



Evaluation de la qualité de l'air dans l'hyper-centre de Toulouse - Rue des Lois et rue Bayard



Rapport annuel 2020

ETU-2021-087 - Edition Août 2021



CONDITIONS DE DIFFUSION

Atmo Occitanie, est une association de type loi 1901 agréée (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de la région Occitanie. Atmo Occitanie est adhérent de la Fédération Atmo France.

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 Occitanie met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. À ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur le site :

www.atmo-occitanie.org

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Occitanie.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à **Atmo Occitanie**.

Les données ne sont pas systématiquement rediffusées lors d'actualisations ultérieures à la date initiale de diffusion.

Par ailleurs, **Atmo Occitanie** 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 Occitanie** par mail :

contact@atmo-occitanie.org

SOMMAIRE

SYNTHESE	1
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
1.1. CONTEXTE	2
1.2. OBJECTIFS.....	2
2. ESTIMATION DE L'IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR LA QUANTITE DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ET GES	3
2.1. PRINCIPE ET HYPOTHESES POUR L'ESTIMATION DE L'IMPACT	3
2.2. ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ET GES DE LA RUE DE BAYARD	4
2.3. ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES DE LA RUE DES LOIS.....	5
2.4. CONCLUSION	6
3. RESULTATS DES MESURES DE DIOXYDE D'AZOTE NO₂	7
3.1. RESPECT DE L'ENSEMBLE DES VALEURS REGLEMENTAIRES	7
3.2. EN 2020, DES CONCENTRATIONS EN BAISSSE SUITE AUX AMENAGEMENTS DES VOIERIES ET AUX MESURES DE RESTRICTIONS DE LA CRISE SANITAIRE (COVID-19)	10
TABLE DES ANNEXES	13

SYNTHESE

Les faits marquants

- En 2019, après les aménagements de la rue de Bayard et de la rue des Lois, les émissions des principaux polluants atmosphériques et de Gaz à Effet de Serre (GES) diminuent significativement.
- En plus de l'amélioration technologique des véhicules, cette **diminution** est principalement **liée aux aménagements de circulation** qui ont permis de faire diminuer le trafic routier (kilomètres parcourus), et par conséquent les polluants et GES émis sur les voies à l'étude.
- L'ensemble des mesures de dioxyde d'azote (NO₂) respecte les valeurs limites réglementaires en moyenne annuelle en 2020.** Les concentrations mises en évidence au niveau des rues des Lois et Bayard sont en moyenne supérieures à celles mesurées sur les rues connexes, moins fréquentées, et qui présentent des niveaux comparables à la concentration de fond de l'agglomération toulousaine.
- En 2020, une diminution importante des concentrations**, à la fois en « proximité trafic », comme en situation de « fond », est mise en évidence par rapport à l'historique des mesures sur certains points des secteurs à l'étude. Cependant, il semble difficile de conclure si l'amélioration observée sur les concentrations est principalement induite par :
 - les conséquences du ralentissement de l'activité en lien avec la **crise sanitaire**,
 - la **baisse globale des niveaux de fond** observée sur l'agglomération toulousaine depuis 10 ans,
 - les aménagements de circulation** sur les voies étudiées (Lois et Bayard) qui ont eu lieu en 2017, et qui ont fait baisser la quantité de polluants atmosphériques et GES aux niveaux de ces rues.

Dioxyde d'azote					
		Valeurs réglementaires	Moyenne sur l'année	Respect de la réglementation	Comparaison avec le fond urbain
Exposition de longue durée	Valeur limite	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	Echantillonneurs « Bayard » : entre 12 et 39 µg/m ³ Echantillonneurs « Lois » : entre 12 et 30 µg/m ³	Probable	Supérieur
	Valeur limite	200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18h/an	Pas de mesures horaires sur la campagne	Probable	Supérieur

µg/m³ : microgramme par mètre cube

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Contexte

Atmo Occitanie est sollicité par **Toulouse Métropole et la ville de Toulouse** pour mener **diverses évaluations de la qualité de l'air dans plusieurs périmètres urbains de la Métropole**. Ces diagnostics concernent des zones d'études sur lesquelles une modification de l'urbanisme est envisagée, ou sur lesquelles des conditions de circulations ont été modifiées.

C'est dans ce cadre qu'un diagnostic sur la qualité de l'air ambiant du territoire a été réalisé sur deux rues de l'hyper centre toulousain : la rue des Lois et la rue de Bayard.

La **rue des Lois** a été réaménagée en 2017 selon les mêmes principes qu'une zone de rencontre, laissant une plus large place aux piétons et aux vélos. L'aménagement laisse la possibilité pour les cyclistes de circuler dans les 2 sens, et limite la vitesse de circulation des automobilistes à 20km/h. Elle s'accompagne également d'un meilleur marquage des différents espaces réservés aux divers modes de déplacement.

Depuis septembre 2017, la **rue de Bayard** qui relie les boulevards et la gare, a été reconfigurée sur le plan de l'aménagement de la voirie (mobiliers, trottoirs, arbres, etc...) mais également sur le plan circulatoire. Son aménagement s'inscrit dans le cadre du projet Toulouse Centre et accompagne la réalisation de Toulouse Grand Matabiau - Quais d'Oc qui va modifier en profondeur l'urbanisme du quartier Matabiau/Marengo. Autrefois emprunté dans les deux sens par les automobilistes, cet axe très fréquenté se compose, à la suite des travaux, d'une voie de circulation dans le sens boulevard de Strasbourg/Gare Matabiau et d'une voie de bus dans le sens inverse.

1.2. Objectifs

Pour répondre aux objectifs de diagnostic du territoire sur ces 2 secteurs réaménagés, Atmo Occitanie propose la réalisation des actions suivantes :

- **Un inventaire des émissions** du trafic routier réalisé avec les derniers comptages routiers disponibles afin de connaître les quantités de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre émis sur les 2 périmètres d'étude. Ces quantités d'émissions directes de polluants sont calculées conformément à la méthodologie définie au niveau national par le Pôle de Coordination des Inventaires territoriaux (PCIT). Les gains éventuels en émission à l'issue des travaux d'aménagement sur ces 2 secteurs sont détaillés au §2.
- **Une campagne de mesure par échantillonneurs passifs** disposés tout au long des deux rues et des axes connexes. Près de 55 sites de mesures ont fait l'objet d'une quantification des concentrations en NO₂. Ces niveaux de concentration mettent en perspective la situation moyenne en 2020 et complètent la connaissance sur la dispersion dans l'air de ce polluant dans l'hyper centre de Toulouse. Une comparaison a été faite avec les mesures issues des stations fixes implantées sur l'agglomération, représentatives du niveau de fond urbain toulousain. Enfin, les concentrations mesurées en 2020 ont été mises en perspective de celles mesurées au cours d'une précédente campagne en 2013, dans le cadre d'un partenariat avec TISSEO collectivités.

2. Estimation de l'impact des aménagements sur la quantité de polluants atmosphériques et GES

- Baisse des émissions de polluants atmosphériques et GES rue de Bayard de l'ordre de 21% à 39%.
- Baisse des émissions de polluants atmosphériques et GES rue des Lois de l'ordre de 11% à 16%.
- Baisse liée aux aménagements qui permettent de faire diminuer la circulation automobile (km parcourus) et donc les émissions de polluants et GES.



2.1. Principe et hypothèses pour l'estimation de l'impact

Dans le cadre de l'aménagement de la rue Bayard (passage de deux voies à une voie en sens unique et une voie de bus) et de la rue des Lois (limitation de l'accès à la rue par des bornes à côté du capitole), Toulouse Métropole souhaite connaître l'impact de ces aménagements sur les émissions de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre.

Afin d'évaluer cet impact et de le comparer, **Atmo Occitanie a calculé les émissions pour 3 échéances** :

- Année de référence 2016 avant aménagement,
- Année 2019 pour un scénario fil de l'eau (sans aménagement),
- Année 2019 avec aménagement.

Les hypothèses d'évolution du trafic routier considérées pour le scénario « 2019, fil de l'eau » correspondent à l'évolution tendancielle du trafic routier depuis 2016 (sans aménagement, à partir de modèle trafic).

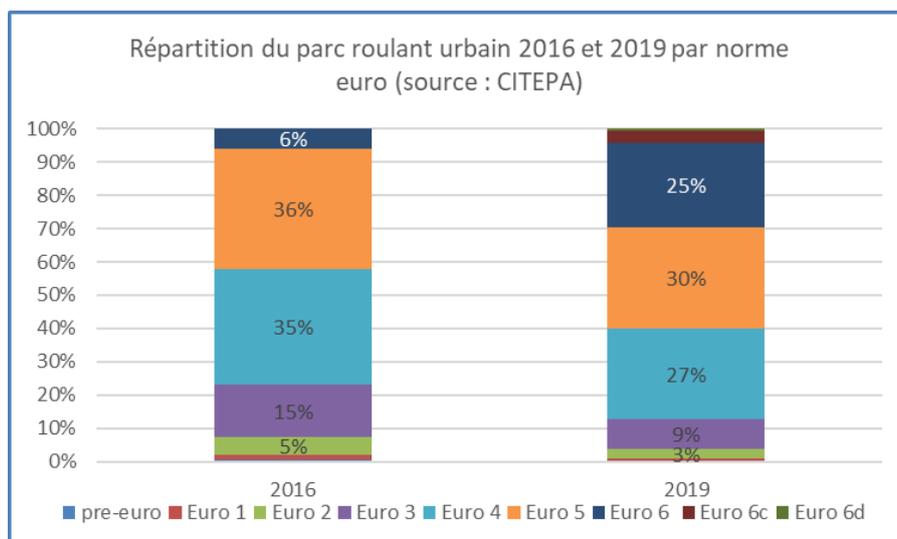
Les totaux annuels des émissions sont présentés pour différents polluants atmosphériques et les GES.

2.1.1. Données d'entrées

Les **données relatives au trafic routier ont été fournies par Toulouse Métropole** et intégrées dans l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques d'Atmo Occitanie ; cet inventaire est réalisé annuellement et couvre actuellement la période 2008-2018. Dans le cadre de cette étude, les données de comptage 2019/début 2020 sont également intégrées ainsi que les émissions du réseau de bus ramenées au prorata de la distance parcourue dans la rue Bayard par rapport aux lignes de bus qui fréquentent cette rue.

Le renouvellement progressif du parc de véhicule roulant au profit de véhicules moins polluants permet de faire baisser les quantités d'émissions de certains polluants.

La répartition par norme euro des parcs automobiles 2016 et 2019 est ainsi donnée ci-dessous :



Entre 2016 et 2019, la norme Euro 6 (moins émissive parmi les normes Euros) passe de 6% à 25% et les normes Euro 6 c et d qui n'existaient pas en 2016 atteignent 5% en 2019. Au contraire, la part de l'ensemble des autres normes Euros (plus polluantes) diminue entre 2016 et 2019.

2.2. Émissions de polluants atmosphériques et GES de la rue de Bayard

2.2.1. Bilan pour les principaux polluants atmosphériques

Les résultats des émissions des principaux polluants atmosphériques sont présentés dans le tableau suivant en comparant les situations « Référence 2016 » aux situations 2019, avec et sans aménagement.

Scénario/évolution	NOx (kg/an)	PM10 (kg/an)	PM2,5 (kg/an)	COVNM (kg/an)
Référence 2016	1380	83	60	142
Fil de l'eau 2019	1321	73	50	104
Avec aménagement 2019	806	54	37	78
Evolution fil de l'eau 2019/2016	-4%	-12%	-17%	-27%
Evolution aménagement 2019/fil de l'eau 2019	-39%	-25%	-26%	-25%
Evolution aménagement 2019/2016	-42%	-34%	-38%	-45%

- Par rapport au scénario « Référence 2016 », les émissions du scénario 2019 avec aménagement permettent une baisse de 42% à 45% pour les NOx et les COVNM, de 34% à 38% pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}.
- En intégrant les baisses des émissions liées à l'évolution tendancielle du parc depuis 2016 (scénario « fil de l'eau »), les travaux d'aménagement de la rue ont permis de faire diminuer de 25% les émissions de PM₁₀ et de COVNM, de 26% les émissions de PM_{2,5}, et de 39% les émissions d'oxyde d'azote (NOx).

En somme, la baisse globale des émissions au niveau de la rue Bayard est la conséquence double d'une baisse des émissions liées au renouvellement tendanciel du parc roulant automobile, accentuée par la baisse des émissions dues à l'aménagement de la rue Bayard. **L'aménagement de la rue à une voie au lieu de deux, en intégrant une voie de bus dans un seul sens, a permis une diminution supplémentaire de 93% pour les NOx, 74 % pour les PM₁₀, 68 % pour les PM_{2,5} et 56 % pour les COVNM, par rapport au scénario fil de l'eau 2019.**

2.2.2. Bilan énergétique et émissions de gaz à effet de serre de la rue Bayard

Les résultats de gaz à effet de serre et de consommation sont présentés dans le tableau suivant :

Scénario/évolution	GES (tonnes eq CO ₂)	consommation de carburant (tonnes)
Référence 2016	355	113
Fil de l'eau 2019	355	114
Avec aménagement 2019	256	82
Evolution fil de l'eau 2019/2016	0%	1%
Evolution aménagement 2019/fil de l'eau 2019	-28%	-28%
Evolution aménagement 2019/2016	-28%	-28%

- Par rapport au scénario « Référence 2016 », les émissions du scénario 2019 avec aménagement permettent une baisse de 28% des GES.
- En 2019, du fait de la diminution de la circulation de voiture sur cet axe, les travaux d'aménagement de la rue ont permis de faire diminuer de 28% les émissions de GES.

En somme, **la baisse** globale des émissions au niveau de la rue Bayard est l'unique **conséquence de l'aménagement de la rue** à une voie au lieu de deux, en intégrant une voie de bus dans un seul sens. Cet aménagement a permis une diminution de 28%, alors que le scénario par rapport au scénario « fil de l'eau » n'aurait pas induit de baisse des émissions de GES.

2.3. Émissions de polluants atmosphériques de la rue des Lois

2.3.1. Bilan pour les principaux polluants atmosphériques

Les résultats des émissions des principaux polluants atmosphériques sont présentés dans le tableau suivant :

Scénario/évolution	NOx (kg/an)	PM10 (kg/an)	PM2,5 (kg/an)	COVNM (kg/an)
Référence 2016	130,8	10,2	7,4	18,4
Fil de l'eau 2019	114,4	8,9	6,1	13,3
Avec aménagement 2019	101,4	7,8	5,3	11,2
Evolution fil de l'eau 2019/2016	-13%	-13%	-18%	-28%
Evolution aménagement 2019/fil de l'eau 2019	-11%	-13%	-13%	-16%
Evolution aménagement 2019/2016	-23%	-24%	-28%	-39%

- Par rapport au scénario « Référence 2016 », les émissions du scénario 2019 avec aménagement permettent une baisse de 23% à 39% pour les NOx et les COVNM, de 24% à 28% pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}.
- En intégrant les baisses des émissions liées à l'évolution tendancielle du parc depuis 2016 (scénario « fil de l'eau »), les travaux d'aménagement de la rue ont permis de faire diminuer de 11% les émissions d'oxyde d'azote (NOx) 13% les émissions de PM₁₀ et PM_{2,5}, et de 16% les émissions de COVNM.

En somme, la baisse globale des émissions au niveau de la rue des Lois est la conséquence double d'une baisse des émissions liées au renouvellement tendanciel du parc roulant automobile, accentuée par la baisse des émissions dues à l'aménagement de la rue. **L'aménagement de la rue en zone de rencontre avec une vitesse de circulation limitée à 20 km/h, a permis une diminution supplémentaire de 48% pour les NOx, 54 % pour les PM₁₀, 46 % pour les PM_{2,5} et 41 % pour les COVNM**, par rapport au scénario fil de l'eau 2019.

2.3.2. Bilan énergétique et émissions de gaz à effet de serre de la rue des Lois

Les résultats de gaz à effet de serre et de consommation sont présentés dans le tableau suivant :

Scénario/évolution	GES (tonnes eq CO ₂)	consommation de carburant (tonnes)
Référence 2016	41,5	13,2
Fil de l'eau 2019	40,4	12,8
Avec aménagement 2019	35,4	11,2
Evolution fil de l'eau 2019/2016	-3%	-3%
Evolution aménagement 2019/fil de l'eau 2019	-12%	-12%
Evolution aménagement 2019/2016	-15%	-15%

- Par rapport au scénario « Référence 2016 », les émissions du scénario 2019 avec aménagement permettent une baisse de 15% des GES.
- En 2019, les travaux d'aménagement de la rue ont permis de faire diminuer de 12% les émissions de GES.

En somme, la baisse globale des émissions au niveau de la rue des Lois est la conséquence double d'une baisse des émissions liées au renouvellement tendanciel du parc roulant automobile, largement accentuée par la baisse des émissions dues à l'aménagement de la rue. **L'aménagement de la rue en zone de rencontre, a permis une diminution supplémentaire de 12% pour les GES**, par rapport au scénario « fil de l'eau » 2019. Sans aménagement, la baisse des émissions de GES liées à la simple évolution du parc aurait été seulement de 3%.

2.4. Conclusion

En 2019, après les aménagements de la rue Bayard et de la rue des Lois, les émissions de polluants atmosphériques et de GES diminuent significativement par rapport au scénario fil de l'eau :

- La diminution de polluants atmosphériques de la rue Bayard est de l'ordre de 21% à 39% et de 11% à 16% dans la rue des Lois par rapport au scénario fil de l'eau 2019 (sans aménagement).
- La diminution (avec l'aménagement des voiries) des GES est de 28% dans la rue Bayard et de 12% par rapport au scénario fil de l'eau 2019.

En plus de l'amélioration technologique des véhicules, cette diminution est principalement liée aux aménagements eux-mêmes qui permettent de faire diminuer la circulation des voitures, et donc les polluants atmosphériques et GES.

3. Résultats des mesures de dioxyde d'azote NO₂

- **Respect des valeurs limites sur l'intégralité des sites de mesures**
- **Influence visible mais limitée du trafic routier sur la rue des Lois, plus prononcée rue de Bayard**
- **Amélioration de la situation rue de Bayard et rue des Lois en 2020, en lien avec les aménagements de voiries, accentuée par l'impact de la crise sanitaire sur les émissions de polluants.**



3.1. Respect de l'ensemble des valeurs réglementaires

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un polluant gazeux principalement émis par le trafic routier. Sa concentration chute rapidement dès que l'on s'éloigne de la source.

Le dispositif déployé par Atmo Occitanie sur les 2 périmètres de l'hyper centre pour la surveillance du NO₂ est détaillé en annexe. Il se compose d'échantillonneurs passifs absorbant pendant 4 semaines le dioxyde d'azote avant d'être analysés en laboratoire afin d'obtenir une indication sur la concentration moyenne de ce composé au cours de la période. La campagne de mesures à l'aide de ces échantillonneurs a été menée entre le 3 septembre et le 1^{er} octobre 2020.

L'annexe 1 détaille les résultats des concentrations mesurées sur l'ensemble des sites de mesures, tandis que l'annexe 3 présente le dispositif et le principe général de la mesure.

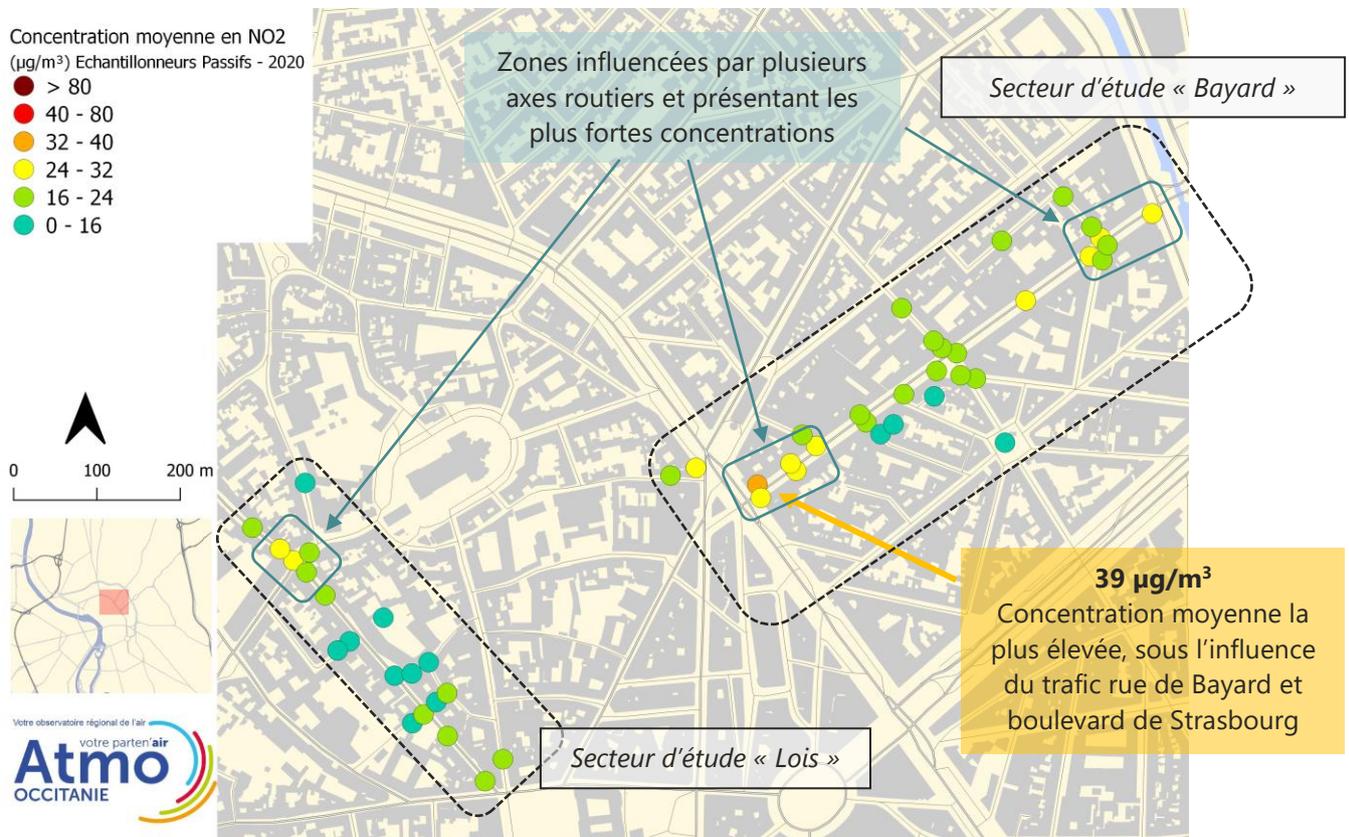
3.1.1. Pollution moyenne

La réglementation européenne donne une valeur limite à ne pas dépasser pour la protection de la santé humaine. Cette valeur est fixée à 40 microgrammes par mètre-cube (µg/m³) en moyenne annuelle.

3.1.1.1. Valeurs relevées

- Secteur « rue de Bayard » : La concentration moyenne est de 21 µg/m³ sur la campagne de mesures. Une adaptation statistique (voir annexe) nous permet de construire une moyenne annuelle pour l'ensemble de ces sites qui s'établit à **22 µg/m³**, les valeurs allant de 12 à 39 µg/m³ selon les sites de mesures.
- Secteur « rue des Lois » : La concentration moyenne est de 16 µg/m³ sur la campagne de mesures. Une adaptation statistique (voir annexe) nous permet de construire une moyenne annuelle pour l'ensemble de ces sites qui s'établit à **17 µg/m³**, les valeurs extrêmes allant de 12 à 30 µg/m³ selon les sites de mesures.

La carte ci-dessous présente les gammes de concentrations relevées sur les sites de mesures du NO₂ positionnés au niveau des 2 secteurs de l'hyper centre toulousain.



Cartographie des concentrations moyennes en NO₂ sur la campagne de mesures

3.1.1.2. Comparaison avec les seuils réglementaires

La valeur limite européenne pour la protection de la santé humaine (40 µg/m³) est respectée sur tous les points étudiés, au niveau des secteurs « Bayard » et « Lois ».

Cependant, sur le secteur « Bayard », un point de mesure situé au niveau de l'intersection rue de Bayard/boulevard de Strasbourg est proche de cette valeur limite, attestant d'une double influence des émissions issues du trafic routier circulant sur « Bayard » et sur le boulevard de Strasbourg. Ce dernier est un axe de circulation important, qui structure notamment les flux routiers du centre-ville au niveau des boulevards intérieurs.

D'autres points de mesures présentent des concentrations nettement supérieures au niveau de fond de l'agglomération, qui est estimé à partir du réseau de stations permanentes à 14 µg/m³ en 2020. Ces observations confirment l'influence certaine des émissions du trafic routier sur ce secteur fréquenté du centre-ville.

Au niveau du secteur « Rue des Lois », l'influence de la circulation routière est également visible sur certains points de mesures à proximité de la voirie principale, notamment au niveau de l'intersection rue des Lois/rue Valade. Les concentrations mesurées restent dans leur ensemble moins marquées par les émissions du trafic routier que sur le secteur « Bayard ». La rue des Lois, transformée en zone de rencontre, étant un axe de circulation beaucoup moins fréquenté que la rue de Bayard, les niveaux moyens de concentrations sont proches du fond urbain toulousain (notamment sur la section de la rue centrale, entre la rue du collège de Foix et la rue Urbain Vitry).

Cependant, la proximité de certains axes routiers a induit des niveaux importants sur les sites de mesures, notamment au niveau de la rue de Bayard et sur les tronçons proches des boulevards qui la délimitent : boulevard de Strasbourg (boulevard intérieur) et boulevard Bonrepos (longeant le Canal du Midi). Sur le secteur des « Lois », des concentrations près de deux fois supérieures au fond de l'agglomération toulousaine sont également mises en évidence au niveau de l'intersection avec la rue Valade (place du Peyrou).

Dioxyde d'azote					
		Valeurs réglementaires	Moyenne sur l'année	Respect de la réglementation	Comparaison avec le fond urbain
Exposition de longue durée	Valeur limite	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	Sites de mesures « Bayard » : entre 12 et 39 µg/m ³ Sites de mesures « Lois » : entre 12 et 30 µg/m ³	Oui	Supérieur

µg/m³ : microgramme par mètre cube

3.1.2. Analyse de la cartographie des concentrations annuelles mesurées en 2020

En se référant à la cartographie p.16, un total de 13 sites de mesures présentent une concentration moyenne en 2020 comprise dans la gamme 24-32 µg/m³, dont 11 sur le secteur « Bayard » et 2 sur le secteur « Lois ».

1 point de mesure est compris dans la gamme 32-40 µg/m³, très proche de la valeur limite en moyenne annuelle, et se situe rue de Bayard, au niveau de l'intersection avec le boulevard de Strasbourg.

Ainsi, en 2020 le seuil réglementaire est respecté sur une année pour tous les points des 2 périmètres d'étude concernés par l'évaluation de la qualité de l'air de l'hyper centre toulousain. Un dépassement de la valeur limite rue de Bayard aux abords du boulevard de Strasbourg reste néanmoins possible, étant donné les niveaux moyens enregistrés sur un capteur de mesures (39 µg/m³ en 2020). Sur l'année, les concentrations les plus élevées sont relevées sur ce tronçon de la rue de Bayard.

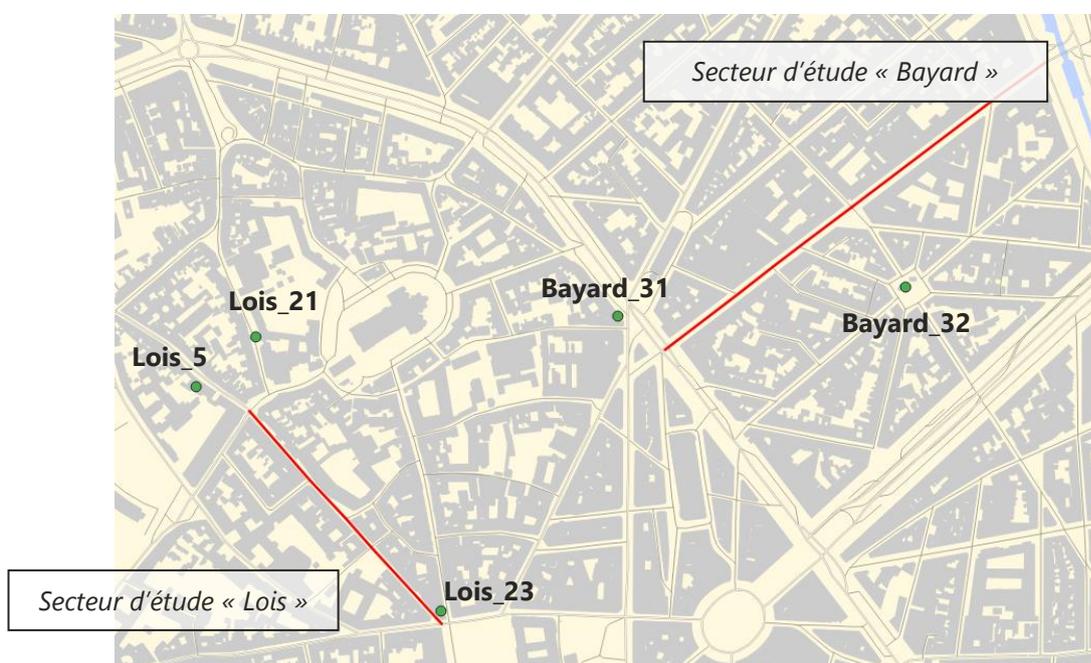
Le niveau de fond urbain observé sur le reste de l'agglomération (environ de 14 µg/m³), et représentatif de l'air respiré par la majorité des habitants, est atteint sur 9 sites de mesures du secteur « Lois » et 4 sites de mesures du secteur « Bayard », essentiellement au niveau de petites rues connexes, sans grande circulation routière.

3.2. En 2020, des concentrations en baisse suite aux aménagements des voiries et aux mesures de restrictions de la crise sanitaire (Covid-19)

Une étude d'impact de la mise en service de la ligne B du métro toulousain sur la qualité de l'air avait été menée en 2013 dans le cadre d'un partenariat avec TISSEO. Elle a permis la comparaison de l'évolution de la qualité de l'air entre 2006, 2008 et 2013 pour les concentrations de NO₂ en situation de fond et en situation de proximité trafic.

Ainsi, **des mesures par échantillonneurs passifs réalisées au cours de cet historique ont été renouvelées en 2020**, au niveau d'emplacements identiques (ou presque). Cette **comparaison sur 4 années différentes**, pour un historique total de 14 ans, permet de **mettre en évidence une tendance sur l'évolution des concentrations de dioxyde d'azote dans l'hyper centre toulousain**. La comparaison est réalisée sur 5 sites identiques entre ces différentes campagnes.

La cartographie ci-dessous permet de localiser l'emplacement des 5 sites pour lesquels un historique de mesures est disponible suite aux précédentes campagnes de mesures réalisées par Atmo Occitanie.

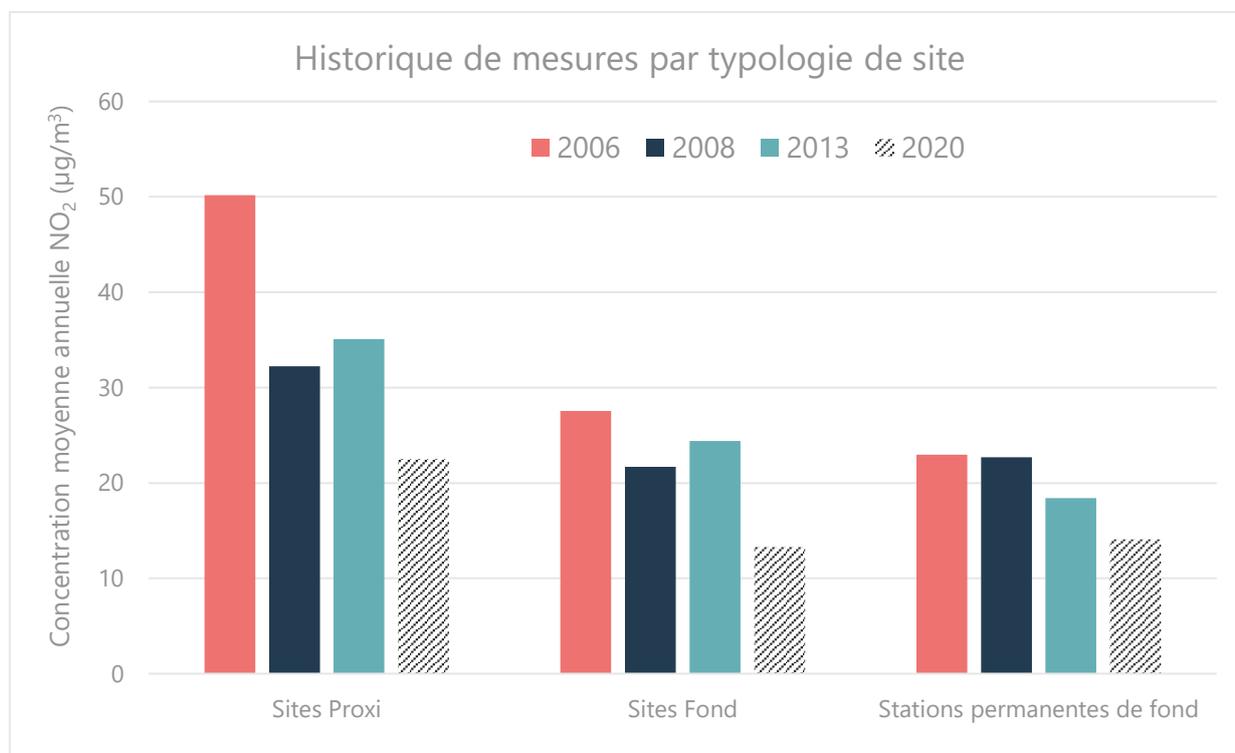


Deux typologies sont définies en fonction de l'environnement du point de mesures, « Fond » pour les sites représentatifs d'une mesure de fond, et « Proxi » pour les sites représentatifs d'une mesure à proximité d'un axe trafic important.

Le tableau suivant détaille les concentrations (µg/m³) sur l'historique de mesures pour les sites échantillonnés. Les identifiants sont identiques à ceux repris en annexe 1, qui détaille les coordonnées géographiques des sites.

ID	Type	NO2_2006	NO2_2008	NO2_2013	NO2_2020
Lois_21	Fond	24,2	17,6	18,3	12,3
Bayard_32	Fond	31,3	24,2	24,6	14,9
Lois_5	Proxi	45,6	26,7	32,9	23,6
Lois_23	Proxi	38,0	30,9	35,3	17,1
Bayard_31	Proxi	66,9	39,1	37,1	26,7

Le graphique suivant présente les concentrations moyennes par année de mesures, par typologie et par moyen de mesures. Pour les concentrations par sites « proximi » et « fond », il s'agit de la moyenne des échantillonneurs mentionnés dans le tableau précédent.



Les niveaux mesurés en 2020 par les sites de fond sont comparables au fond mesuré par les stations fixes du réseau de surveillance toulousain. L'évolution des concentrations mesurées par les stations de fond montre une tendance à l'amélioration de la qualité de l'air dans l'agglomération toulousaine, avec la baisse des concentrations moyennes annuelles. Cette baisse globale de la pollution au dioxyde d'azote (en termes de concentrations) sur l'agglomération est en accord avec les baisses progressives depuis une dizaine d'années des quantités d'émissions de NO₂ (-24 % entre 2008 et 2018¹).

L'interprétation de ce graphique reste cependant à mettre en perspective de l'année « exceptionnelle » en lien avec la crise sanitaire et les mesures de restrictions qui se sont succédées en 2020. Ces mesures nationales de restrictions ont eu un impact sur les flux de déplacement des populations, induisant une baisse globale du trafic routier et des émissions (de dioxyde d'azote notamment) qui en découlent.

Ainsi, les baisses remarquables constatées en 2020 sur les sites « Proxi » et « Fond », sont très certainement accentuées par la conjoncture sanitaire.

¹ Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV4_2008_2018
<https://www.atmo-occitanie.org/datavis/31/243100518>

Si l'on compare la tendance à la baisse entre les sites « proximi », « fond » et stations urbaines de fond, on observe que la baisse est plus importante au niveau des échantillonneurs positionnées dans les secteurs « Rue Bayard » et « Rue des Lois », que sur la situation moyenne des stations de fond urbain. En effet, la diminution des concentrations en 2020 par rapport à la moyenne des 3 autres années de l'historique de mesures est de :

- -43 % pour les échantillonneurs à proximité du trafic,
- -46 % pour les échantillonneurs en fond,
- -34 % pour les stations de mesures du réseau permanent.

Sur la base de ces constats, l'impact des aménagements de voiries des périmètres étudiés, « Bayard » et « Lois », qui était déjà visible sur les quantités d'émissions des principaux polluants (cf § 2 « *Estimation de l'impact des aménagements sur la quantité de polluants atmosphériques et GES* »), est également observée sur les concentrations dans l'air ambiant. La diminution relative sur les différents environnements de mesures semble montrer un impact des travaux d'aménagement sur les concentrations de NO₂, au-delà du seul impact de la crise sanitaire.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Dispositifs de mesures et bilan de la campagne de mesures multi-sites

ANNEXE 2 : Généralités sur les polluants étudiés

ANNEXE 3 : Mesures par échantillonneurs passifs

ANNEXE 4 : Notes méthodologiques

ANNEXE 5 : Conditions météorologiques de l'étude

ANNEXE 1 : Dispositifs de mesures et bilan de la campagne de mesures multi-sites

Présentation du dispositif de mesures mis en place

Des échantillonneurs passifs sont temporairement disposés sur les 2 périmètres d'étude, pour évaluer la répartition spatiale des concentrations de NO₂. À la suite du prélèvement, les échantillonneurs passifs font l'objet d'une analyse en laboratoire. Cette analyse donne une concentration moyenne sur l'ensemble du temps d'exposition.

La campagne de mesure des échantillonneurs s'est déroulée de manière continue, durant 4 semaines de prélèvement, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2020. Au total, la période couverte par ces campagnes de mesures est de 8% d'une année civile. Dans le cadre de mesures indicatives, les Directives Européennes demandent une couverture minimale de 14% du temps (soit 8 semaines pour une année).

Ainsi, dans le cas de cette étude par échantillonneurs passifs, et compte tenu des capteurs utilisés, Atmo Occitanie a extrapolé la concentration moyenne mesurée en chaque point à l'ensemble de l'année 2020, selon une méthode d'adaptation statistique de mesures (présentée en annexe 4). Cette extrapolation permet d'être conforme aux impératifs réglementaires, d'obtenir des mesures qui soient représentatives d'une année complète.

Les échantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs permettent d'évaluer la dispersion du dioxyde d'azote NO₂, sur des sites de configurations différentes, en situation de fond comme en proximité de sources polluantes.

Pour cette étude multi-sites, le niveau de pollution est évalué sur 56 sites pour le dioxyde d'azote NO₂, dont 32 sites au niveau du secteur « Bayard » et 24 sites au niveau du secteur « Lois ». Sur les 56 sites échantillonnés initialement, 6 prélèvements ont été invalidés pour cause de perte ou de chute au sol du capteur.

Le plan d'échantillonnage a été réalisé pour répondre à 3 principaux objectifs :

- **Améliorer les connaissances globales** des niveaux de pollution dans l'hyper centre de Toulouse,
- **Évaluer l'état de la qualité de l'air au niveau de deux rues du centre-ville** aux configurations différentes : zone de rencontre (rue des Lois) et axe de circulation reliant la Gare aux boulevards intérieurs (rue Bayard).
- **Améliorer le modèle de dispersion** de la pollution sur le territoire, notamment à proximité du trafic.

Localisation cartographique des échantillonneurs passifs

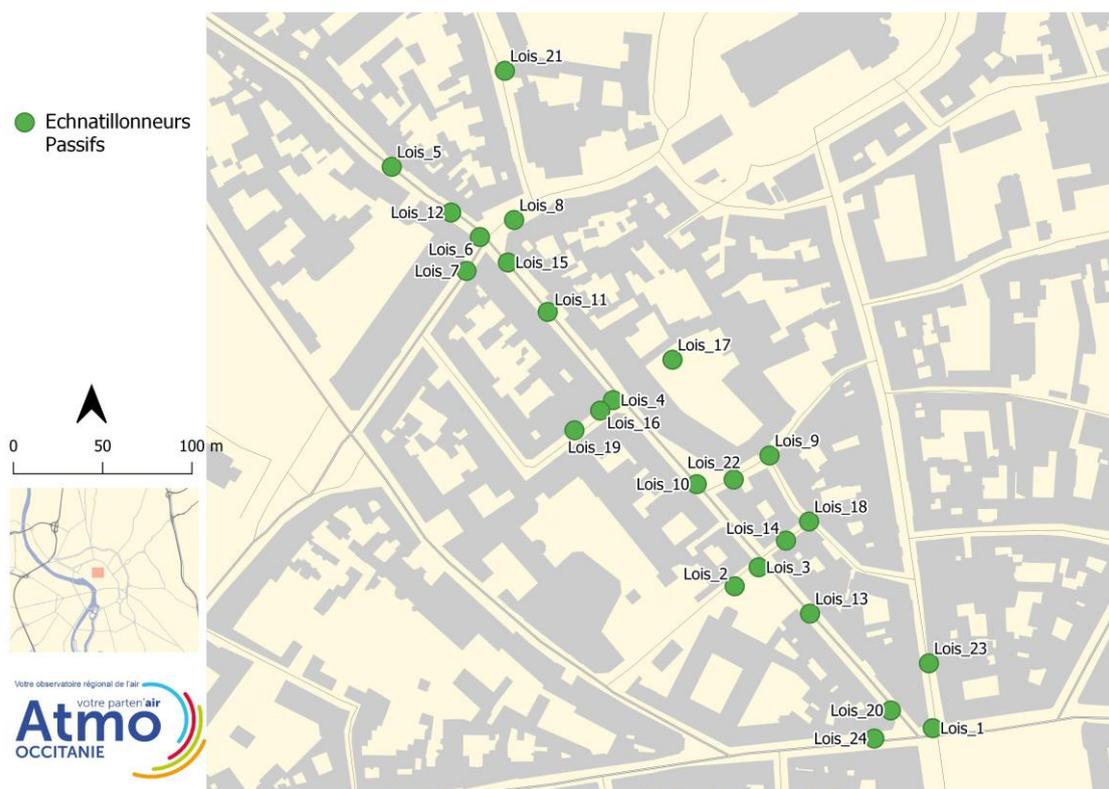
L'emplacement de chaque site échantillonné a été fourni aux services municipaux de la ville de Toulouse. Les cartographies et tableaux suivants permettent de géo localiser précisément les positions de chaque échantillonneur.



Position des échantillonneurs passifs sur le secteur « Bayard »

N° échantillonneur passif	Longitude (X)	Latitude (Y)
Bayard_1	43.60823794	1.446469943
Bayard_2	43.60867278	1.447333359
Bayard_3	43.60878932	1.447121831
Bayard_4	43.608399	1.447044205
Bayard_5	43.60894071	1.448069385
Bayard_6	43.6088148	1.448287766
Bayard_7	43.61094311	1.450033247
Bayard_8	43.60951455	1.44910254
Bayard_9	43.60943997	1.449687025
Bayard_10	43.60971228	1.449395849
Bayard_11	43.60976499	1.44916938
Bayard_12	43.60984112	1.449048057
Bayard_13	43.61018957	1.448562765
Bayard_14	43.60934334	1.448534456
Bayard_15	43.61029799	1.450405639
Bayard_16	43.61079374	1.451347801

N° échantillonneur passif	Longitude (X)	Latitude (Y)
Bayard_17	43.61075478	1.451532594
Bayard_18	43.61099773	1.451498781
Bayard_19	43.61111485	1.451363978
Bayard_20	43.61143889	1.450932607
Bayard_21	43.61091867	1.451605276
Bayard_22	43.61127272	1.452261431
Bayard_23	43.60809666	1.446524202
Bayard_24	43.60847602	1.446958268
Bayard_25	43.60925427	1.448620843
Bayard_26	43.60923735	1.449073782
Bayard_27	43.60892371	1.448475255
Bayard_28	43.60947161	1.449460218
Bayard_29	43.60902132	1.447973787
Bayard_30	43.60831984	1.445176673
Bayard_31	43.60840877	1.44555234
Bayard_32	43.60874878	1.450139806

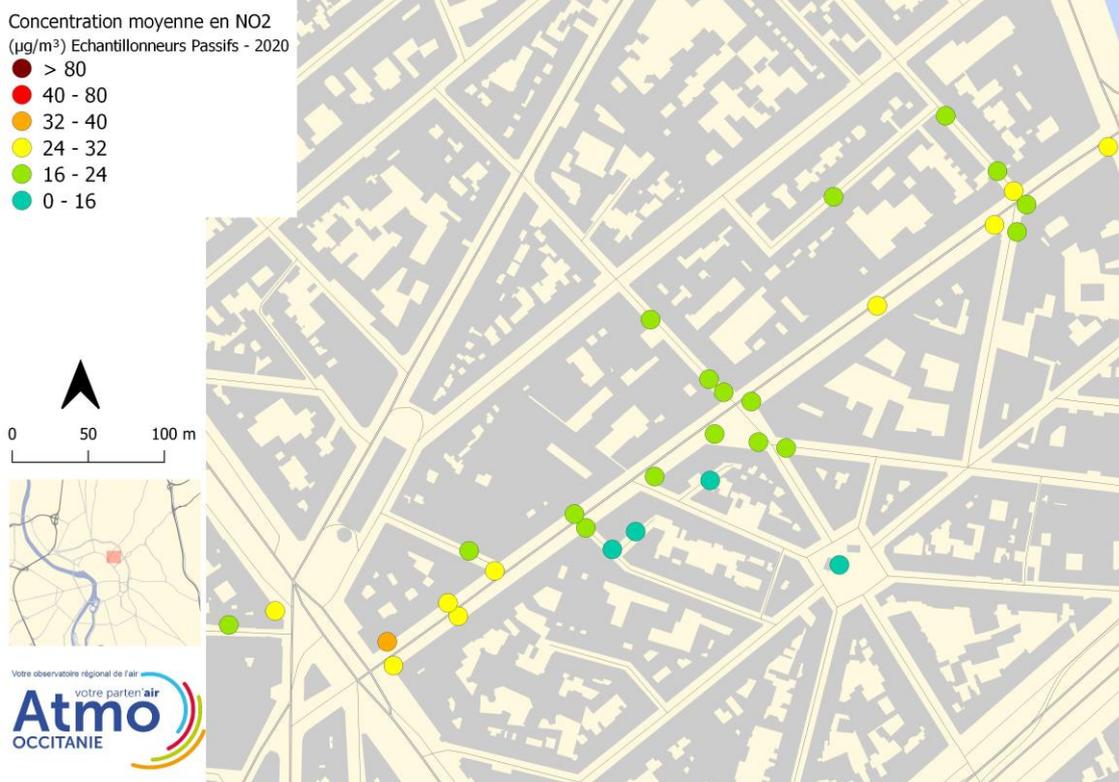


Position des échantillonneurs passifs sur le secteur « Lois »

N° échantillonneur passif	Longitude (X)	Latitude (Y)
Lois_1	43.60486948	1.442803207
Lois_2	43.60556975	1.441409338
Lois_3	43.60566838	1.441572788
Lois_4	43.60650179	1.440539872
Lois_5	43.60766335	1.438972757
Lois_6	43.60731587	1.439593789
Lois_7	43.60714273	1.439505253
Lois_8	43.60740587	1.439828749
Lois_9	43.60623658	1.441633126
Lois_10	43.60608376	1.441132191
Lois_11	43.60694292	1.440074808
Lois_12	43.60743751	1.439390737

N° échantillonneur passif	Longitude (X)	Latitude (Y)
Lois_13	43.6054385	1.441935497
Lois_14	43.60580626	1.441758919
Lois_15	43.60718963	1.439791113
Lois_16	43.60644731	1.440452323
Lois_17	43.60671261	1.440946812
Lois_18	43.60590557	1.441916287
Lois_19	43.60634482	1.440276405
Lois_20	43.60495532	1.442509759
Lois_21	43.60816161	1.439743957
Lois_22	43.60611103	1.441387498
Lois_23	43.60519819	1.44276735
Lois_24	43.60481108	1.442398908

Cartographies détaillées des concentrations mesurées en 2020 par périmètre d'étude



Concentrations mesurées en 2020 sur le périmètre « Bayard »



Concentrations mesurées en 2020 sur le périmètre « Lois »

Détails des concentrations par polluants et par échantillonneurs passifs :

Les tableaux suivants (périmètres « Bayard » et « Lois ») présentent les résultats des mesures de concentrations brutes (non redressées) en NO₂ relevées sur la campagne ponctuelle (du 3 septembre au 1^{er} octobre 2020), et les concentrations redressées sur l'année 2020 à partir des mesures du dispositif permanent d'Atmo Occitanie.

Nom	Concentrations en µg/m ³	
	NO ₂ , période de mesures	NO ₂ , 2020
Bayard_1	36.8	39.4
Bayard_2	23.2	24.9
Bayard_3	19.5	20.9
Bayard_4	23.0	24.6
Bayard_5	20.0	21.4
Bayard_6	12.9	13.8
Bayard_7	15.7	16.9
Bayard_8	20.5	22.0
Bayard_9	17.1	18.3
Bayard_10	20.9	22.4
Bayard_11	19.5	20.9
Bayard_12	18.5	19.9
Bayard_13	18.5	19.8
Bayard_14	ND*	ND
Bayard_15	26.6	28.5
Bayard_16	23.7	25.4
Bayard_17	17.8	19.0
Bayard_18	24.0	25.7
Bayard_19	21.3	22.8
Bayard_20	19.8	21.2
Bayard_21	21.6	23.1
Bayard_22	27.6	29.6
Bayard_23	23.6	25.3
Bayard_24	24.4	26.2
Bayard_25	16.3	17.5
Bayard_26	11.6	12.5
Bayard_27	13.1	14.1
Bayard_28	19.6	21.0
Bayard_29	16.3	17.5
Bayard_30	17.1	18.3
Bayard_31	24.9	26.7
Bayard_32	13.9	14.9

*ND : Non déterminé, pour cause de perte ou d'invalidation

Nom	Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	NO ₂ , période de mesures	NO ₂ , 2020
Lois_1	*ND	ND
Lois_2	14.8	15.9
Lois_3	15.6	16.7
Lois_4	ND	ND
Lois_5	22.1	23.6
Lois_6	28.3	30.4
Lois_7	ND	ND
Lois_8	15.7	16.8
Lois_9	12.9	13.5
Lois_10	14.2	15.3
Lois_11	19.6	21.0
Lois_12	24.0	25.7
Lois_13	16.3	17.5
Lois_14	14.4	15.4
Lois_15	21.2	22.7
Lois_16	13.1	14.1
Lois_17	11.5	12.3
Lois_18	15.0	16.1
Lois_19	11.4	12.2
Lois_20	16.0	17.2
Lois_21	11.1	11.9
Lois_22	12.3	13.2
Lois_23	16.0	17.1
Lois_24	ND	ND

*ND : Non déterminé, pour cause de perte ou d'invalidation

Statistiques des mesures du dioxyde d'azote

Les niveaux en NO₂ sont évalués par échantillonneurs passifs sur 56 sites, et par secteur géographique.



Concentration moyenne 2020	Échantillonneurs passifs	
		Moyenne des 56 sites
	32 sites secteur « Bayard »	21.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24 sites secteur « Lois »	17.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

DISPERSION DES MESURES SUR LES 56 SITES

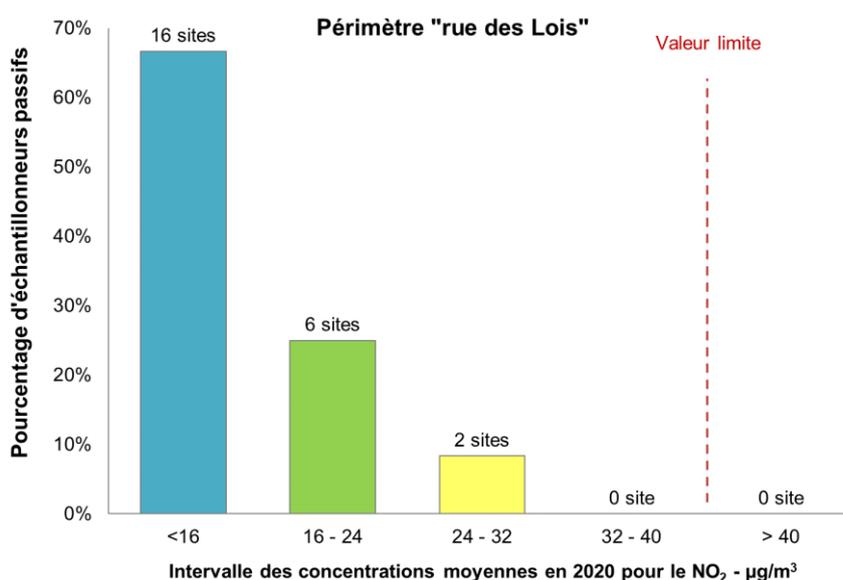
Le tableau ci-dessous décrit les statistiques issues des concentrations moyennes en NO₂ estimées sur l'année 2020. Il met en évidence des variations de concentrations entre les sites secteur « Bayard » et « Lois ».

Les variations de concentration entre les périmètres ou sur un même secteur peuvent être importantes selon la proximité des sources d'émissions de NO₂ au point de mesures, en particulier les émissions issues du trafic routier. La rue Bayard étant un axe routier plus important que la rue des Lois, les concentrations y sont donc plus hétérogènes et l'écart entre le maxima et le minima de concentration est plus important.

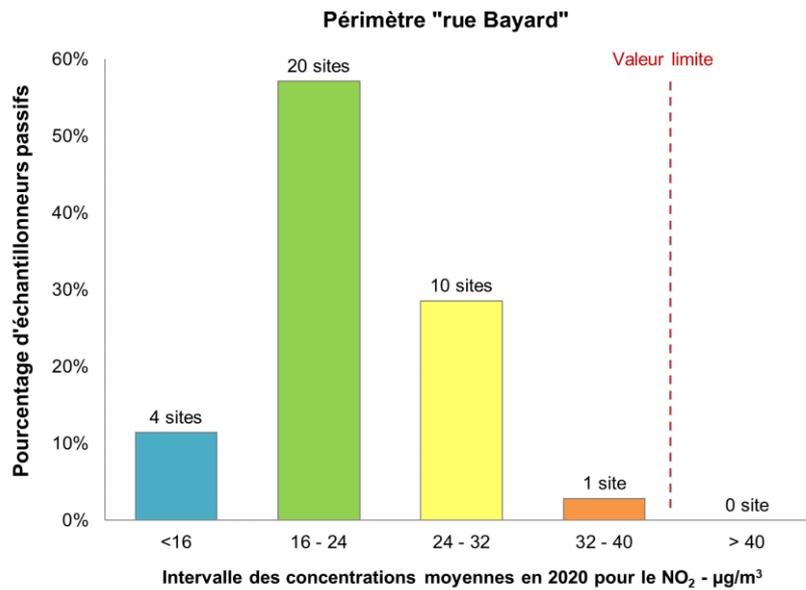


	Echantillonneurs passifs				
	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Ecart Type
Périmètre « rue Bayard »	12.5 µg/m ³	39.4 µg/m ³	21.8 µg/m³	21.2 µg/m ³	5.4 µg/m ³
Périmètre « rue des Lois »	11.9 µg/m ³	30.4 µg/m ³	17.4 µg/m³	16.4 µg/m ³	4.9 µg/m ³

Les graphiques ci-dessous mettent en évidence la dispersion des concentrations des échantillonneurs passifs sur les sites de mesure choisis. Sur l'ensemble des 2 périmètres d'étude, 20 sites sur 56 ont des concentrations annuelles moyennes inférieures à 16 µg/m³, soit de l'ordre des niveaux de fond urbain mis en évidence sur l'agglomération toulousaine par le réseau de mesures fixes et continues. 26 sites présentent des niveaux intermédiaires compris entre 24 et 32 µg/m³, et 11 sites présentent des concentrations comprises entre 24 et 32 µg/m³, sous l'influence d'émissions du trafic routier, principalement. Et enfin 1 seul site montre une concentration supérieure à 32 µg/m³, proche de la valeur limite annuelle pour la protection de la santé (40 µg/m³) du polluant, sous influence des émissions du trafic routier issues de la rue de Bayard et du boulevard de Strasbourg.



Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en NO₂, sur 2020 – Rue des Lois



Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en NO₂, sur 2020 – Rue Bayard

Des concentrations plus importantes sur les points de mesures situés à proximité des axes de trafic routier

Secteur	Concentration moyenne au niveau de la rue Lois ou Bayard (µg/m ³)	Concentration moyenne sur les rues annexes (µg/m ³)
Bayard	24.7	18.5
Lois	19.1	14.4

Concentrations moyennes 2020 pour l'ensemble des échantillonneurs, identifiés par secteur et par typologie de site.

Le tableau ci-dessus distingue les concentrations mesurées au niveau des rues principales, rue de Bayard et rue des Lois, de celles mesurées dans les proches environs (rues annexes).

Sur le secteur « Lois », la concentration moyenne des rues annexes, de 14.4 µg/m³, est comparable au fond urbain mesuré sur les stations fixes du réseau d'Atmo Occitanie. Tandis qu'au niveau des points de mesures situés rue des Lois, la concentration met en évidence une exposition plus prononcée aux émissions du trafic routier, avec 19.1 µg/m³.

Sur le secteur « Bayard », les observations sont identiques, et la différence de concentration entre les deux « typologies » des points de mesures est comparable au secteur « Lois ». Cependant, les concentrations des rues annexes sont plus élevées que le fond urbain de l'agglomération, avec 18.5 µg/m³ et restent sous influence modérée des émissions du trafic routier du secteur.

Ainsi, **l'influence du trafic routier circulant sur les axes « Lois » et « Bayard » est bien visible à proximité directe de la voirie principale**, et s'atténue quand on s'éloigne du trafic routier (rues annexes à Bayard) voire disparaît totalement (rues annexes « Lois »).

ANNEXE 2 : Généralités sur les polluants étudiés

Le dioxyde d'azote - NO₂

Sources d'émissions

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Au contact des oxydants présents dans l'air, comme l'oxygène et l'ozone, le NO se transforme rapidement en NO₂.

Les principales sources sont les véhicules et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffage...). Le NO₂ est également présent à l'intérieur des locaux où fonctionnent des appareils au gaz tels que gazinières, chauffe-eau au gaz.

Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Néanmoins, l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'âge moyen des véhicules et de l'augmentation forte du trafic automobile.

Des études montrent qu'une fois sur 2 les européens prennent leur voiture pour faire moins de 3 km, une fois sur 4 pour faire moins de 1 km et une fois sur 8 pour faire moins de 500 mètres ; or le pot catalytique n'a une action sur les émissions qu'à partir de 10 km.

Effets sur la santé

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Dès que sa concentration atteint 200 µg/m³, il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

ANNEXE 3 : Mesures par échantillonneurs passifs

Principe général de mesure

Ces méthodes de mesure ont été validées par le laboratoire européen ERLAP (European Reference Laboratory of Air Pollution) et par le groupe de travail national ad hoc (« Échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote » ; ADEME/L.C.S.Q.A./Fédération Atmo ; 2002).

Le principe général de l'échantillonneur passif consiste en un capteur contenant un adsorbant ou un absorbant adapté au piégeage spécifique d'un polluant gazeux. Le polluant gazeux est transporté par diffusion moléculaire à travers la colonne d'air formée par le tube jusqu'à la zone de piégeage où il est retenu et accumulé sous la forme d'un ou plusieurs produits d'adsorption/d'absorption. Dans la pratique, l'échantillonneur est exposé dans l'air ambiant, puis ramené au laboratoire où l'on procède ensuite à l'extraction et à l'analyse des produits d'adsorption/d'absorption.

Limites

- Cette technique ne convient pas pour les échantillonnages de courte durée, sauf pour les concentrations élevées de polluants. Des erreurs sont possibles lors de fluctuations rapides de concentration (par exemple lors de pics de pollution). C'est pourquoi la quasi-totalité des tubes étudiés a été placée dans des situations dites "urbaines", à savoir à une certaine distance (quantifiée) des voies de plus fort trafic.
- L'incertitude liée à cette technique, qui peut être importante, n'est pas quantifiable de manière simple. Compte tenu de cette incertitude, il est primordial de ne pas ensuite attribuer aux interprétations et cartographies produites davantage de précision que cette technique ne le permet.
- Un certain nombre de paramètres météorologiques a une influence, non seulement sur la teneur en polluant (exemples simples : la pluie lave l'atmosphère, un vent fort disperse les polluants...), mais également sur la mesure par échantillonneurs passifs : ces derniers sont dépendants de la vitesse du vent et, dans une moindre mesure, de la température et de l'humidité de l'air. Il est donc essentiel de bien connaître les principaux paramètres météorologiques, quinzaine par quinzaine.

Représentativité temporelle

Définir la représentativité d'une campagne consiste à définir dans quelles conditions (temporelles, spatiales et météorologiques), on peut considérer que les concentrations mesurées sont scientifiquement valides et comparables aux valeurs réglementaires, d'une part et à d'autres campagnes de mesure, d'autre part.

Dans le cadre de mesures indicatives, les Directives Européennes demandent une couverture minimale de 14 % du temps (soit 8 semaines pour une année). Ainsi, dans le cas d'une étude par échantillonneurs passifs, et compte tenu des capteurs utilisés, Atmo Occitanie choisit fréquemment de travailler :

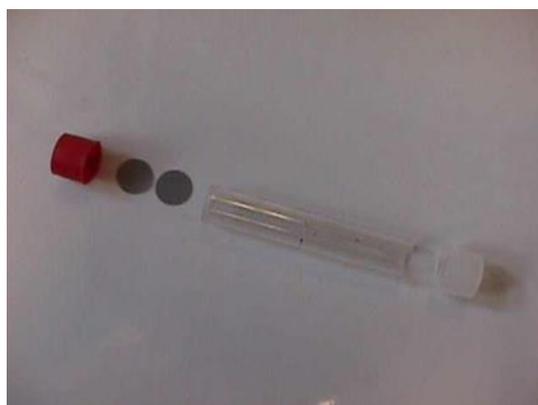
- soit pendant deux saisons contrastées ;
- soit pendant toutes les saisons et, à chacune de ces saisons, de procéder à des mesures pendant au moins 1 mois.

Dans cette étude, la couverture temporelle n'est que de 8 % de l'année (4 semaines) et ne remplit pas les critères de mesures indicatives des directives européennes. Cependant, les conditions météorologiques en place durant la campagne de mesures (cf. annexe 5) se sont approchées de conditions moyennes en 2020. De plus, une adaptation statistique a permis de tenir compte des variations de concentrations saisonnières qui ont lieu au cours de l'année 2020, notamment en raison des conditions exceptionnelles liées à la crise sanitaire (mesures de restrictions nationales).

Tubes passifs pour le NO₂

Dans le cas du NO₂, ce polluant est piégé par absorption dans une solution de triéthanolamine.

Cet analyseur se présente sous la forme d'un petit tube de dimensions calibrées, à l'extrémité duquel sont placées deux grilles imprégnées d'une substance ayant la propriété de fixer le dioxyde d'azote.



Le tube est placé verticalement sur un support, l'extrémité inférieure du tube étant ouverte. Le support du tube est placé dans une boîte ouverte (voir photographie ci-dessous), afin de le protéger des intempéries et de limiter l'influence du vent. L'air circule dans le tube selon la loi de diffusion de Fick. Le tube est exposé durant 14 à 28 jours.

Après cette période d'exposition, le dioxyde d'azote est analysé a posteriori par un dosage colorimétrique qui permet de connaître la concentration du NO₂ dans l'air ambiant. La préparation, la pose, le ramassage puis l'analyse des tubes sont réalisés par Atmo Occitanie.

La technique de mesure déployée est adaptée à l'estimation de concentrations moyennes sur de multiples points. Il s'agit donc des moyens de mesure intégrée, par prélèvement passif d'air (tube à diffusion) et analyse a posteriori.

Polluants	Dioxyde d'azote NO ₂
Limite de quantification	1.9 µg/m ³
Incertitude sur l'analyse ²	11.9 %
Taux de reproductibilité des doublons	94.6 %

Pour évaluer la reproductibilité de la mesure du dioxyde d'azote au cours de la campagne de mesure, les prélèvements sur certains points ont été réalisés avec 2 ou 3 tubes en parallèle.

La différence observée entre les doublons est faible, de l'ordre de 5.4 % en moyenne sur l'ensemble. La reproductibilité de la mesure est validée pour l'ensemble des échantillons.

² L'incertitude est donnée par l'incertitude sur la masse piégée dans le tube à diffusion, déterminée lors de l'analyse.

ANNEXE 4 : Notes méthodologiques

L'INVENTAIRE DES EMISSIONS

Un inventaire d'émissions est le recensement des substances émises dans l'atmosphère issue de sources anthropiques et naturelles avec des définitions spatiales et temporelles.

L'inventaire Atmo Occitanie est réalisé à la commune et pour une année de référence, il prend en compte toutes les sources (exhaustivité) sans faire de double compte (chaque source d'émissions ne doit être comptée qu'une seule fois). Pour éviter les doubles comptes l'inventaire est orienté sources. C'est-à-dire que les émissions sont affectées au lieu où elles sont réellement émises dans l'atmosphère. Cette méthodologie permet de calculer les émissions de façon équivalente sur l'ensemble de la région.

Atmo Occitanie a développé un outil (ICARE) pour calculer les émissions sur les trois secteurs d'activité (Résidentiel et Tertiaire, Industrie, Agriculture). Cet outil permet aussi d'assurer la traçabilité de nos résultats. L'approche générale retenue pour tous les calculs d'émissions, quelle que soit la source, consiste à croiser des données d'activité (comptage routier, cheptels, consommation énergétique, etc.) avec des facteurs d'émissions unitaires qui dépendent de l'activité émettrice.

Les émissions d'une activité donnée sont exprimées par la formule générale suivante :

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} * F_{s,a}$$

E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant « t ».

A : quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t ».

F : facteur d'émission relatif à la substance « s » et à l'activité « a ».

Cette méthode de calcul est la plus répandue, elle est plus ou moins facile à mettre en œuvre en fonction des difficultés rencontrées pour quantifier l'activité et de la complexité du facteur d'émission de la source considérée. Dans ICARE, les quantités d'émissions sont disponibles à l'échelle de la commune, de la communauté de communes, du département de la région, avec une définition pouvant aller de l'hectare à l'axe routier.

L'inventaire des émissions référence une trentaine de substances avec les principaux polluants réglementés (NOx, particules en suspension, NH₃, SO₂, CO, benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre (CO₂, N₂O, CH₄, etc.).

L'inventaire se décompose en quatre parties, un par secteur d'activité (Résidentiel/Tertiaire, Agriculture, Industrie et Transport). Chaque partie reprend la méthodologie principale et l'adapte aux spécificités du secteur concerné. La mise à jour de l'inventaire est faite au mieux annuellement en fonction de la disponibilité des données.

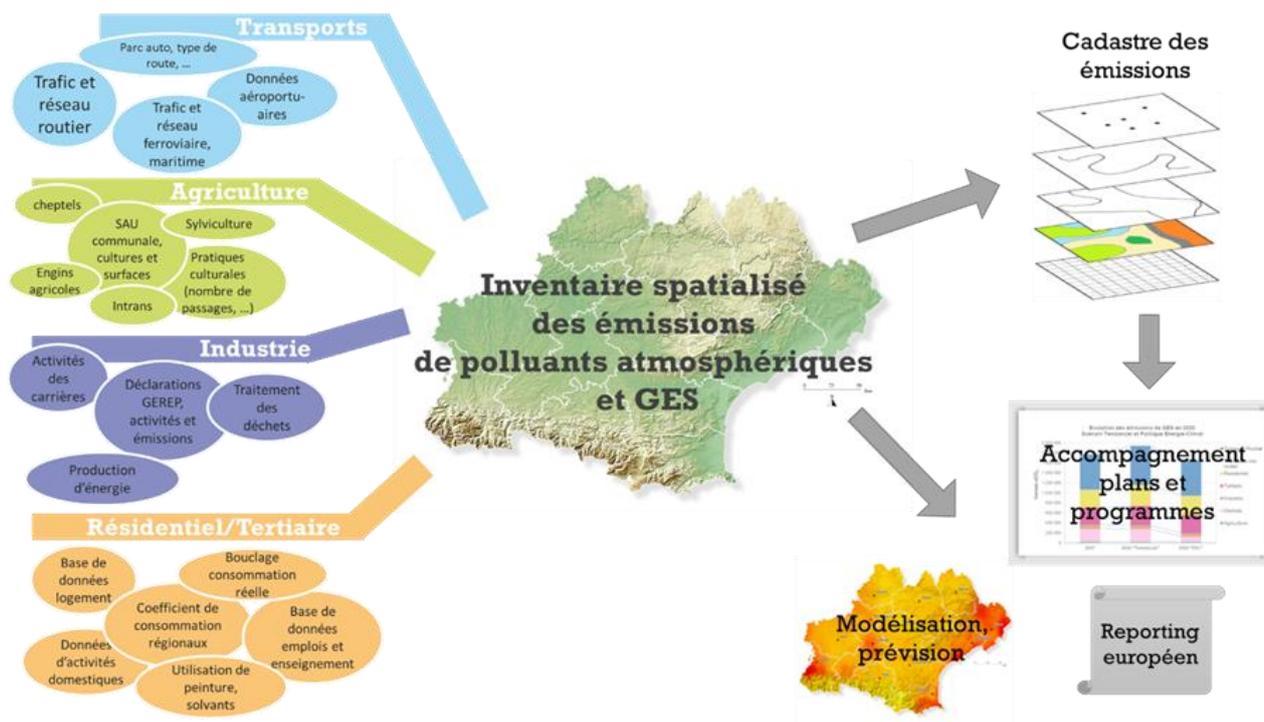


Schéma 1 : Organigramme de la méthodologie de l'inventaire des émissions

Chaque source d'émissions est géo-localisée soit comme une : source ponctuelle, source surfacique, source linéique, dépendant du type de données disponibles en fonction de la source d'émissions considérée. Ainsi **le secteur du transport routier** est définie comme une source linéique, le secteur industriel comme une source ponctuelle et les secteurs résidentiel/tertiaire ainsi que l'agriculture sont représentés comme des sources surfaciques.

Méthodologie et hypothèses pour le trafic routier

Le trafic routier est aujourd'hui l'une des principales sources de pollution atmosphérique. Il est présent sur l'ensemble du territoire et présente une forte variation horaire, journalière et mensuelle. Le calcul des émissions liées au trafic demande de prendre en compte un grand nombre de paramètres et de recueillir des informations et des données venant de sources différentes. Les émissions associées aux transports routiers sont liées à plusieurs types de phénomènes qui peuvent être classés dans trois catégories :

- les émissions liées à la combustion du carburant dans les moteurs,
- les émissions liées à l'usure de la route et de divers organes des véhicules (embrayage, freins, pneumatique),
- les émissions liées aux ré-envol des particules, déposées sur la voie, au passage d'un autre véhicule.

Il y a plusieurs types de paramètres indispensables pour calculer les émissions du transport routier :

- les paramètres de voiries :
 - Type de voies (autoroute, nationale, départementale, ...),
 - Vitesse maximale autorisée de la voie,
 - Saturation de la voie (permet la prise en compte des embouteillages),

- Nombre de véhicules jour,
- Pourcentage de poids lourds.
- les facteurs d'émissions, calculés en fonction du parc roulant, des vitesses de circulation, et du type de véhicules suivant la méthodologie COPERT V,
- les profils temporels, permettant de prendre en compte les variations horaires, journalières et mensuelles du trafic.

Le calcul des émissions pour le trafic routier se fait en deux temps : le réseau structurant et le réseau secondaire, en prenant en compte les émissions liées à la consommation de carburant, à l'usure des équipements (pneus, freins et routes) et au ré-envol des particules lors du passage des véhicules. Le transport routier représente une part importante dans les émissions de l'agglomération toulousaine.

Le réseau structurant représente les grands axes de circulation pour lesquels il existe des données de comptage fournies par les partenaires d'Atmo Occitanie (Conseils départementaux ASF, DIRSO, DIRMC, Collectivités, modèles trafic (SGGD), etc.), mais également par le Muretain Agglo qui a réalisé une campagne de comptage réel en 2019. Sur ces axes les émissions sont calculées en fonction du trafic moyen journalier annuel (TMJA), de la vitesse autorisée et de la composition des véhicules pour chaque heure de la semaine en prenant en compte les surémissions liées aux ralentissements aux heures de pointe.

Les émissions liées à la circulation sur le reste du réseau routier (réseau secondaire) sont calculées en prenant en compte les caractéristiques communales (commune rurale, en périphérie, ...), la population, le nombre d'actifs et les données des enquêtes déplacements.

L'ensemble du réseau structurant est réparti en tronçons (portions de routes homogènes en terme de trafic et de vitesses). Les tronçons sont considérés comme sources de polluants de type linéaires. Les émissions du réseau secondaire, qui correspondent à des zones comme indiquée ci-dessus, sont, elles, de type surfacique.

Hypothèse de trafic retenu pour le calcul des émissions

Pour le calcul des émissions dues au trafic routier, le parc roulant joue un rôle prépondérant dans la mesure où il détermine les émissions unitaires de chaque type véhicules qui sont ensuite sommées pour obtenir les totaux sur les différentes échelles du territoire de la région Occitanie.

A ce jour, la description des parcs automobiles français la plus utilisée au niveau national est celle du CITEPA réalisée en vue de produire les inventaires nationaux d'émissions du transport routier. Le parc automobile français est élaboré annuellement et est complété par un parc prospectif.

La répartition des véhicules pour l'année de référence (année 2017) est donc issue du parc prospectif version 2016 du CITEPA. Les émissions associées à ce parc suivent la méthodologie de COPERT V.

Les vitesses considérées sur les axes étudiés sont les vitesses limites autorisée. Le logiciel de calcul établit ensuite pour chaque heure de l'année le nombre et la vitesse des véhicules en estimant la congestion des routes qui est fonction de la charge horaire et de la capacité de chaque voie.

Les données de trafic sont issues :

- des données de comptage réels fournis par les différents organismes de voiries (CD 31, DIRSO, ASF, TM...),
- des données de modélisation SGGD (Système de Gestion Globale des Déplacements de l'agglomération toulousaine) sur les voies où le comptage n'est pas connu.

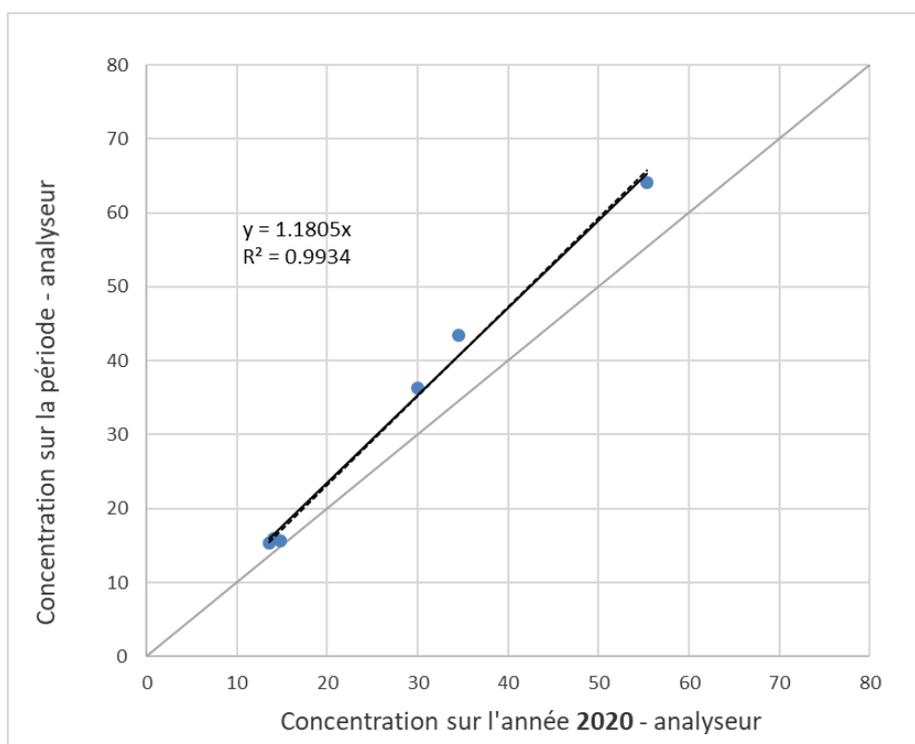
Méthodologie de l'adaptation statistique des mesures par échantillonneurs passifs

Les mesures des échantillonneurs passifs sont statistiquement corrigées par une équation de type linéaire. Cette équation correspond à la droite de tendance des « moyennes pendant la période de campagne » sur les « moyennes annuelles » calculée à partir des mesures du réseau de stations fixes d'Atmo Occitanie.

Pour pouvoir comparer les moyennes obtenues par les échantillonneurs passifs aux normes annuelles correspondantes, il est essentiel de vérifier a posteriori l'hypothèse de la bonne représentativité d'une année entière, des mesures effectuées lors de la campagne.

Pour cela, les concentrations moyennes enregistrées pendant la campagne de mesures des analyseurs automatiques de NO₂ sur l'agglomération toulousaine ont été comparées aux moyennes annuelles. Seul les analyseurs dont le taux de fonctionnement sur l'année est supérieur à 95 % ont été sélectionnés.

Le graphique ci-dessous présente les concentrations mesurées par les analyseurs sur l'année 2020 en fonction de celles enregistrées lors des campagnes de mesures (secteur « Bayard », à gauche, secteur « Lois », à droite).



On fait l'hypothèse que la relation entre les concentrations suit une droite affine.

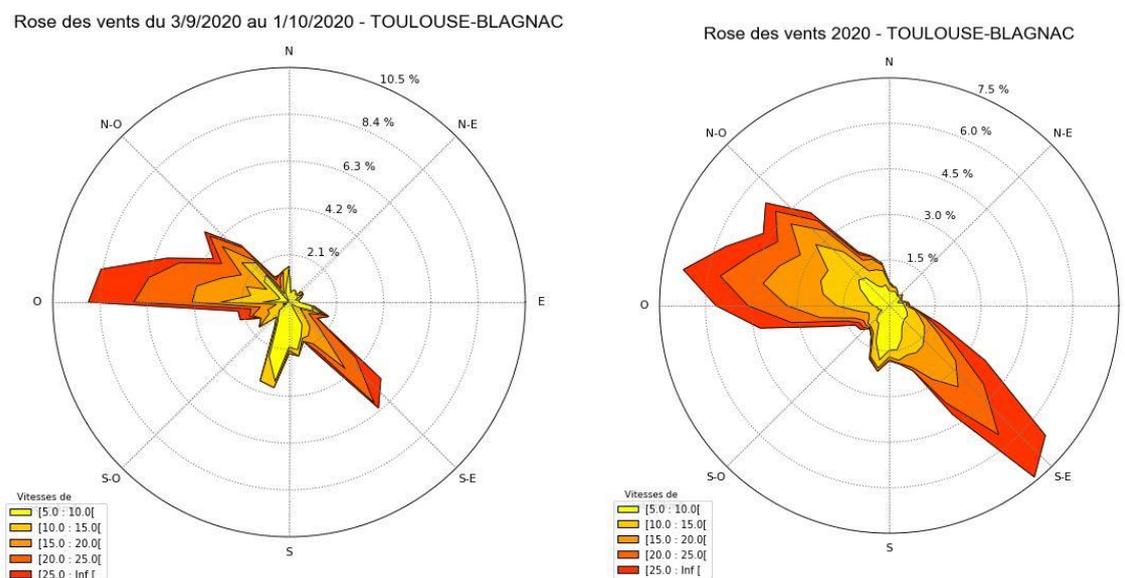
Au final, le facteur de conversion pour une obtenir la moyenne annuelle est de 1.1805x de telle manière que : **[Concentration moyenne annuelle] = [Concentration moyenne campagne de mesure] / 1.1805**

Les concentrations mesurées sur les périmètres d'étude de l'hyper centre toulousain durant la période de de mesures ont donc surestimé la situation en moyenne annuelle. Ainsi, le facteur de correction apporté, de 0.1805, permet de corriger la surestimation des périodes de mesures.

ANNEXE 5 : Conditions météorologiques de l'étude

Une période de mesures bien représentative des conditions de vent sur l'année 2020

Les roses des vents suivantes sont établies à partir de données quart-horaires issues de la station **Météo France de Toulouse-Blagnac**. Les vitesses de vents sont exprimées en km/h, et sont lues selon l'échelle de couleur suivante : jaune (vent faible <5 km/h) à rouge (vent fort >25 km/h).



Rose des vents sur la période de mesures estivale (à gauche), et sur l'année 2020 (à droite).

Période	Fréquence des vents de secteur Sud-Est (%)	Fréquence des vents de secteur Ouest/ Nord-Ouest (%)	Fréquence des vents de secteur Sud (%)
Période de mesures – du 3 sep. au 1 ^{er} oct. 2020	32	52	15
Année 2020	39	50	11

Tableau récapitulatif des principaux secteurs de vent sur la station Météo France Toulouse-Blagnac

Sur la station météorologique de Toulouse-Blagnac, trois régimes de vents principaux sont identifiés :

- un vent de secteur **Ouest/Nord-Ouest (ONO)** de faible à fort, prédominant sur la période de mesures comme sur l'année 2020
- un vent d'autant de secteur **Sud-Est (SE)** soufflant en rafales avec des vitesses relativement importantes (de modérées à fortes), un peu moins présent durant la période de mesures que sur le reste de l'année,
- un vent de secteur **Sud** d'intensité faible et peu fréquent.

Globalement, en prenant les conditions moyennes en place durant la campagne de mesures, **les conditions météorologiques sont proches de la situation annuelle en 2020.**

Un cumul pluviométrique et des températures journalières proches des normales de saison

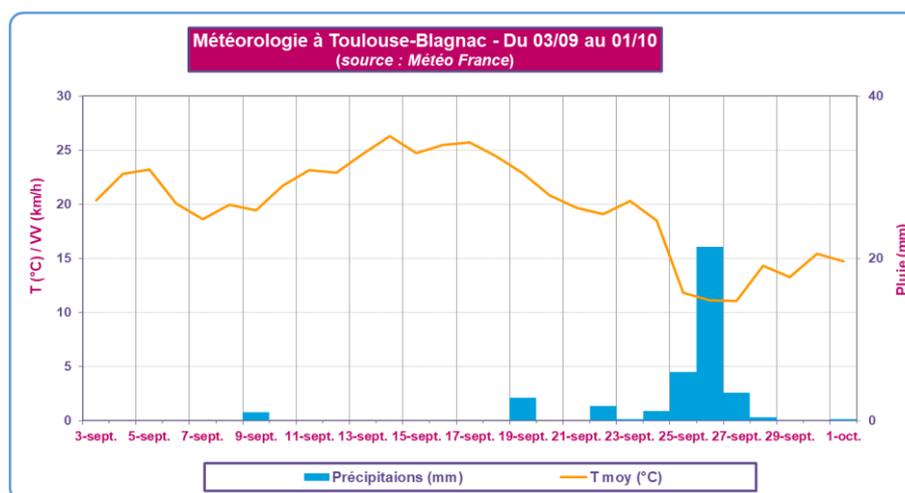
Le cumul de pluie enregistré au cours de la phase des phases de prélèvement est comparé au cumul historiquement mesuré (normales de saison) sur ces périodes à partir des **données de la station Météo France de Toulouse-Blagnac entre 1981 et 2018**. Il en est de même pour la température moyenne mesurée.

Le cumul pluviométrique enregistré durant la campagne est proche de la normale de saison du mois de septembre, en sensible déficit. La température moyenne est un peu plus élevée que la normale de saison.

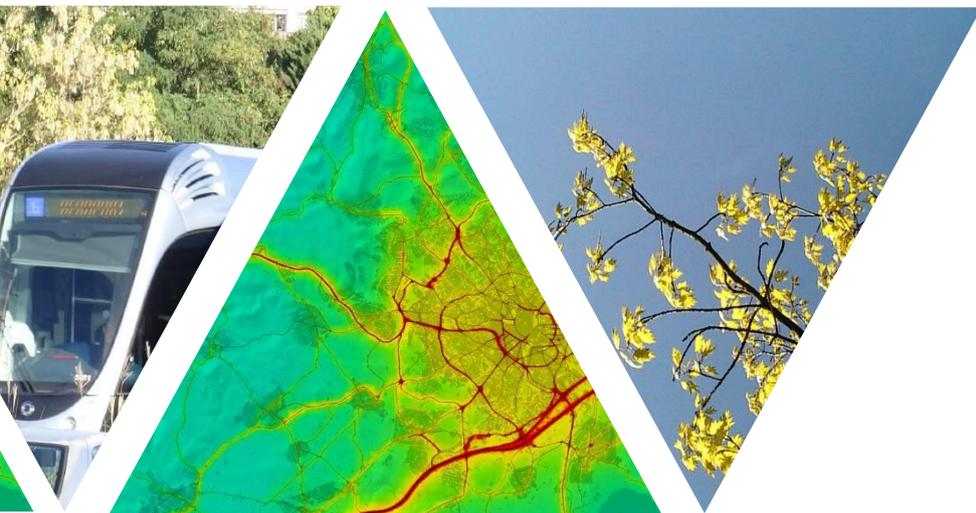
Période	Cumul des précipitations (mm) (normale de saison)	Nombre de jours de pluie (normale de saison)	Température moyenne (°C) (normale de saison)
Période de mesures – du 3 sep. au 1 ^{er} oct. 2020	38 (47)	6 (3)	19.9 (19.0)

Tableau récapitulatif des principaux paramètres climatiques mesurés sur la station Météo France Toulouse-Blagnac

Le graphique ci-dessous présente les variations des paramètres météorologiques Température et Précipitation journalière sur la période de prélèvement (**données issues de la station Météo France Toulouse-Blagnac**).



Graphique représentant l'évolution journalière du cumul pluviométrique et de la température moyenne – Campagne de mesures



L'information sur la qualité de l'air en Occitanie

www.atmo-occitanie.org



Agence de Montpellier
(Siège social)
10 rue Louis Lépine
Parc de la Méditerranée
34470 PEROLS

Agence de Toulouse
10bis chemin des Capelles
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie