intensité des « pics » qui a changé avec une valeur passant de 100 à 62 µg/m³ entre la période 2017-2019 et 2020 (cf. Figure 7 et 8).

Dépassements de la valeur limite en moyenne horaire

La réglementation fixe pour le dioxyde d'azote une valeur limite annuelle de 200 µg/m³ en valeur horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an. Il s'agit également du seuil d'information et de recommandation pour les personnes sensibles en moyenne horaire.

		Nombre de dépassements du seuil horaire en NO ₂ (valeur limite : 18 dépassements par an)				
		Trim. 1	Trim. 2	Trim. 3	Trim. 4	TOTAL
2020	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	0	0	0	0	0
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	7	0	5	0	12
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	0	0
2019	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	0	4	2	0	6
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	17	52	33	9	111
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	0	0
2018	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	0	0	4	0	4
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	0	5	13	10	28
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	0	0
2017	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	0	7	4	1	12
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	38	68	74	18	198
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	1	1

2016	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	0	1	4	1	6
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	1	1	27	6	35
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	0	0
2015	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	6	1	16	1	24
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	32	9	3	0	44
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	0	0
2014	A7 sud lyonnais NO₂ (trafic)	8	6	11	6	31
	Croix-Rousse-Tunnel NO₂ (trafic)	2	26	14	11	53
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	0	0

Tableau 3 - Nombre de dépassements du seuil horaire en NO₂ sur les stations A7 Sud Lyonnais, Croix-Rousse Ecole et Lyon Centre entre 2014 et 2020

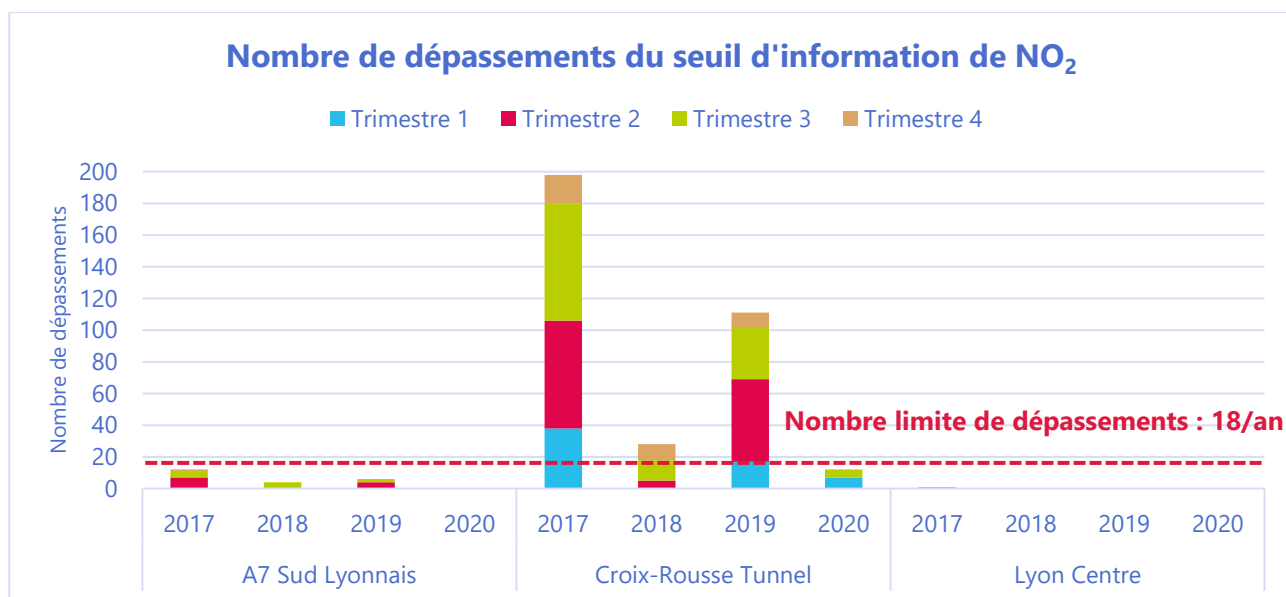


Figure 9 - Nombre de dépassements du seuil d'information de NO₂

Le site de mesure situé en bordure du tunnel de la Croix-Rousse, dans la cour de l'école Michel Servet, est le plus sujet aux dépassements de ce seuil horaire. Chaque année depuis 2014 (sauf en 2020), cette station enregistre un nombre de dépassement supérieur à la valeur limite annuelle (18 dépassements autorisés par an), contrairement à la station en bordure de l'autoroute A7 qui est sous cette limite depuis 2016 (cf. Tableau 2). Sur la période 2014-2020, l'année 2017 a été particulière, avec 198 dépassements enregistrés, soit 13 fois plus que le nombre observé en bordure du périphérique Laurent Bonnevey la même année (cf. Figure 9). Malgré une amélioration en 2018, le nombre de dépassements en 2019 est reparti à la hausse avec 111 dépassements. C'est principalement durant les trimestres 2 et 3 que ces dépassements ont eu lieu. En 2020, ce nombre de dépassement est passé en dessous des 18 dépassements autorisés/an. Ce faible nombre s'explique par la baisse du trafic en lien avec la crise sanitaire.

3.2 Les particules fines (PM10)

Evolution des niveaux en moyenne annuelle

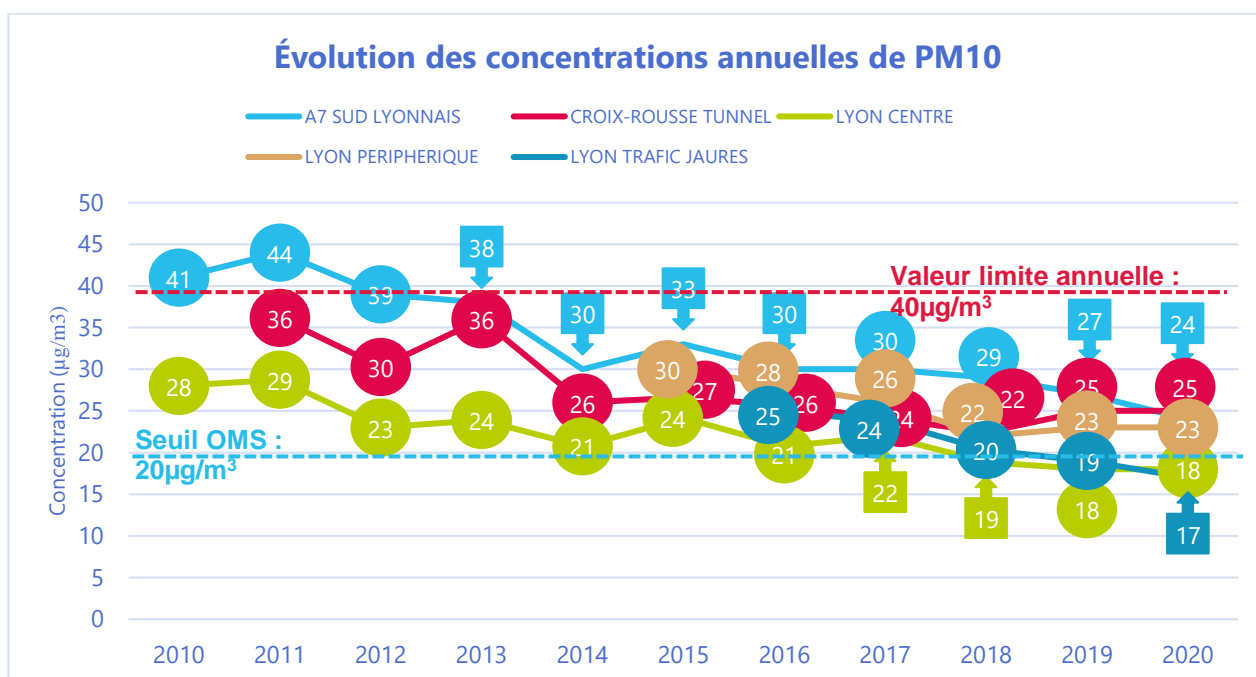


Figure 10 - Évolution des concentrations annuelles de PM10

Depuis 2010, les concentrations de particules fines PM10 connaissent une baisse globale et quasi-constante en fond urbain dans le centre lyonnais (cf. Figure 10). Le même constat peut être effectué à partir de 2016 pour les stations étudiées en proximité trafic. L'écart entre les niveaux en proximité d'axes routiers et les niveaux de fond est plus faible que dans le cas du dioxyde d'azote mais demeure visible.

L'ensemble des stations étudiées respectent depuis 2012 la valeur limite réglementaire annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En revanche, le seuil préconisé par l'OMS en 2005 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassé chaque année sur les stations en proximité de trafic automobile, excepté sur la station proche du boulevard Jean Jaurès depuis 2019 ($19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2019 et $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2020). Cette valeur est également respectée sur le site de fond urbain Lyon-Centre depuis 2018.

Sur la station à proximité du tunnel de la Croix-Rousse, entre 2011 et 2013, le site a subi l'influence de la remise en suspension des poussières de chantier durant les travaux de rénovation du tunnel. Les concentrations mesurées en moyenne annuelle étaient respectivement de 36 , 30 et $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces niveaux étaient inférieurs aux valeurs observées en bordure de l'autoroute A7 qui a même enregistré en 2011 un dépassement du seuil réglementaire annuel. En 2014, les concentrations ont connu une baisse importante, avant de se poursuivre vers une tendance de baisse plus légère. De 2015 à 2020, les moyennes annuelles mesurées sur la station en bordure du tunnel de la Croix-Rousse sont du même ordre de grandeur que celles des autres stations trafic. Ces valeurs sont sensiblement similaires aux valeurs mesurées à la station « Lyon périphérique ».

Etude des profils horaires journaliers

Les graphes suivants présentent les profils journaliers des concentrations horaires moyennées sur la période 2017-2019 et sur l'année 2020.

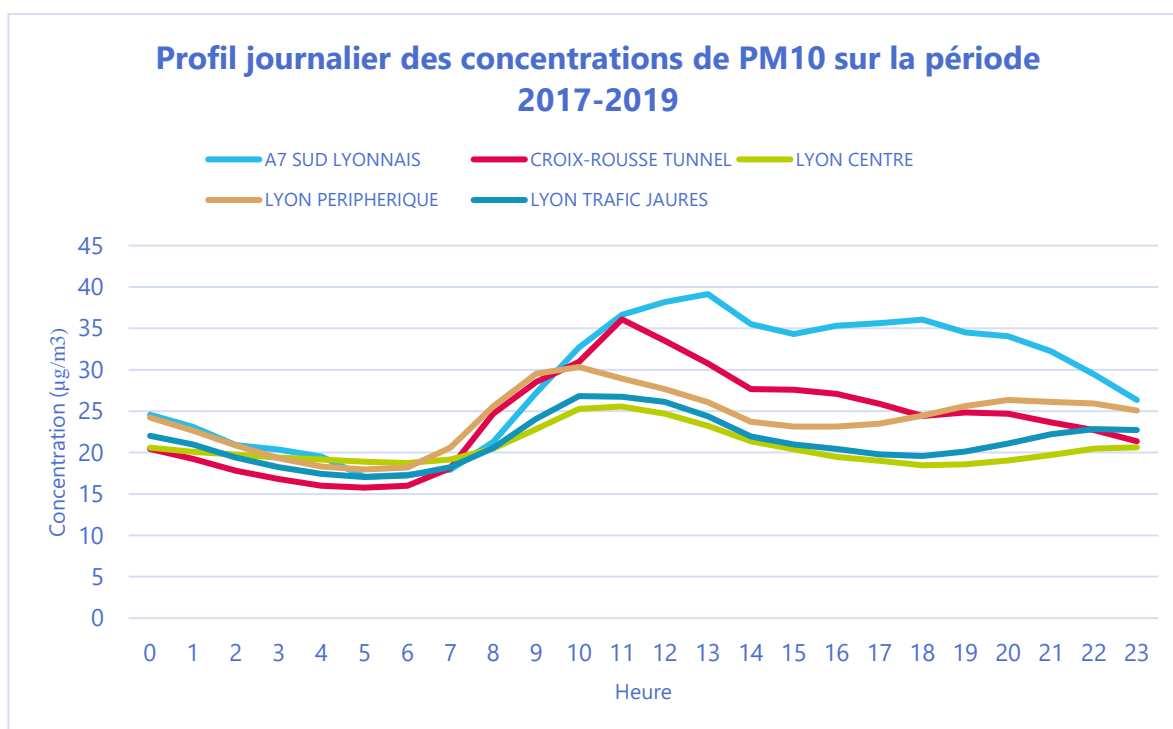


Figure 11 - Profil journalier des concentrations de PM10 sur la période 2017-2019

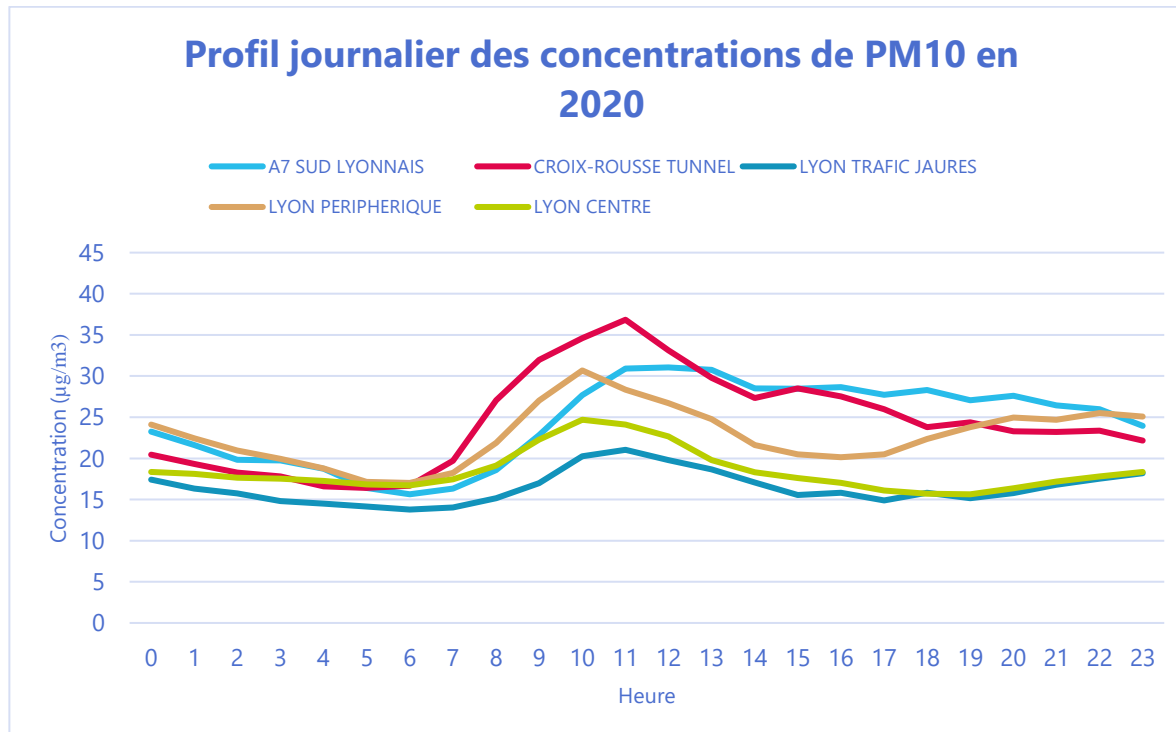


Figure 12 - Profil journalier des concentrations de PM10 en 2020

À l'échelle journalière, la distribution des concentrations à la station située aux abords du tunnel de Croix-Rousse s'écarte des autres stations en proximité trafic de l'agglomération (cf. Figure 11). Sur l'ensemble de la journée pour la période 2017-2019, les niveaux sont globalement supérieurs à ceux près du périphérique Laurent Bonnefoy. En parallèle, après une augmentation constante jusqu'à 12h, les concentrations à la sortie du

tunnel de Croix-Rousse diminuent plus rapidement qu'en bordure de l'autoroute A7 où l'on observe une poursuite de la hausse des concentrations avant un long maintien après 15h suivi d'une diminution à partir de 20h. Le profil journalier évolue peu en 2020 à la sortie du tunnel de Croix-Rousse (voir Figure 12). Pourtant, d'autres stations en proximité trafic affichent des diminutions marquées en bordure de l'autoroute A7 ou encore du boulevard Jean Jaurès.

Dépassements de la valeur limite en moyenne journalière

		Nombre de dépassements du seuil journalier PM10 (valeur limite : 35 jours par an supérieur à 50µg/m ³)				
		Trim. 1	Trim. 2	Trim. 3	Trim. 4	Total
2020	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	5	0	0	7	12
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	9	0	0	6	15
	Lyon Centre PM10 (fond)	4	0	0	2	6
2019	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	12	2	0	8	22
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	8	0	0	10	18
	Lyon Centre PM10 (fond)	7	1	0	5	13
2018	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	3	0	1	4	8
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	0	0	0	1	1
	Lyon Centre PM10 (fond)	0	0	0	1	1
2017	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	18	1	1	3	23
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	17	0	0	1	18
	Lyon Centre PM10 (fond)	10	0	0	5	15
2016	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	6	0	3	23	32
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	2	0	1	17	20
	Lyon Centre PM10 (fond)	1	0	0	15	16
2015	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	20	0	1	18	39
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	14	0	0	8	22
	Lyon Centre PM10 (fond)	10	0	0	4	14
2014	A7 sud lyonnais PM10 (trafic)	9	2	0	13	24
	Croix-Rousse-Tunnel PM10 (trafic)	8	0	0	7	15
	Lyon Centre PM10 (fond)	7	1	0	3	11

Tableau 4 - Nombre de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m³ en PM10 enregistré depuis 2014 par la station Croix-Rousse tunnel et les stations de référence de l'étude

L'ensemble des stations étudiées enregistre plusieurs dépassements du seuil journalier (50 µg/m³) d'information de PM10 sur la période 2014-2020, y compris en niveaux de fond (cf. Tableau 3). En 2015, un dépassement de la limite réglementaire (35 jours de dépassements par an supérieur à 50µg/m³) a eu lieu sur la station A7 sud lyonnais, en bordure de l'autoroute A7, mais cet événement reste isolé sur l'ensemble de la période d'étude. Les années 2018 et 2020 enregistrent les plus faibles nombres de jours de dépassements pour l'ensemble des stations.

La station à proximité de la sortie du tunnel de Croix-Rousse connaît un nombre de jours de dépassements sensiblement inférieur à ceux observés sur d'autres sites en proximité de trafic automobile entre 2017 et 2019. En 2020 cependant, elle enregistre le plus fort nombre, avec 15 jours de dépassements.

La station Croix Rousse tunnel présente donc un nombre de dépassements du seuil journalier intermédiaire entre un site trafic tel que l'A7 sud lyonnais et un site de fond telle que la station Lyon-Centre.

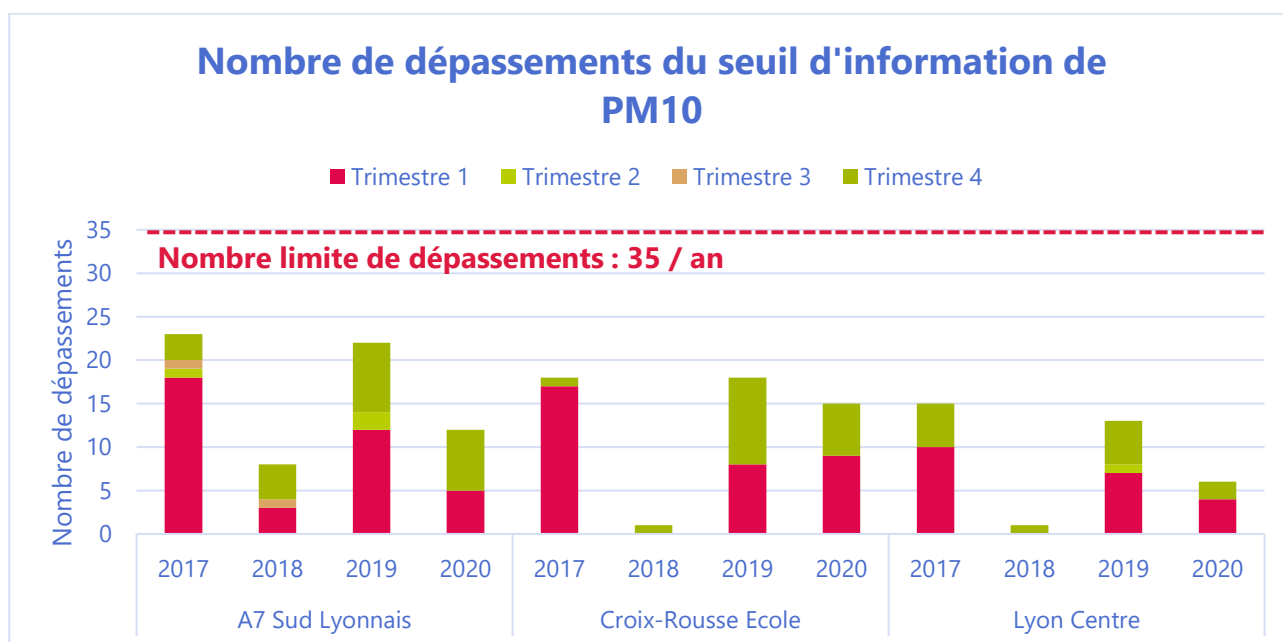


Figure 13 - Nombre de dépassements du seuil d'information de PM10 par année avec une décomposition par trimestre

La période hivernale est particulièrement propice aux épisodes de pollution aux particules. Pour cette raison, les trimestres 1 et 4 sont chaque année le moment présentant le plus grand nombre de jours de dépassements du seuil d'information (cf. Figure 13). Ce constat est visible aussi bien près du tunnel de la Croix-Rousse qu'en bordure de l'autoroute A7 ou en fond urbain dans le centre de l'agglomération.

4. Étude de facteurs d'influence

4.1 Étude réalisée en 2017

Afin d'identifier l'origine de l'augmentation « atypique » des concentrations en NO₂ enregistrées en 2017 près du site Croix-Rousse-Tunnel, une analyse plus détaillée a été réalisée en croisant les données des mesures avec d'autres facteurs pouvant avoir une influence sur les niveaux de pollution.

Deux grands facteurs d'influence ont particulièrement été étudiés :

- Les conditions de trafic à partir de données transmises par la Métropole de Lyon ;
- Les paramètres météorologiques : précipitations et conditions de vents.

Les résultats détaillés obtenus sont présentés en annexe avec, tout d'abord, l'étude effectuée à partir des données de comptage disponibles aux abords du tunnel de la Croix-Rousse et d'autres axes routiers proches. Une comparaison peut ainsi être effectuée pour détecter d'éventuelles spécificités propres au tunnel. L'impact des conditions météorologiques a ensuite été étudié grâce aux données fournies par la station Météo-France située à Bron. L'objectif étant de détecter des paramètres météorologiques susceptibles d'avoir un impact ciblé sur les concentrations mesurées au niveau du tunnel de la Croix-Rousse lors des périodes de hausses observées (cf. chapitres précédents).

Voici les principales conclusions de cette étude :

Certaines corrélations peuvent être établies entre les taux horaires de congestion enregistrés sur certaines boucles de comptage analysées et les concentrations en NO₂ mesurées au niveau du tunnel de Croix-Rousse. **Ces quelques correspondances ne permettent toutefois pas d'établir une corrélation significative entre les taux de congestion et l'augmentation des concentrations en NO₂ en 2017.**

Sur le plan météorologique, l'analyse montre que les vents en provenance du Sud sont susceptibles de « rapporter » des émissions de NO₂ issues du trafic circulant sur les quais du Rhône vers le tunnel de la Croix-Rousse. Pour autant, certains éléments ne confirment pas totalement cette hypothèse. Par exemple, les dépassements du seuil de 200 µg/m³ sont particulièrement plus nombreux en 2017 qu'en 2016 ou 2018, alors que la répartition des vitesses et directions de vent est quasiment identique d'une année à l'autre.

La vitesse et direction du vent ne permettent donc pas d'expliquer non plus à eux seuls la hausse du nombre de dépassements du seuil en NO₂ observée en 2017.

Les résultats de l'ensemble de ces analyses montrent que, dans l'ensemble, à part quelques cas spécifiques, la hausse des niveaux de NO₂ en 2017 est difficile à expliquer uniquement à partir de ces deux facteurs.

4.2 Étude réalisée en 2020-2021

Des données de trafic fournies par la Métropole de Lyon entre septembre 2020 et août 2021 permettent d'actualiser la comparaison entre les concentrations de dioxyde d'azote et le trafic routier sur 3 axes à proximité du tunnel de Croix-Rousse. Les paragraphes suivants présentent les principaux résultats pour le dioxyde d'azote et les particules fines PM10.

Dioxyde d'azote

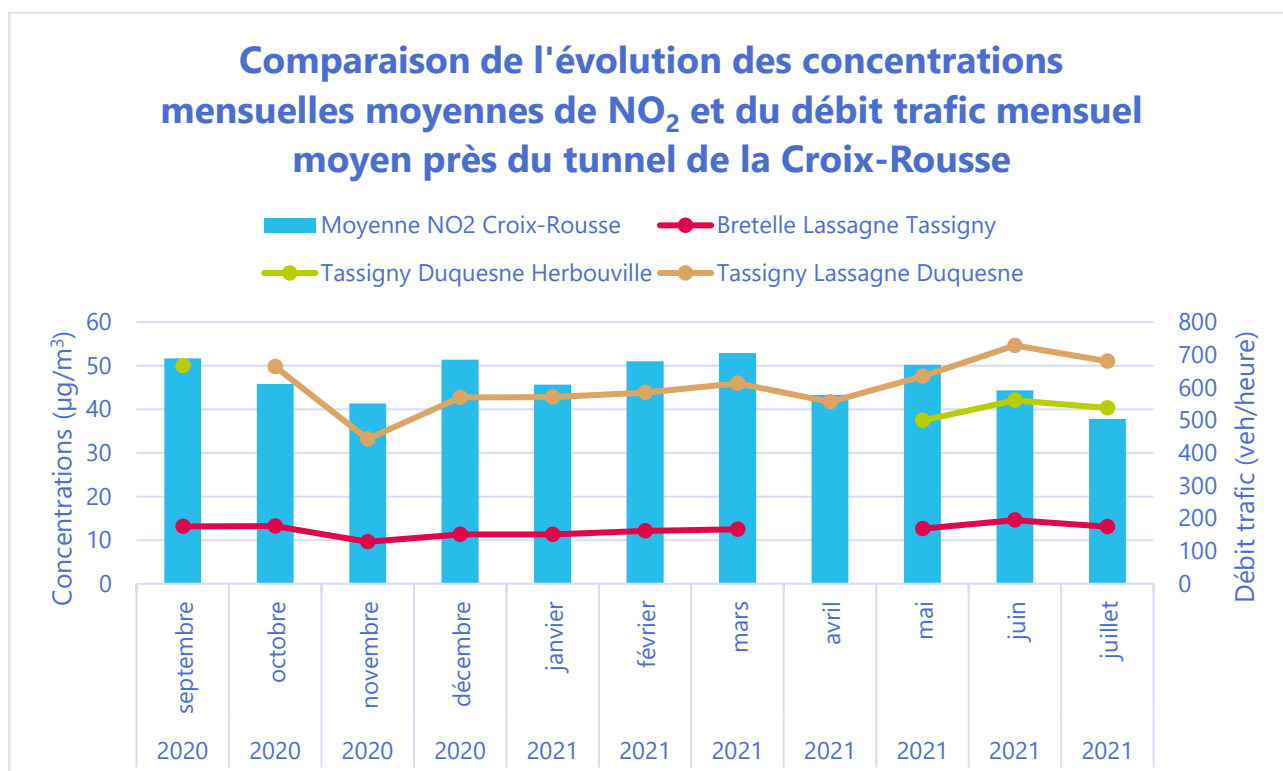


Figure 14 - Évolution des concentrations mensuelles moyennes de NO₂ et du débit trafic mensuel moyen près du tunnel de Croix-Rousse

À l'échelle mensuelle sur la période de mesure, les données de comptage et de concentrations de NO₂ sont corrélées de façon significative (cf. Figure ci-dessus). Sur le mois de décembre par exemple, plus de 50% des variations de concentration peut être expliquée par les fluctuations de trafic près des points de la bretelle menant au pont de Lattre et de la portion du pont de Lattre en direction de l'Est. Cette part fluctue toutefois et a atteint 20% sur le mois de juillet où d'autres facteurs sont davantage intervenus.

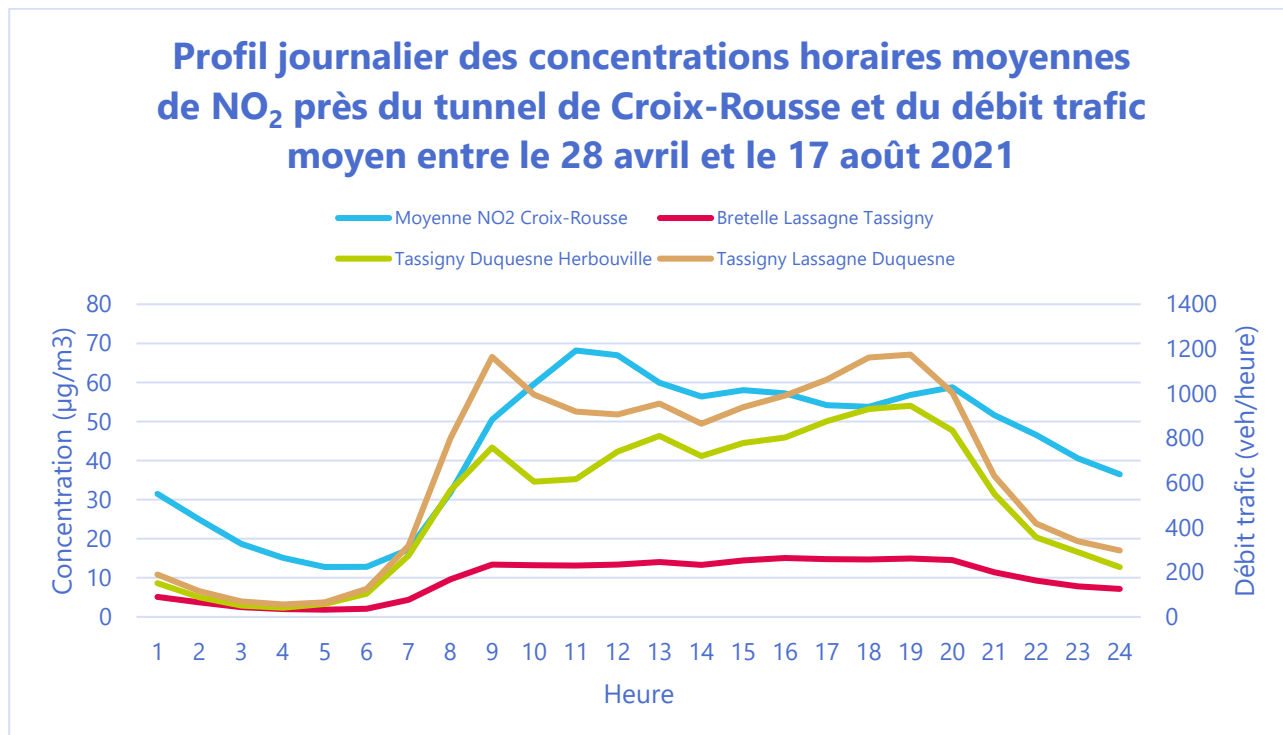


Figure 16 - Profil journalier des concentrations horaires moyennes de NO₂ et du débit trafic moyen près du tunnel de la Croix-Rousse entre le 28 avril et le 17 août 2021

À l'échelle journalière, la corrélation entre concentration horaire moyenne de NO₂ et débit trafic est significative sur l'heure de pointe du matin mais pas sur les autres périodes de la journée. En effet, si un mouvement pendulaire est globalement observé pour les deux mesures, certaines fluctuations du débit trafic au cours de la journée n'ont pas de répercussions visibles sur les concentrations moyennes. La congestion ne permet pas davantage d'expliquer ces différences.

Le faible nombre de concentrations de NO₂ supérieures à 200µg/m³ et les données disponibles sur la période du 1er septembre 2020 au 17 août 2021 ne permettent pas de conclure sur la corrélation entre trafic et pic d'exposition. Sur 5 dépassements enregistrés, l'intégralité a eu lieu en-dehors des heures de pointe. Le mois de septembre enregistre 4 des dépassements et coïncide avec des débits heures compris entre 1000 et 1400 veh/heure sur la portion du pont de Lattre en direction du tunnel (Tassigny Duquesne Herbouville). Le dernier pic enregistré en février correspond également à un débit d'environ 1100 veh/heure sur la portion du pont de Lattre en direction de l'Est (Tassigny Lassigne Duquesne). Néanmoins, rien n'indique que le mois de septembre enregistre davantage de véhicules que les autres et il est donc probable que d'autres paramètres ont favorisé ces pics de concentration.

Particules fines PM10

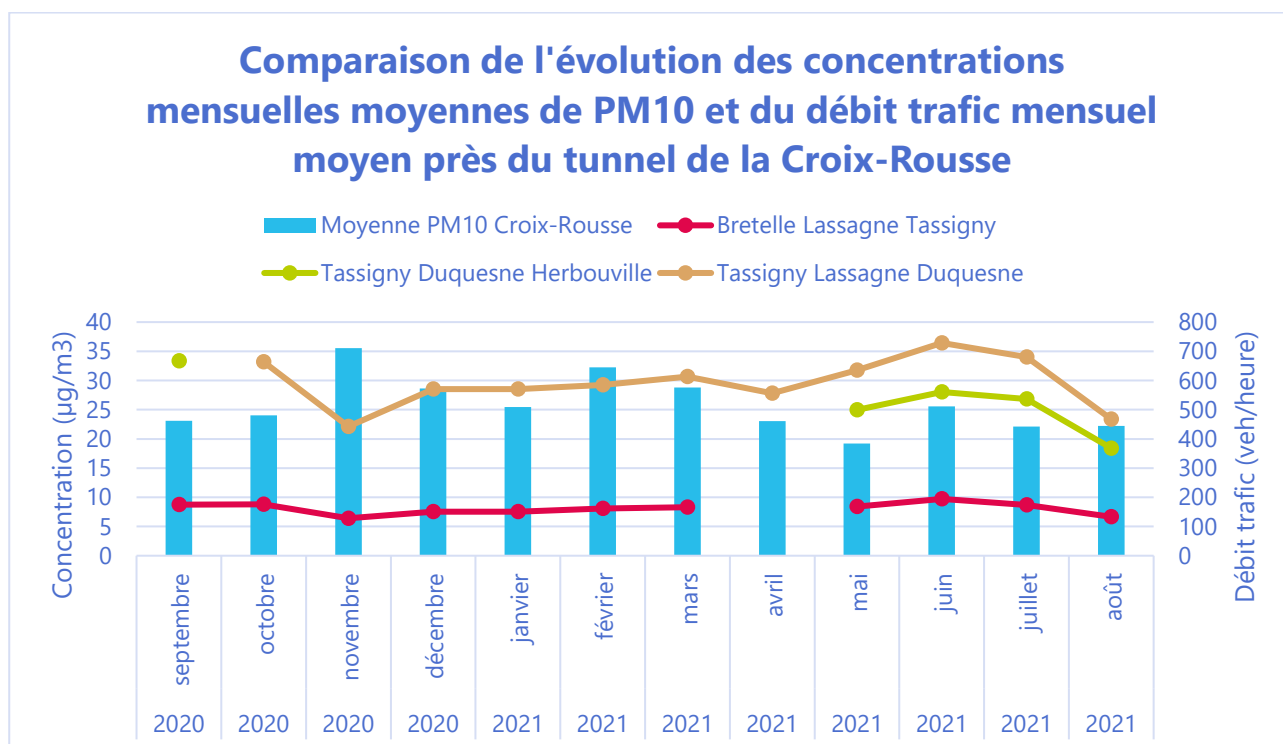


Figure 17 - Comparaison de l'évolution des concentrations mensuelles moyennes de PM10 et du débit trafic mensuel par mois près du tunnel de la Croix-Rousse

À l'échelle mensuelle sur la période de mesure, les données de comptage et de concentrations de PM10 sont assez faiblement corrélées (cf. Figure ci-dessous). Un maximum de 25% des variations de concentration peut être expliquée par les fluctuations de trafic près des points de la bretelle menant au pont de Lattre et de la portion du pont de Lattre en direction de l'Est. Cette part descend toutefois jusqu'à 5% selon les mois. Ce lien, plus faible que pour le dioxyde d'azote, est cohérent avec le fait que les émissions de particules proviennent en majorité d'autres activités que le transport routier.

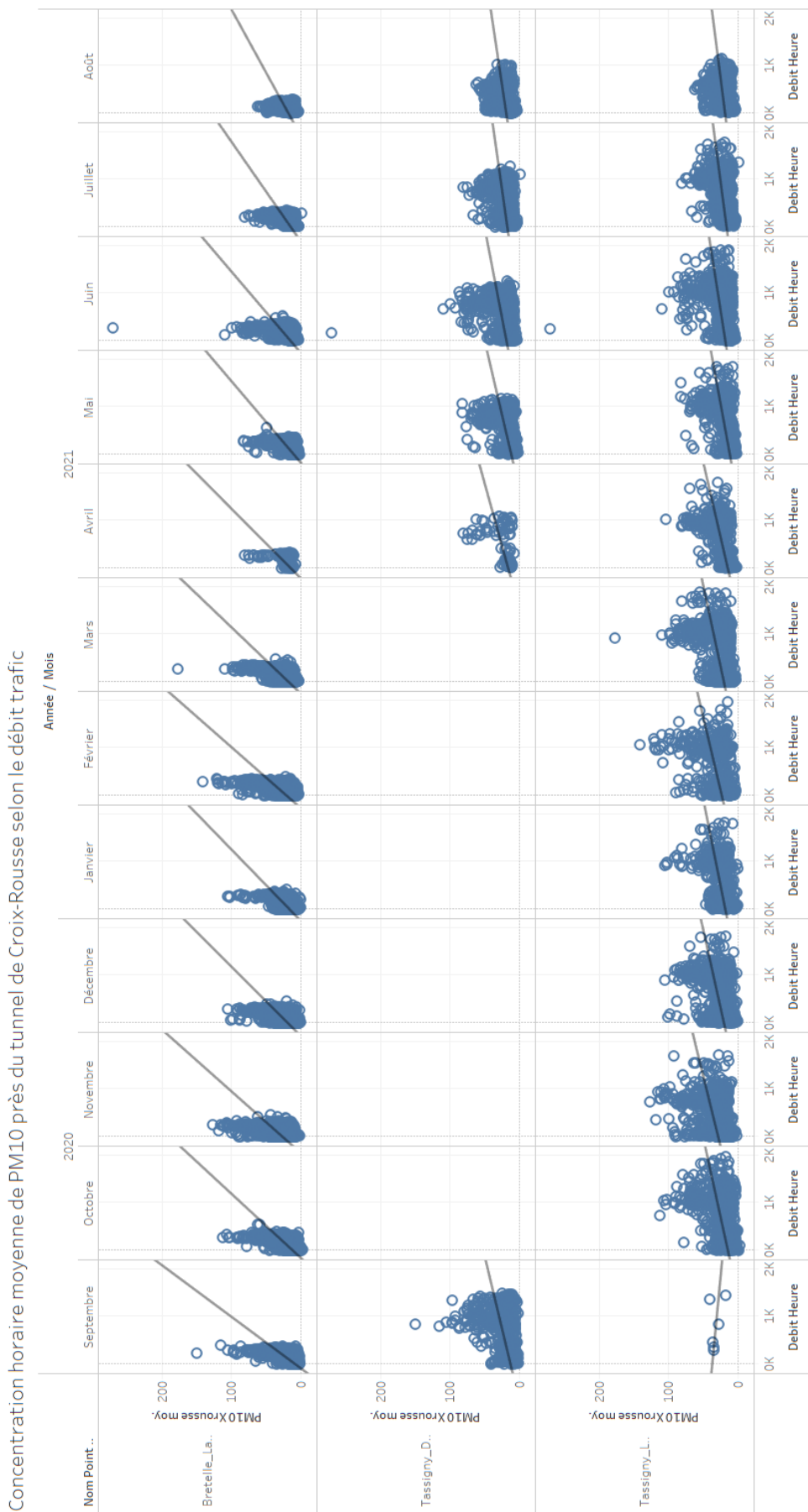


Figure 18 - Concentration horaire moyenne de PM10 près du tunnel de Croix-Rousse selon le débit trafic

Profil journalier des concentrations horaires moyennes de PM10 près du tunnel de Croix-Rousse et du débit trafic moyen entre le 28 avril et le 17 août 2021

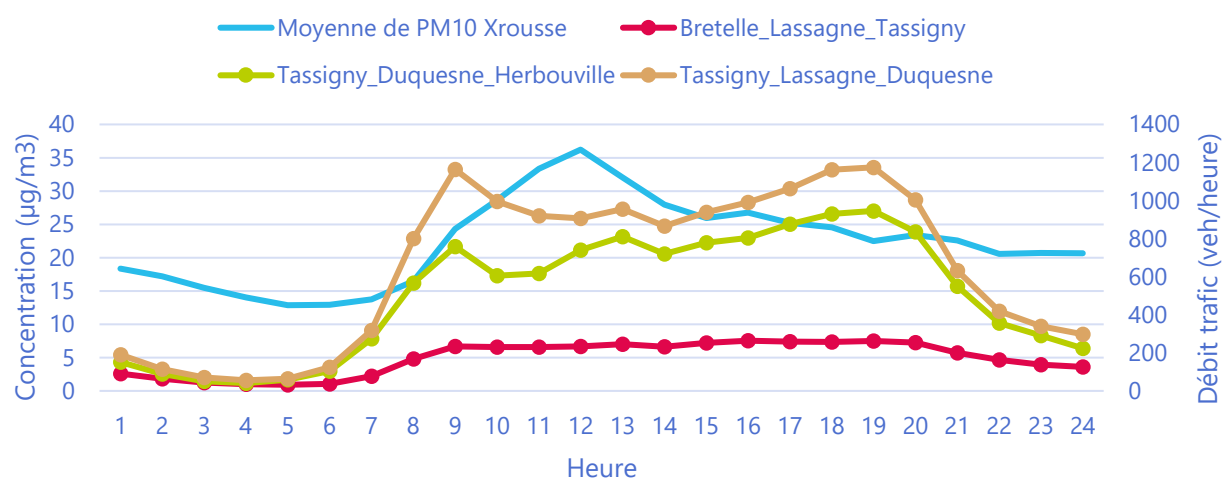


Figure 19 - Profil journalier des concentrations horaires moyennes de PM10 près du tunnel de Croix-Rousse et du débit trafic moyen entre le 28 avril et le 17 août 2021

À l'échelle journalière, la corrélation entre concentration horaire moyenne de PM10 et débit trafic n'est pas significative. Contrairement au NO₂ qui est un marqueur du trafic automobile, le mouvement pendulaire est moins marqué pour les PM10.

Débit trafic journalier (veh/heure)	Nombre d'occurrences	Moyenne journalière (µg/m ³)	Moyenne journalière maximale
4000-4999	2	22	25
5000-5999	5	29	49
6000-6999	3	23	29
7000-7999	2	30	31
8000-8999	7	25	43
9000-9999	11	21	40
10000-10999	29	21	42
11000-11999	16	21	44
12000-12999	42	28	74
13000-13999	20	27	74
14000-14999	35	23	41
15000-15999	43	31	56
16000-16999	42	30	75
17000-17999	22	29	48
18000-18999	24	25	54
19000-19999	7	22	37
20000-20999	11	19	30
21000-22000	1	12	12

Tableau 5 - Concentrations journalières moyennes et maximales de PM10 en fonction du débit trafic journalier

Sur la période d'analyse du trafic allant du 1^{er} septembre 2020 au 17 août 2021, 13 jours dépassent la concentration journalière moyenne de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ dont 9 en novembre et février. Leur apparition ne semble pas corrélée à une hausse du trafic sur la journée ni même du trafic de la veille (cf. Figure ci-dessus).

Conclusions

Malgré la baisse régulière des niveaux de concentrations en dioxyde d'azote au cours des dernières années, la métropole de Lyon est encore sujette à une exposition non négligeable pour ce polluant sur certains secteurs, notamment en proximité routière. Sur l'ensemble des stations à proximité d'axes routiers, les moyennes à l'échelle annuelle dépassent souvent le seuil réglementaire depuis 2014. La station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse n'y fait pas exception.

En effet, depuis 2014, la station enregistre chaque année des dépassements du seuil d'information pour le dioxyde d'azote (NO₂ - seuil horaire de 200 µg/m³) en franchissant la valeur limite annuelle (18 dépassements/an autorisés). La tendance à la baisse, d'abord observée, a été suivie par plusieurs rebonds importants et supérieurs aux niveaux observés sur d'autres stations du périmètre.

L'année 2020 enregistre une baisse importante. La valeur réglementaire à l'échelle annuelle reste encore dépassée, mais le nombre de dépassements du seuil horaire respecte pour la première fois la valeur limite autorisée réglementairement. L'impact du confinement sur les émissions et concentrations de dioxyde d'azote ne permet cependant pas de conclure à une amélioration durable des concentrations à ce stade.

La pollution aux particules fines PM10 est moindre. Aucune station n'a enregistré de dépassement de la moyenne annuelle limite depuis 2014, y compris aux abords du tunnel de la Croix-Rousse. Pour autant, le seuil préconisé par l'Organisation Mondiale de la Santé en 2005 est franchi sur l'ensemble du territoire jusqu'en 2017. Les améliorations vis-à-vis de ce seuil sont surtout visibles en fond urbain (station de Lyon-Centre notamment).

Les concentrations près du tunnel de la Croix-Rousse sont typiques de celles observées sur d'autres axes routiers majeurs comme l'A7 ou le périphérique Laurent Bonneval. Les concentrations moyennes annuelles sont similaires depuis 2015 et le nombre de dépassements du seuil d'information respecte chaque année la limite annuelle.

En 2020, le constat n'a pas évolué de façon franche, malgré le confinement. A proximité du tunnel de la Croix-Rousse, la concentration en moyenne annuelle s'est maintenue à son niveau de 2019 (autour de 25 µg/m³). En revanche, certains autres axes, comme l'A7 sud lyonnais ou le périphérique lyonnais, ont connu une baisse visible, notamment sur l'évolution horaire des concentrations, qui pourraient être liées aux actions mises en place par la Métropole de Lyon dans le cadre notamment du Plan Oxygène ou d'autres plans en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air (Abaissement de vitesse, Zones à Faibles Emissions, ...).

Une analyse plus poussée sur l'année 2017 a permis de tester différentes hypothèses sur les niveaux de dioxyde d'azote observés près du tunnel de la Croix-Rousse (cf. analyse en Annexe). Cette année a en effet été marquée par plusieurs jours de fermeture du périphérique Nord (BPNL) et des travaux autour du quartier de la Part-Dieu, ce qui a pu entraîner une hausse globale du trafic dans le tunnel de la Croix-Rousse et sur d'autres axes structurants de la métropole lyonnaise. Les conditions météorologiques ont pu également être propices à l'accumulation des polluants atmosphériques. Ces deux éléments ont, de manière concomitante, probablement conduit à des augmentations de concentrations certains jours. En revanche, cette analyse ne permet pas de conclure de façon définitive sur l'impact de ces facteurs sur les niveaux observés sur la station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse, au sein de l'école Michel Servet. De nouvelles données en 2020 et 2021 ont permis d'observer à nouveau un lien significatif entre trafic et concentrations, n'expliquant toutefois pas l'intégralité des variations. Les investigations et analyses complémentaires sont donc à poursuivre pour mieux cerner le profil « atypique » de cette station.

Annexe : Étude de facteurs d'influence sur les niveaux mesurés aux abords du tunnel de la Croix-Rousse

L'année 2017 a été marquée par plusieurs jours de fermeture du périphérique Nord (BPNL) et des travaux autour du quartier de la Part Dieu, ce qui a pu entraîner une hausse globale du trafic dans le tunnel de la Croix-Rousse et sur d'autres axes structurants de la métropole lyonnaise. D'autre part, en 2017, les conditions météorologiques ont été plutôt propices à l'accumulation des polluants atmosphériques. Ces conditions peuvent, de manière concomitante, avoir conduit à des augmentations de concentrations certains jours.

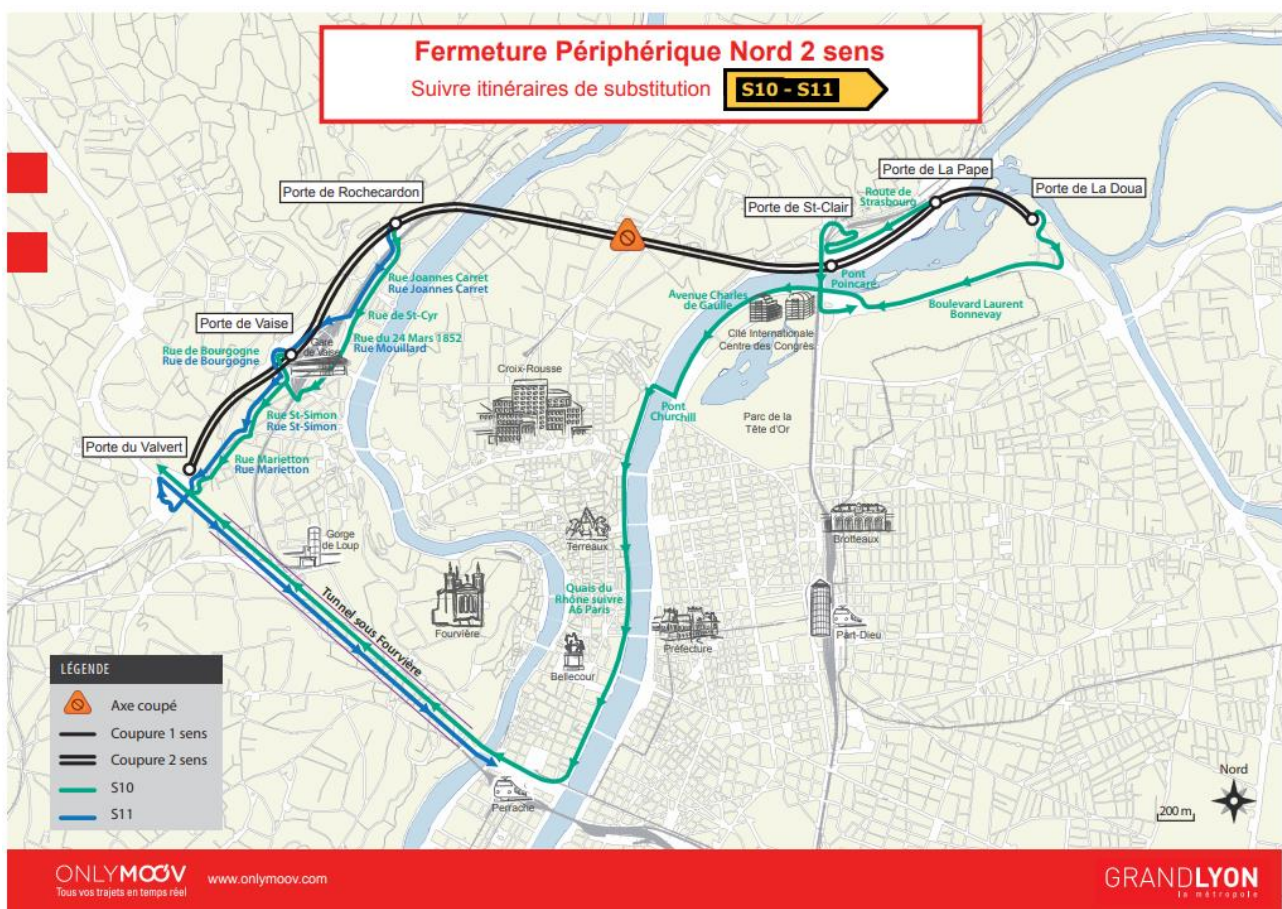


Figure 20 - Itinéraires de substitution liés à la fermeture du périphérique Nord (2 sens) (Source : Métropole de Lyon)

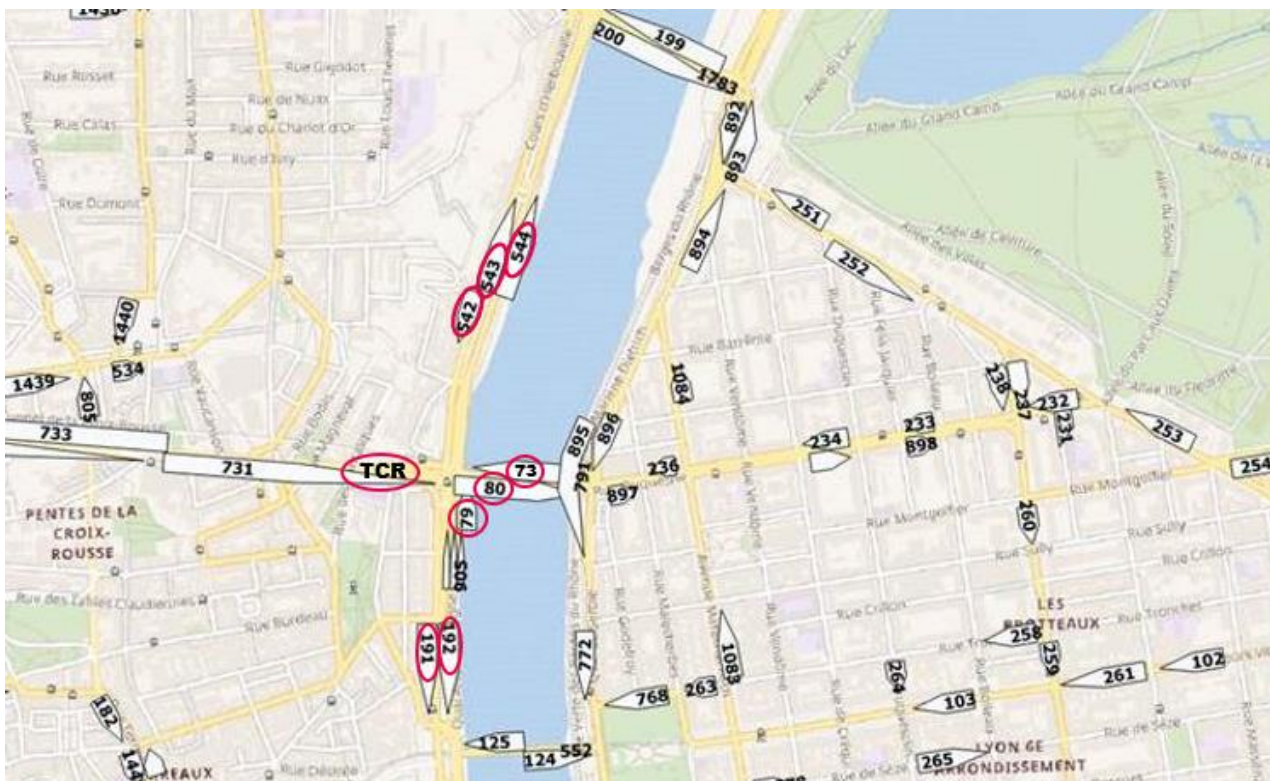


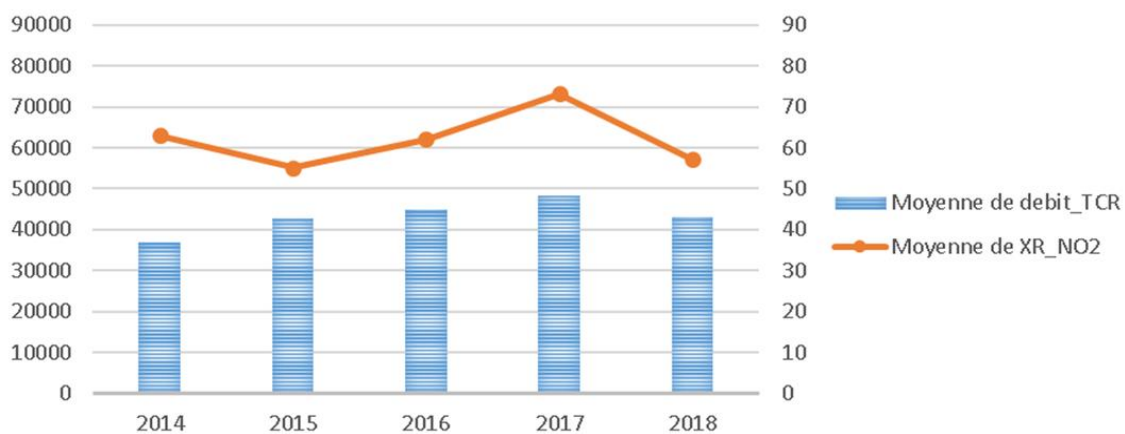
Figure 21 - Points de comptage exploités dans le cadre de l'étude exploratoire des facteurs d'influence des concentrations atypiques en NO₂ enregistrées en 2017 (Source : Métropole de Lyon)

Jeu des données exploitées :

- **Données de comptage du trafic dans le Tunnel Croix-Rousse (TCR – voir carte ci-dessus)**
 - Débit moyen journalier (TMJO) / données mensuelles
 - Période analysée : de 2014 à 2018
- **Autres boucles de comptage du trafic (voir carte ci-dessus)**
 - Données horaires : du 01/01/16 au 15/11/2018
 - Débit horaire = Nb de véhicules/heure
 - Taux horaire = temps de présence sur la boucle de comptage (« congestion » si taux >30%)
- **Données de mesures de qualité de l'air (NO₂ et PM₁₀)**
 - Données horaires : du 01/01/16 au 31/12/2018
 - Croix-Rousse-Tunnel (Observation spécifique avec influence trafic - Ecole Michel Servet)
 - A7 Sud Lyonnais (Trafic)
 - Lyon-Centre (Fond urbain)
- **Données météorologiques**
 - Données horaires : du 01/01/16 au 31/12/2018
 - Site Météo-France Bron (Précipitations, vitesse et direction du vent, Humidité,...)
 - Site Météo Caluire - ATMO Auvergne-Rhône-Alpes (Précipitations)

1. Influence du trafic

De prime abord, le trafic à l'intérieur du tunnel semblerait être le facteur ayant le plus d'influence sur les niveaux de NO₂ mesurés sur le site situé aux abords du tunnel de la Croix-Rousse.



	Trafic (débit)		Moyenne NO ₂	
2014 -> 2015	↗	+16%	↘	-13%
2015 -> 2016	↗	+5%	↗	+13%
2016 -> 2017	↗	+7%	↗	+18%
2017 -> 2018	↘	-11%	↘	-22%

Figure 22 - Evolution annuelle du débit moyen dans le tunnel de la Croix-Rousse (TMJO) comparée aux concentrations moyennes annuelles en NO₂ de la station située aux abords

L'augmentation ou la diminution des concentrations en NO₂ entre 2015 et 2018 semble en effet bien corrélée à la hausse ou la baisse de la moyenne globale du trafic dans le tunnel. Cette corrélation n'est toutefois pas vérifiée chaque année, à l'image de l'évolution entre 2014 et 2015 et des disparités sont observées dans l'année.

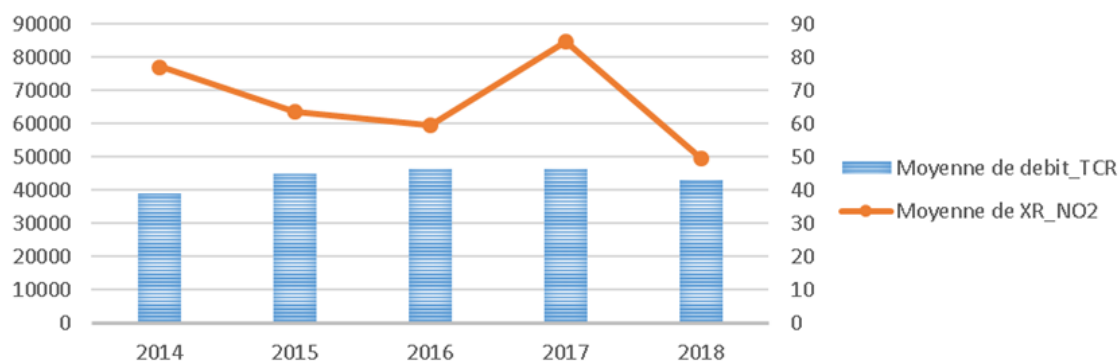


Figure 23 - Evolution du débit moyen dans le tunnel de la Croix-Rousse (TMJO) enregistré au cours des mois de février comparée aux concentrations moyennes en NO₂ de la station située aux abords

A titre d'exemple, les concentrations en NO₂ du mois de février 2017 ont enregistré une augmentation particulièrement notable par rapport aux années antérieures et 2018 tandis que le débit moyen du trafic est resté plutôt stable.

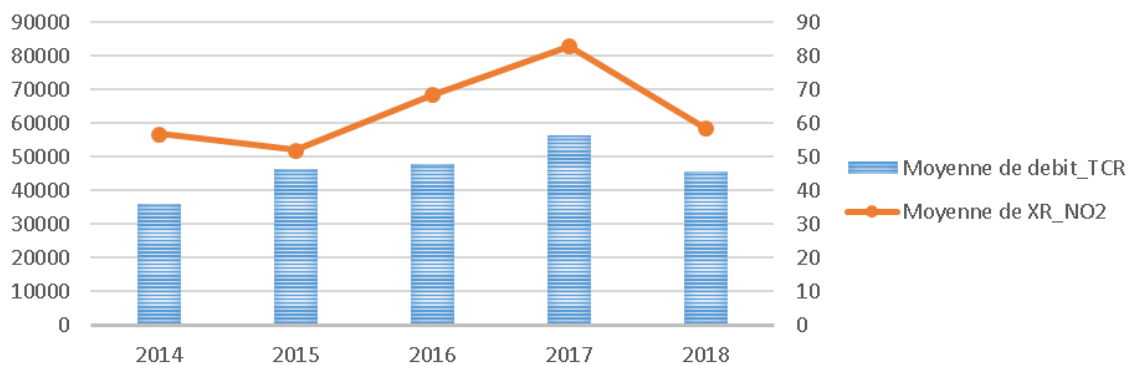


Figure 24 - Evolution du débit moyen dans le tunnel de la Croix-Rousse (TMJO) enregistré au cours des mois de juillet comparée aux concentrations moyennes en NO₂ de la station située aux abords

A l'inverse, les concentrations en NO₂ enregistrées au cours des mois de juillet semblent plutôt bien corrélées aux évolutions des débits moyens du trafic.

Afin d'affiner l'étude de l'impact potentiel du trafic sur les concentrations en NO₂ enregistrées au niveau de la station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse, une analyse a également été réalisée sur les données de comptage (débit et taux de congestion) transmises par la Métropole de Lyon sur des pas de temps horaires.

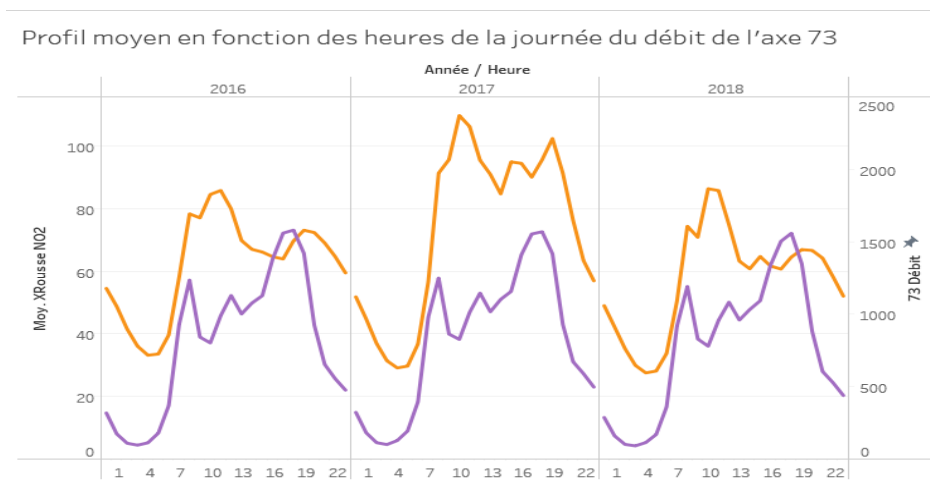
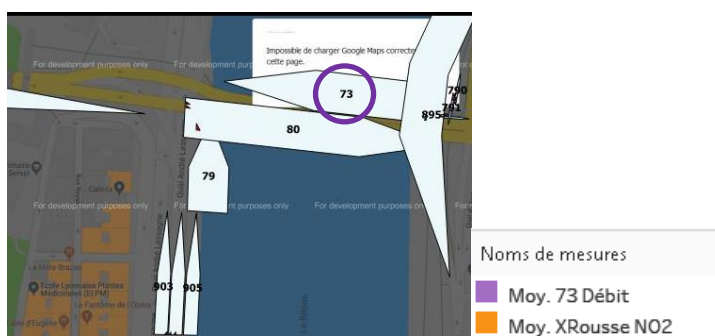
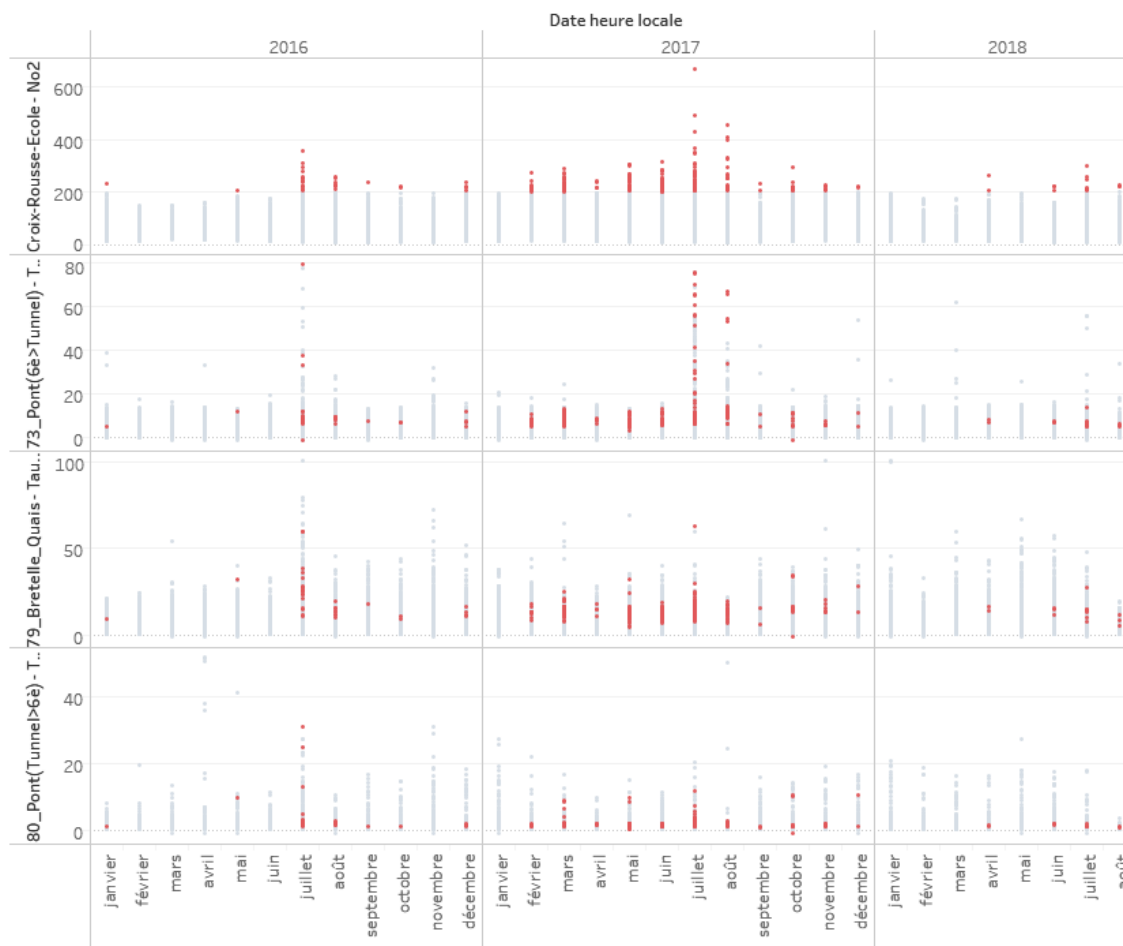


Figure 25 - Exemple d'analyse comparative des profils moyens horaires des concentrations en NO₂ (en orange, axe à gauche) et des débits du trafic sur l'axe 73 Tassigny/Duquesne/Herbouville (en violet, axe à droite).

Alors que le profil horaire du débit moyen est très similaire entre 2016, 2017 et 2018, le profil des niveaux en NO₂ mesurés par la station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse est bien plus élevé en 2017. Cette hausse du NO₂ observée en 2017 sur ce site ne semble donc pas pouvoir être directement reliée à une évolution du trafic sur la boucle 73.

De la même manière que pour la boucle 73, l'analyse des données des autres boucles n'a pas permis de mettre en évidence de corrélation directe entre l'évolution du débit du trafic aux abords du site et les pics de NO₂ observés en 2017.

Répartition des Taux horaires par année et par mois
(en rouge = heures où NO₂ > 200µg/m³ sur CRT)



Les points **en rouge** représentent les jours où le maximum horaire **du site Croix-Rousse tunnel** dépasse le seuil de 200 µg/m³

Figure 26 - Répartition des valeurs du maximum horaire journalier (MaxH_J) par année et par mois sur le site **Croix-Rousse-Tunnel** (CRT), comparées aux valeurs du taux horaire de congestion sur trois boucles de comptages proches de la sortie du tunnel (73,79 et 80)

Si certaines corrélations peuvent être établies entre les taux horaires de congestion enregistrés sur certaines boucles de comptage analysées et les concentrations en NO₂ mesurées au niveau de la station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse :

- En 2016 : des taux atypiques plus élevés (congestion) ont été observés en juillet sur les 3 boucles de comptage en lien avec des dépassements en NO₂ ;
- En 2017 : des taux atypiques plus élevés (congestion) ont été observés en juillet / août sur la boucle 73 (sur le pont en direction du tunnel), en lien avec des dépassements en NO₂ ;

Ces corrélations ne sont pas vérifiées systématiquement :

- En 2016 : des taux atypiques plus élevés (congestion) ont été observés en avril ou novembre sur la boucle 80 ou 79, mais sans dépassements en NO₂ ;
- En 2017 : aucun autre véritable lien de cause à effet entre les taux de congestion et les dépassements en NO₂ n'a été enregistré en dehors de juillet / août ;

- En 2018 : aucun lien de cause à effet entre les taux de congestion et les dépassements en NO₂ n'a été enregistré.

De la même manière que pour les débits de trafic, l'analyse des données de comptage aux abords du site n'a pas permis de mettre en évidence de corrélation directe entre les taux de congestion et l'augmentation des concentrations en NO₂ en 2017.

2. Influence des paramètres météorologiques

Somme des précipitations mensuelles (Bron) par mois comparé au NO₂ moyen prélevé à Croix Rouse Ecole

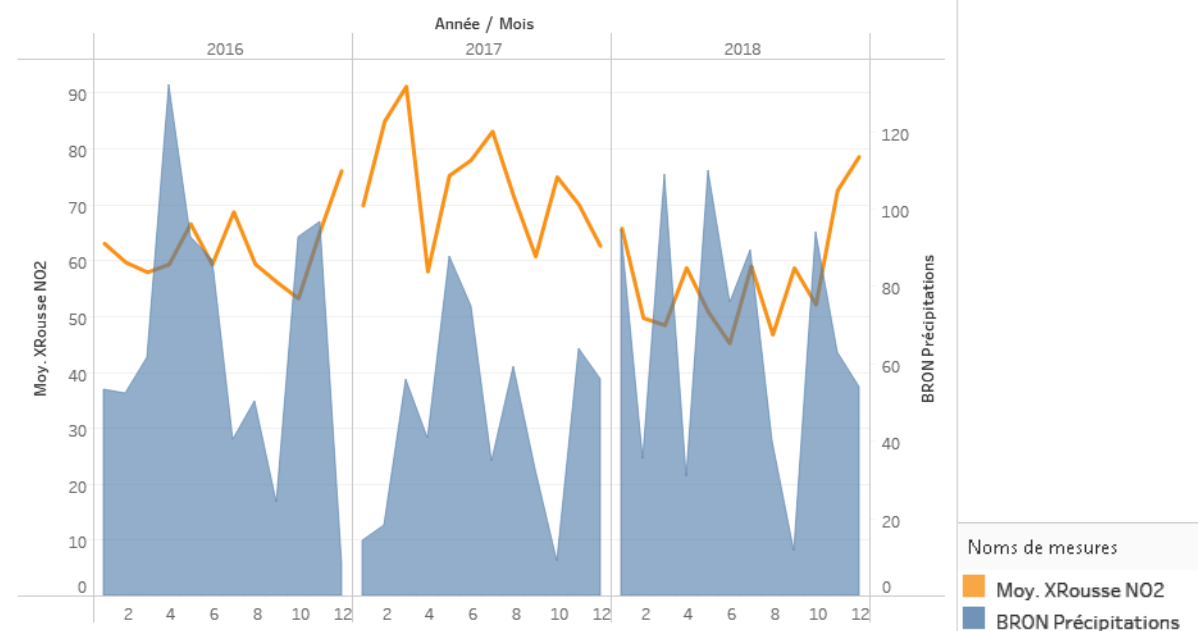


Figure 27 - Analyse comparative des moyennes mensuelles en 2016, 2017 et 2018 des concentrations de NO₂ (en orange, axe à gauche) et cumul mensuel des précipitations (en bleu axe à droite).

L'année 2017 a en moyenne connu moins de précipitations par rapport à 2016 ou 2018. Les précipitations étant favorables à la dispersion des polluants, notamment gazeux (« lavage » de l'atmosphère), ces conditions météorologiques rencontrées en 2017 ont pu favoriser la hausse de niveau en NO₂ observée au niveau de la station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse.

Toutefois, l'évolution des concentrations en NO₂ enregistrées en 2017 au niveau de la station située aux abords du tunnel de la Croix-Rousse étant particulière par rapport aux autres stations de l'agglomération, elles-mêmes soumises aux mêmes conditions de pluviométrie, ce facteur d'influence ne peut expliquer à lui seul cette augmentation.

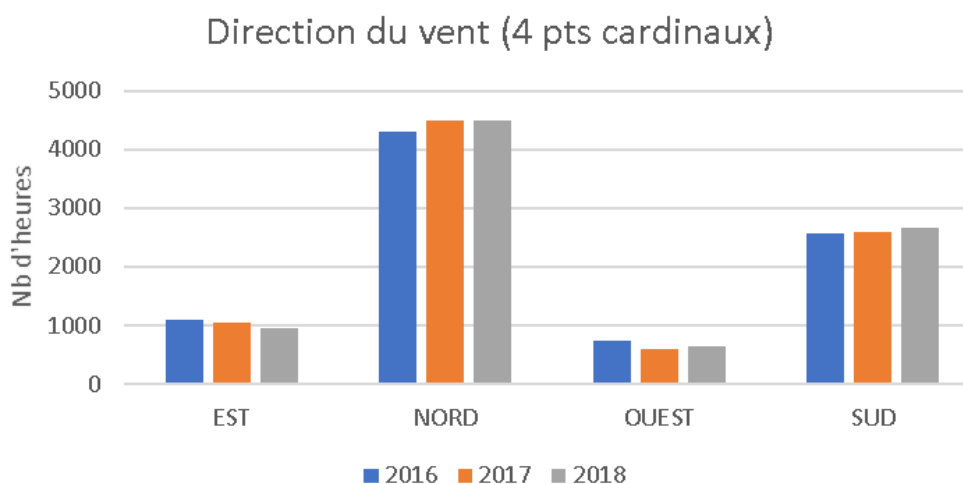


Figure 28 - Répartition des directions des vent entre 2016 et 2018, selon certaines « classes »

Les vents du secteur proviennent majoritairement du secteur Nord ou Sud sans grande différence de répartition d'une année à l'autre (sur ces 3 années).

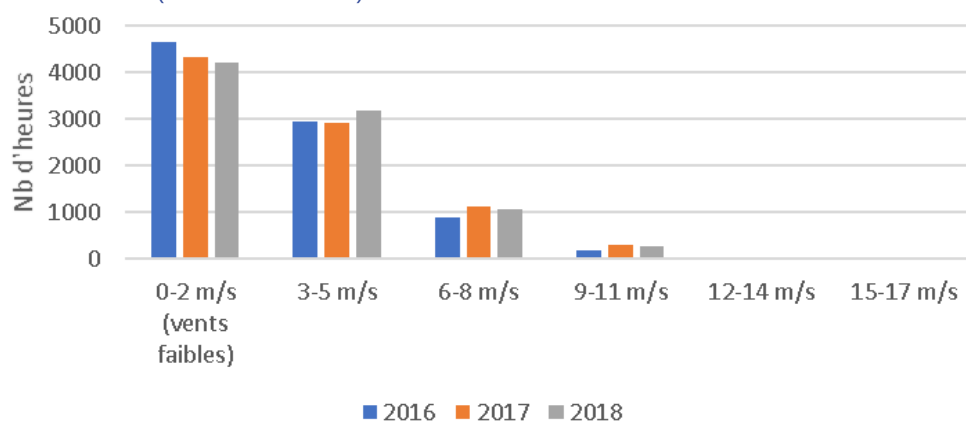


Figure 29 - Répartition des vitesses des vent entre 2016 et 2018, selon certaines « classes »

D'autre part, les vents faibles (0 à 2 m/s) sont majoritaires chaque année pour environ la moitié du temps tandis que les vents forts (>6m/s) sont présents sur à peine plus de 10% à 12% du temps.

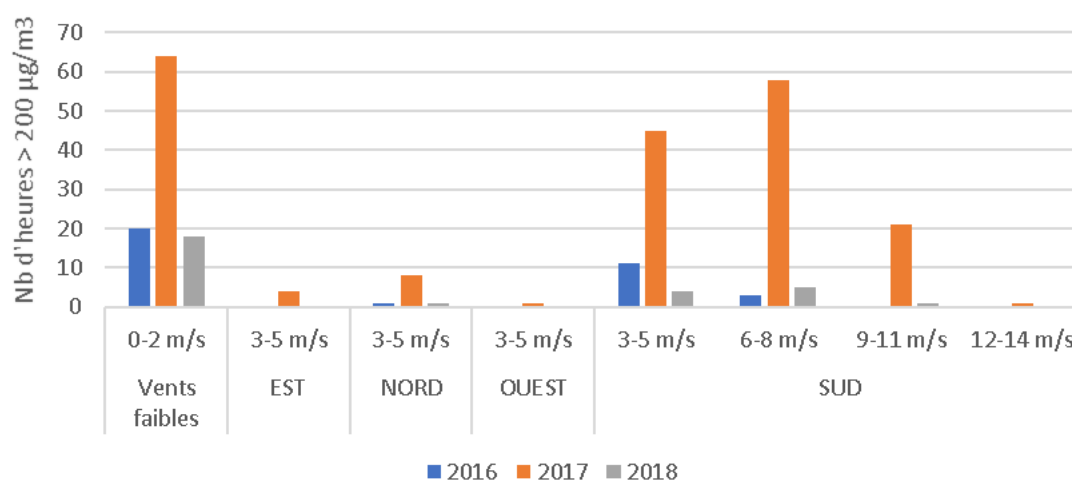


Figure 30 - Répartition du nombre de dépassement du seuil horaire de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 en fonction des classes de vitesses et directions de vent

Les « pics » NO₂ sont plutôt observés en situation de vents faibles (sans direction privilégiée) ou par vents de Sud moyens ou forts. Il est probable que ces vents en provenance du Sud « rapportent » du NO₂ émis au niveau de la zone de trafic des quais du Rhône vers le tunnel de la Croix-Rousse.

Cependant, les dépassements du seuil de 200 µg/m³ sont plus nombreux en 2017 qu'en 2016 ou 2018, alors que la répartition des vitesses et directions de vent sont quasi identiques d'une année à l'autre.

La vitesse et direction du vent ne permettent pas d'expliquer non plus à eux seuls la hausse du nombre de dépassements du seuil en NO₂ enregistré en 2017.

D'autres analyses comparatives entre 2016, 2017 et 2018 ont été menées sur des journées spécifiques en croisant les concentrations du NO₂ avec les données météorologiques et les données des boucles de comptages

Les résultats de l'ensemble de ces analyses montrent que, à part quelques cas spécifiques, la hausse des niveaux de NO₂ en 2017 reste difficile à expliquer uniquement avec les données trafic ou météorologiques.