

Évaluation de l'impact de la baisse de vitesse de 110 à 90 km/h sur la RN124

ETU-2023-168

Edition Octobre 2024

www.atmo-occitanie.org

contact@atmo-occitanie.org

09 69 36 89 53 (Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)



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

EN UN COUP D'ŒIL.....	3
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
2. DISPOSITIF D'ÉVALUATION	5
3. IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE.....	5
SUR LES CONCENTRATIONS DE DIOXYDE D'AZOTE	5
SUR LES ÉMISSIONS ROUTIÈRES.....	8
4. CONCLUSION.....	9
TABLE DES ANNEXES	10

En un coup d'œil

Cette étude évalue l'impact de la restriction de vitesse de 110 à 90 km/h mise en œuvre le 20 octobre 2023 sur les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂), principal traceur de la pollution routière, aux abords de la route nationale RN124 sur une portion de 4 km environ à l'ouest de Toulouse.

Pour réaliser cette étude, Atmo Occitanie s'est appuyé sur son dispositif d'évaluation composé de sites de mesure temporaires installés dans la zone d'étude, de son inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, et de cartographies des concentrations.

La limitation de la vitesse a **un impact positif sur les concentrations d'oxydes d'azote au cœur de l'axe de circulation**, avec une **diminution moyenne de l'ordre de 1 µg/m³ et pouvant aller jusqu'à 9 µg/m³ au maximum (soit 18% de baisse)**. L'impact de cette mesure s'amenuise à mesure que l'on s'éloigne de la RN124 compte tenu de l'importante décroissance des concentrations au-delà de la zone de trafic avec ou sans la limite de la vitesse à 90 km/h.

Bien qu'améliorant significativement la qualité de l'air localement, l'air respiré par les conducteurs de véhicule au cœur de la voie **continue de présenter des dépassements de la valeur limite réglementaire actuelle pour la protection de la santé**, malgré la diminution de la vitesse. En revanche, **aucune habitation à proximité de l'axe routier n'est concernée par un dépassement de cette valeur limite** que ce soit avec ou sans restriction de vitesse.

Néanmoins, au regard de la valeur limite proposée pour 2030 par la Commission Européenne fixée à 20 µg/m³, Atmo Occitanie a estimé **jusqu'à 100 personnes exposées à un dépassement de cette nouvelle valeur réglementaire**, avec ou sans restriction de vitesse.

La baisse de vitesse permet **de réduire les émissions annuelles d'oxydes d'azote (NO_x) du transport routier sur le tronçon étudié de la RN124 de 13 tonnes** sur un an (-11%). Elle permet également une économie de carburant de 4% se traduisant par une baisse des émissions de gaz à effet de serre (GES) similaire, soit **1,8 kilotonnes d'équivalent CO₂ évitées** chaque année, l'équivalent des émissions liées au dispositif de chauffage de 1 300 ménages¹ de l'agglomération toulousaine.

¹ Calcul réalisé à partir des données de l'Inventaire des émissions Atmo Occitanie ATMO_IRS_V7.1_2008_2021 et des données INSEE 2021

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

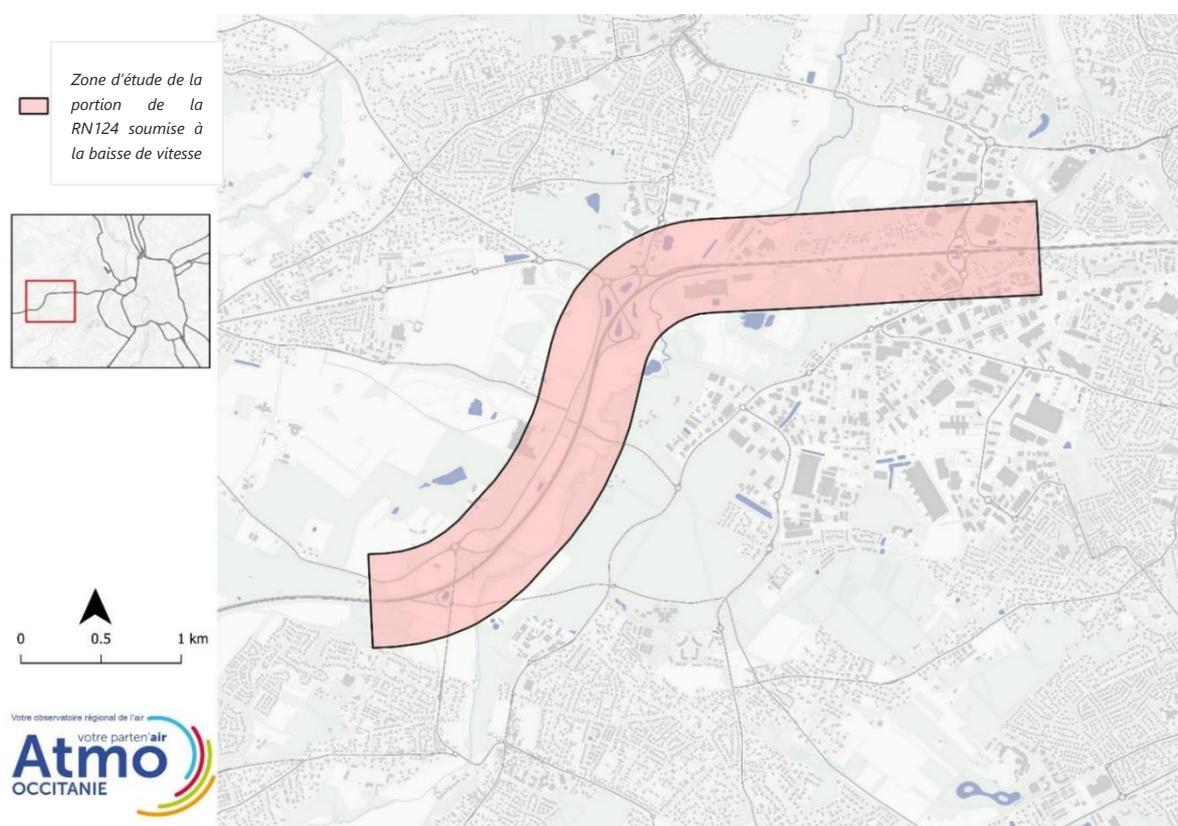
Dans le cadre d'une convention de partenariat avec la Direction des Routes du Sud-Ouest (DIRSO), Atmo Occitanie a évalué l'impact de la réduction de vitesse de 110 à 90 km/h de la RN124 mise en œuvre le 20 octobre 2023 entre l'échangeur de la Salvetat Saint-Gilles et la sortie ZAC du Perget à Colomiers soit une portion de 4 km environ. Cette évaluation a été menée pour le dioxyde d'azote, polluant émis à 70% par le transport routier en 2021 sur le territoire de Toulouse Métropole².

Pour ce faire, Atmo Occitanie a évalué pour les deux phases, avant et après abaissement de la vitesse :

- les consommations de carburant et les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de gaz à effet de serre (GES) dues au trafic routier sur la RN124 ;
- les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) dans l'environnement de la RN124 et l'exposition de la population par rapports aux différentes réglementations.

Afin de valider les cartes de dispersion obtenues, Atmo Occitanie a réalisé deux campagnes de mesures du NO₂ aux abords de la RN124. Les origines et effets sur la santé du NO₂ sont présentés en **annexe 1**.

La zone d'étude est présentée sur la cartographie ci-dessous, englobant la portion soumise à la réduction de la vitesse détaillée précédemment.



Présentation de la zone d'étude

² Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRS_V7.1_2008_2021

2. DISPOSITIF D'ÉVALUATION

Pour évaluer l'impact de la baisse de vitesse sur une portion de la RN124, Atmo Occitanie s'est appuyé sur son dispositif d'évaluation composé de sites de mesures temporaires (présentés en **annexe 2**), de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, et de cartographies des concentrations. **L'annexe 3** présente la méthodologie de l'inventaire, de la modélisation et de la cartographie.

Cette évaluation a été réalisée à partir des données de l'Inventaire des émissions – Atmo Occitanie - ATMO_IRS_V7.1_2008_2021. Cette version intègre les derniers facteurs d'émissions nationaux donnés par le CITEPA (Réf. : CITEPA, 2020. Rapport OMINEA –17^e édition). Il prend en compte les facteurs d'émissions les plus récents et les plus à jour possible pour l'ensemble des activités émettrices sur la région Occitanie.

3. IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE

Sur les concentrations de dioxyde d'azote

Sont présentées ci-dessous :

- Les cartographies de concentrations de NO₂ avant et après la restriction de vitesse,
- La cartographie des différences de concentration en NO₂ entre les deux scénarios de vitesse.

La carte de dispersion avant la limitation de la vitesse met en évidence des niveaux élevés de NO₂ le long de la RN124 (concentration maximale de 64 µg/m³). Néanmoins, les niveaux diminuent rapidement à mesure que l'on s'éloigne de l'axe de circulation. Ainsi, à 200 mètres de l'axe de circulation, les concentrations en NO₂ sont du même ordre de grandeur qu'en fond périurbain (environ 9 µg/m³).

La carte de dispersion après la limitation de vitesse présente la même allure générale, soit des niveaux élevés de NO₂ le long de l'axe routier et de part et d'autre de celui-ci ; avec une rapide décroissance avec l'éloignement à la route nationale. Néanmoins, les niveaux maximaux évalués se limitent à 60 µg/m³ lorsque la vitesse est limitée à 90 km/h. Les concentrations modélisées à 200 mètres de l'axe de circulation sont légèrement plus faibles, de l'ordre de 8 µg/m³.

La limitation de la vitesse a un impact positif sur les niveaux de NO₂ : ils diminuent en moyenne de 1 µg/m³ dans toute la bande d'étude et jusqu'à 9 µg/m³ au maximum au centre de l'axe routier soit une baisse maximale de 18%. L'impact est de plus en plus faible à mesure que l'on s'éloigne de l'axe routier, diminuent d'environ 3 µg/m³ en moyenne annuelle. A plus de 200 mètres d'éloignement de la RN124, l'impact de la limitation de vitesse sur les concentrations n'est plus significatif.

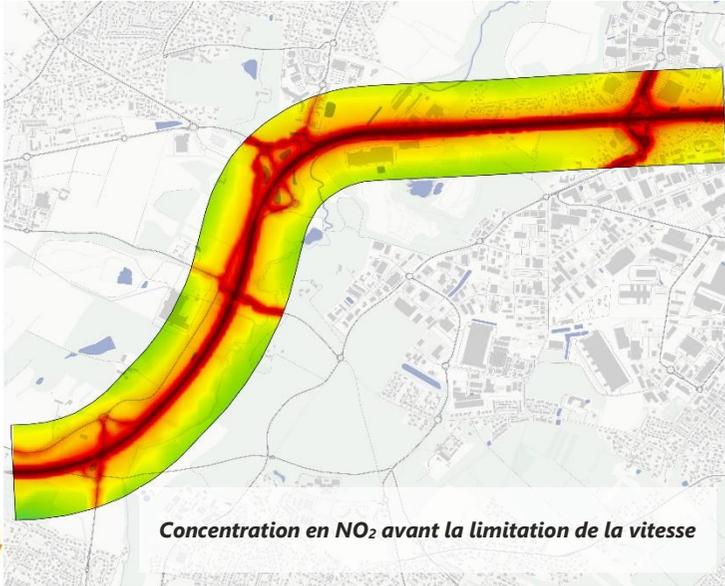
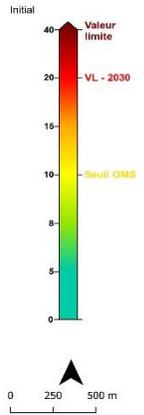
La **valeur limite actuelle pour la protection de la santé en moyenne annuelle, fixée à 40 µg/m³, est dépassée** sur la RN124, **quelle que soit la vitesse autorisée**. Néanmoins, les niveaux de NO₂ diminuant rapidement avec l'éloignement de la RN124, **aucune habitation située dans la bande d'étude n'est concernée** par un dépassement de cette valeur limite.

Néanmoins, la Commission Européenne a décidé d'actualiser les normes actuelles en matière de qualité de l'air de l'Union Européenne afin de les aligner plus étroitement sur les recommandations 2021 de l'OMS. Elle propose ainsi de ramener d'ici 2030 la valeur limite annuelle du NO_x de 40 µg/m³ à **20 µg/m³** (la valeur de référence de l'OMS étant de 10µg/m³). Ainsi, **cette valeur réglementaire, plus exigeante serait ici aussi**

dépassée sur la RN124 quelle que soit la vitesse autorisée, mais également **sur les échangeurs** permettant d'entrer et de sortir de la route nationale ainsi que sur **les axes connectés à ces échangeurs**. Atmo Occitanie a estimé **jusqu'à 100 personnes concernées par un dépassement de cette nouvelle valeur réglementaire, avec ou sans restriction de vitesse.**

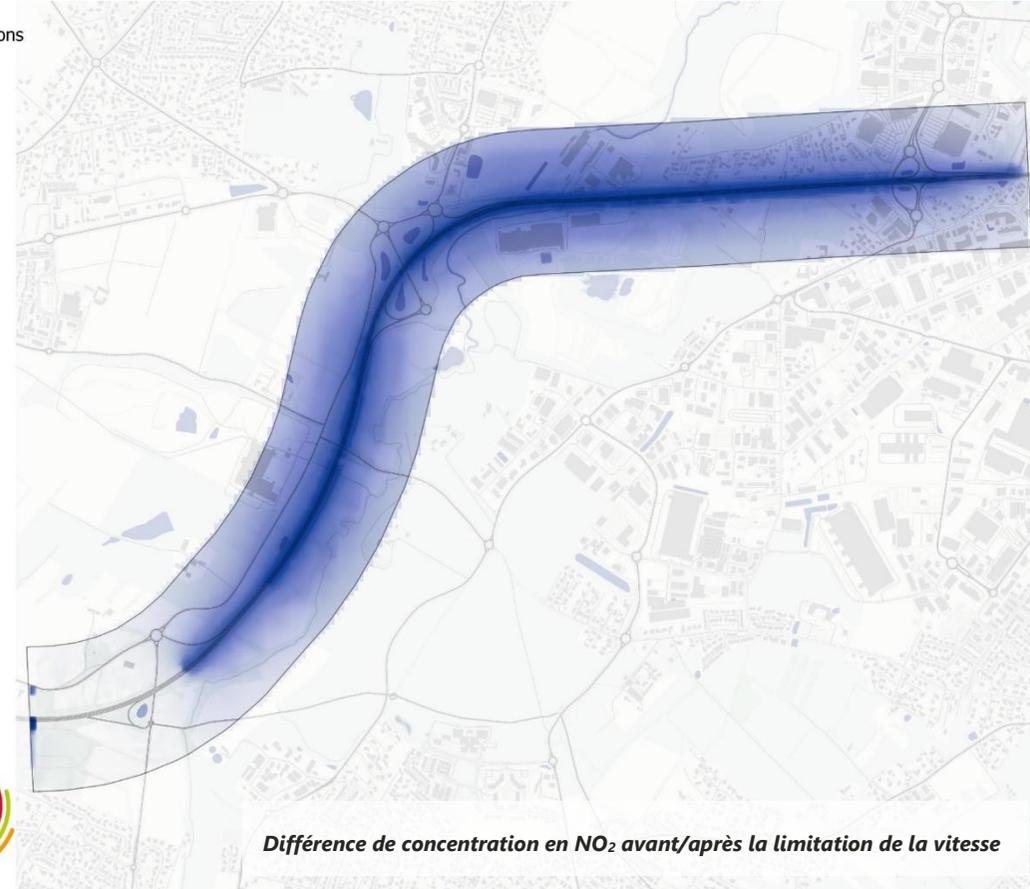
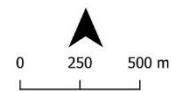
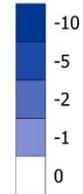
L'annexe 4 présente les différentes valeurs réglementaires concernant le NO₂.

Situation du NO₂ pour la protection de la santé (en µg/m³ - Moyenne annuelle)

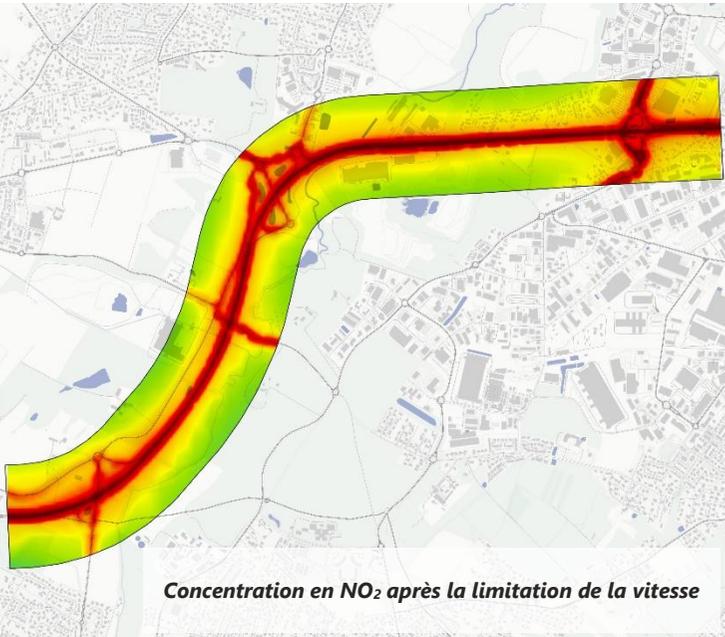
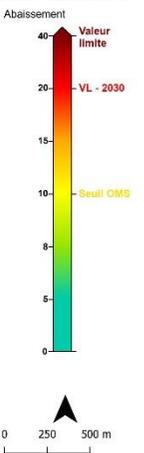


Différence de concentrations en NO₂ (µg/m³)

Abaissement / Initial



Situation du NO₂ pour la protection de la santé (en µg/m³ - Moyenne annuelle)



Sur les émissions routières

En passant de 110 km/h à 90 km/h, la restriction de la vitesse permet une baisse de la consommation de carburant et donc une baisse des émissions de polluants dans l'air.

Le tableau ci-dessous présente les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de gaz à effet de serre (GES), les consommations de carburant sur la RN124 avant et après la limitation de vitesse ainsi que leur évolution.

	Milliers de km parcourus par jour	NOx	GES	Consommation de carburant
		Émissions en tonnes/an	Émissions en kilotonnes eq. CO ₂	Consommation en GWh
Vitesse 110 km/h	247 000	118	50,4	16 300
Vitesse 90 km/h		105	48,6	15 700

Évolution après limitation de vitesse		-11%	-4%	-4%
--	--	------	-----	-----

A trafic constant, la limitation de la vitesse permettrait ainsi d'éviter annuellement jusqu'à 13 tonnes de NOx, soit une réduction relative de 11 %.

La diminution de la vitesse permettrait également une diminution de la consommation énergétique de 4% sur cet axe de circulation, se traduisant par une baisse similaire des émissions de GES. Ce sont ainsi environ 1,8 kilotonnes d'équivalent CO₂ qui ne seraient pas émises dans l'atmosphère chaque année, soit l'équivalent des émissions de GES liées aux dispositif de chauffage de 1 300 ménages³ de la métropole de Toulouse.



³ Calcul réalisé à partir des données de l'Inventaire des émissions Atmo Occitanie ATMO_IRS_V7.1_2008_2021 et des données INSEE 2021

4. CONCLUSION

Dans le cadre d'une convention de partenariat avec la Direction des Routes du Sud-Ouest (DIRSO), Atmo Occitanie a évalué la qualité de l'air aux abords de la Route Nationale 124 entre l'échangeur de la Salvetat Saint-Gilles et la sortie ZAC du Perget à Colomiers afin d'évaluer l'impact de la réduction de vitesse de 110 à 90 km/h mise en œuvre le 20 octobre 2023.

Des cartographies de concentrations avant et après la restriction de vitesse ont été réalisées et validées à l'aide de dispositifs de mesures déployés *in-situ*. Ces cartographies permettent d'évaluer la concentration en NO₂, principal traceur de la pollution issue de la circulation routière, en tout point de la bande d'étude.

Il en ressort que, avec une baisse moyenne de 1 µg/m³ sur la bande d'étude, **la diminution de la vitesse a un impact positif non négligeable sur les concentrations de NO₂**, et plus particulièrement au cœur de l'axe de circulation où la baisse maximale est de 9 µg/m³ (**soit 18% de baisse**). L'impact diminue en corrélation avec l'éloignement de la RN124. A plus de 200 mètres de l'axe routier, l'impact de la limitation sur les concentrations n'est plus significatif.

Bien qu'améliorant significativement la qualité de l'air localement, la baisse de vitesse ne permet pas le respect de la valeur limite réglementaire pour la protection de la santé pour le NO₂ pour les conducteurs de véhicules sur la RN124. En revanche, **aucune habitation située dans la bande d'étude n'est concernée par un dépassement de cette valeur limite**. Néanmoins, au regard de la valeur limite proposée pour 2030 par la Commission Européenne fixée à 20 µg/m³, Atmo Occitanie a estimé **jusqu'à 100 personnes exposées à un dépassement de cette nouvelle valeur réglementaire**, avec ou sans restriction de vitesse.

Cette restriction permettrait **d'éviter annuellement l'émission de 13 tonnes d'oxydes d'azote**, soit une réduction relative de 11 % des émissions liées à la fréquentation de ce tronçon de la RN124. La consommation énergétique et les émissions de GES présentent les mêmes évolutions avec une diminution de 4 %, correspondant à **une diminution annuelle de 1,8 kilotonnes d'équivalent CO₂** des émissions de GES, l'équivalent des émissions liées aux dispositifs de chauffage de 1 300 ménages⁴ de la métropole toulousaine.

⁴ Calcul réalisé à partir des données de l'Inventaire des émissions Atmo Occitanie ATMO_IRS_V7.1_2008_2021 et des données INSEE 2021

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Origines et effets des polluants mesurés

ANNEXE 2 : Dispositif d'évaluation déployé

ANNEXE 3 : Méthodologie de l'inventaire et de la modélisation

ANNEXE 4 : Valeurs réglementaires

ANNEXE 5 : Résultats du dispositif d'évaluation déployé

ANNEXE 6 : Validation du modèle fine échelle

ANNEXE 1 : ORIGINES ET EFFETS DU DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

Sources

Le monoxyde d'azote (NO) anthropique est formé lors des combustions à haute température. Plus la température de combustion est élevée et plus la quantité de NO générée est importante. Au contact de l'air, le NO est rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO₂). Toute combustion génère donc du NO et du NO₂, c'est pourquoi ils sont habituellement regroupés sous le terme d'oxydes d'azote (NOx).

Les oxydes d'azote proviennent essentiellement de procédés fonctionnant à haute température. Dans l'industrie, il s'agit des installations de combustion pour tout type de combustible (combustibles liquides fossiles, charbon, gaz naturel, biomasses, gaz de procédés...) et de procédés industriels (fabrication de verre, métaux, ciment...). Il se rencontre également à l'intérieur des locaux (appareils au gaz : gazinières, chauffe-eau...).

Néanmoins, la source principale des oxydes d'azote est le trafic routier (plus de 60%). Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Plus généralement, l'ensemble des mesures prises depuis 2000 pour réduire les émissions dues au transport routier et aux installations fixes ont été efficaces. Cependant, des efforts supplémentaires seront nécessaires pour que la France respecte ses engagements internationaux (protocole de Göteborg amendé en 2012 et directive relative aux plafonds d'émission révisée en 2016). Il est donc indispensable de poursuivre l'effort de réduction des émissions des sources fixes. À l'échelle planétaire, les orages, les éruptions volcaniques et les activités bactériennes produisent de très grandes quantités d'oxydes d'azote.

Effets sur la santé

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il provoque des troubles respiratoires, des affections chroniques et des perturbations du transport de l'oxygène dans le sang, en se liant à l'hémoglobine. Dès que sa concentration atteint 200 µg/m³, il peut entraîner une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Effets sur l'environnement

Le NO₂ participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre. Associés aux composés organiques volatils (COV), et sous l'effet du rayonnement solaire, les oxydes d'azote favorisent la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère (troposphère). Les oxydes d'azote jouent enfin un rôle dans la formation de particules fines dans l'air ambiant.

ANNEXE 2 : Dispositif d'évaluation déployé

Atmo Occitanie a déployé à proximité de la RN124 un dispositif d'évaluation de la qualité de l'air composé d'un site de mesures en continu et de mesures passives. Ce dispositif d'évaluation a pour but la validation des cartes de concentrations.

Les différents volets se décomposent de la manière suivante :

Dispositif de mesure en continu

Une station mobile de mesure en continu a été déployée en bordure de la RN124 avant et après la mise en place de la réduction de vitesse. Les mesures se déroulent en continu au moyen d'analyseurs automatiques qui enregistrent en temps réel les concentrations de différents polluants atmosphériques. Ce dispositif de mesure a pour objectif d'évaluer les niveaux de concentration en dioxyde d'azote dans l'environnement extérieur et leur variation dans le temps.

Dispositif de mesure passive

Deux campagnes de mesures passives ont été organisées à proximité de la RN124 avant et après la mise en place de la réduction de vitesse. Au total, 21 échantillonneurs passifs ont été installés.

Pour chaque campagne de mesure, c'est une concentration moyenne sur la période de pose qui est mesurée. Cette concentration moyenne est ensuite recalculée par adaptation statistique pour correspondre à une concentration moyenne mesurée sur une année entière.

Cartographies de dispersion

Les cartographies de dispersion du NO₂ sont produites à partir des quantités d'émissions de polluants dans l'air ambiant estimées au travers de l'inventaire des émissions régionales d'Atmo Occitanie et aux données fournies par la DIRSO (trafic journalier annuel moyen, profil de répartition journalière, etc.) et intègrent les conditions météorologiques afin de représenter la dispersion des polluants atmosphériques dans une zone souhaitée. Ces modélisations sont ensuite validées grâce aux dispositifs de mesure détaillés précédemment.

Atmo Occitanie a ainsi réalisé plusieurs types de cartographies afin de représenter la dispersion des polluants sur la zone d'étude ainsi que l'impact de la réduction de vitesse.

En addition, Atmo Occitanie récolte les données météorologiques (vent, précipitations, températures, etc.) de la station Météo-France situé à Blagnac.

Polluant étudié et sites d'études

Le polluant mesuré durant cette étude est le dioxyde d'azote, principal indicateur de l'impact du trafic routier sur l'air ambiant.

Dans l'environnement extérieur, trois types de sites sont étudiés :

- les sites en **proximité trafic, directement situés dans la zone d'étude**, afin d'estimer les niveaux maximaux auxquels sont soumises les personnes sur l'axe présentant une diminution de vitesse ;
- les sites en **proximité trafic, non situés dans la zone d'étude**, afin d'estimer les niveaux de pollution sur le même axe sans diminution de vitesse ;
- les sites en **fond urbain**, éloignés de l'axe de circulation étudié, représentatif de la pollution respirée par habitants de ces zones.

Dispositif déployé

Pour ce faire, plusieurs dispositifs de mesures sont temporairement installés sur la zone d'étude :

La station temporaire

Une station temporaire de mesure en continu, équipée d'un analyseur permettant la mesure du dioxyde d'azote (NO₂), a été installée le long de la RN124, au bord de l'axe de circulation. Cette station est représentative de la qualité de l'air respiré par les conducteurs de véhicule de la route nationale, dans la bande d'étude ; mais également des habitants vivant le long de l'axe de circulation.

La station mobile de mesures continues a été installée le long de la RN124 avant et après la diminution de la vitesse :

- Du 17 juin 2022 au 24 avril 2023 ;
- Du 13 septembre 2023 au 17 mars 2024.

Les échantillonneurs passifs

21 échantillonneurs passifs ont été répartis sur l'ensemble de la zone d'étude et en amont de celle-ci sur l'agglomération toulousaine : 8 en proximité trafic, directement dans la zone d'étude, 9 en proximité trafic non situés dans la zone d'étude, et 4 en fond urbain.

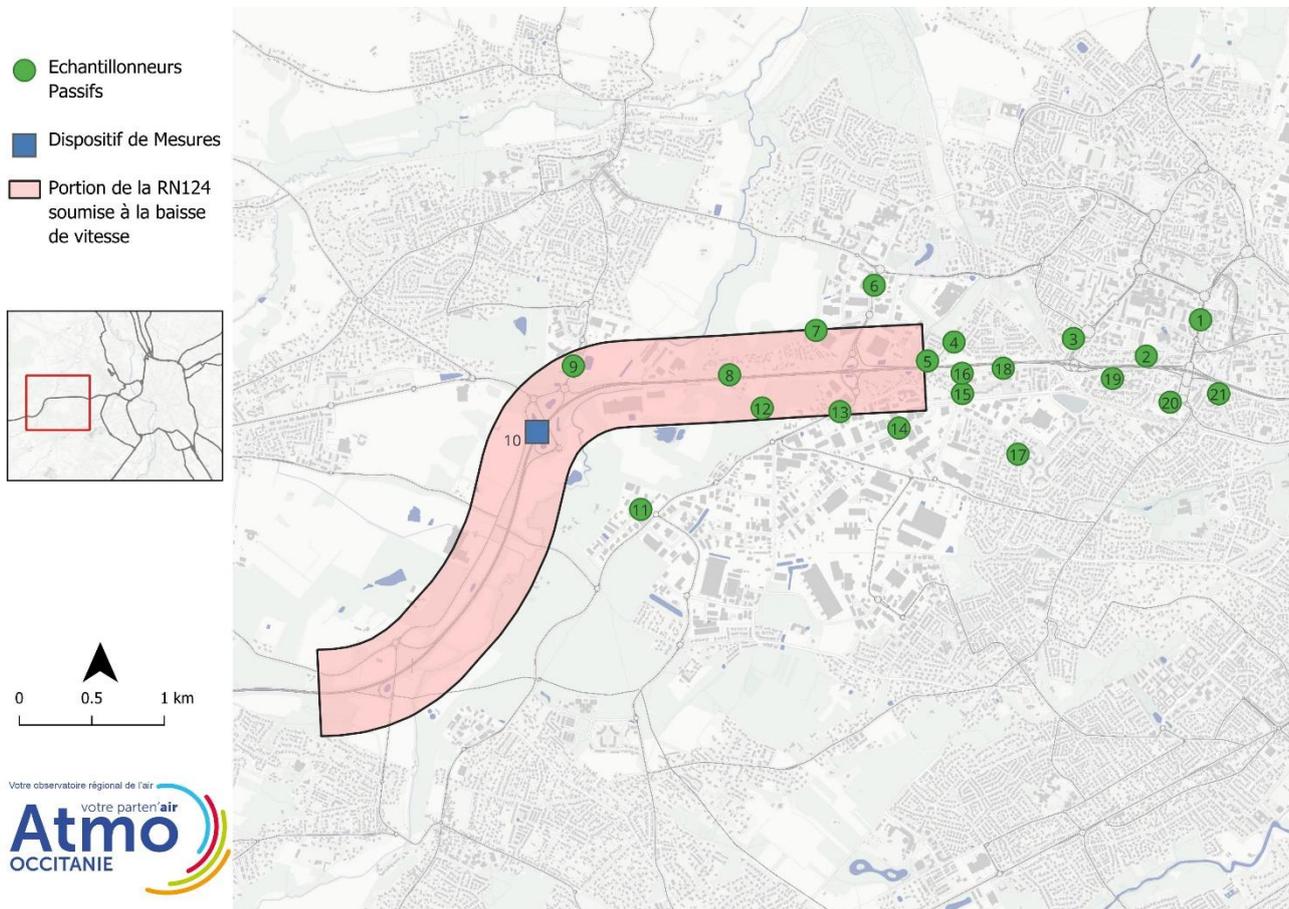
Deux campagnes de mesure par échantillonneurs passifs ont été organisées avant et après la diminution de la vitesse sur la RN124 :

- Du 1^{er} février au 15 février 2023 ;
- Du 15 novembre au 13 décembre 2023.

Les localisations des différents échantillonneurs passifs restent inchangées entre les deux campagnes afin de pouvoir évaluer l'évolution des concentrations en NO₂ avant et après la restriction de vitesse.

Les campagnes de mesures par échantillonneurs passifs sont réalisées simultanément à celles de la station mobile afin de comparer les concentrations mesurées. **À partir des concentrations mesurées, les concentrations annuelles sont estimées selon une méthode d'adaptation statistique des mesures.**

Cartographie du domaine d'études



ANNEXE 3 : Méthodologie de l'inventaire et de la modélisation

L'inventaire des émissions

Un inventaire d'émissions est le recensement des substances émises dans l'atmosphère issues de sources anthropiques et naturelles avec des définitions spatiales et temporelles. Dans le cadre de l'arrêté du 24 août 2011 relatif au Système National d'Inventaires d'Émissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA), le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) associant :

- le Ministère en charge de l'Environnement,
- l'INERIS,
- le CITEPA,
- les Associations Agréées de Surveillance de Qualité de l'Air ;

a mis en place un guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Ce guide constitue la référence nationale à laquelle chaque acteur local doit pouvoir se rapporter pour l'élaboration des inventaires territoriaux.

Sur cette base et selon les missions qui lui sont ainsi attribuées, Atmo Occitanie réalise et maintient à jour un Inventaire Régional Spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et GES sur l'ensemble de la région Occitanie. L'inventaire des émissions référence une trentaine de substances avec les principaux polluants réglementés (NO_x, particules en suspension, NH₃, SO₂, CO, benzène, métaux lourds, HAP, COV...) et les gaz à effet de serre (CO₂, N₂O, CH₄...).

Cet inventaire est notamment utilisé par les partenaires d'Atmo Occitanie comme outil d'analyse et de connaissance détaillée de la qualité de l'air sur leur territoire ou relative à leurs activités particulières.

Les quantités annuelles d'émissions de polluants atmosphériques et GES sont ainsi calculées pour l'ensemble de la région Occitanie, à différentes échelles spatiales (EPCI, communes...), et pour les principaux secteurs et sous-secteurs d'activité.

La méthodologie de calcul des émissions consiste en un croisement entre des données primaires (statistiques socio-économiques, agricoles, industrielles, données de trafic...) et des facteurs d'émissions issus de bibliographies nationales et européennes.

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

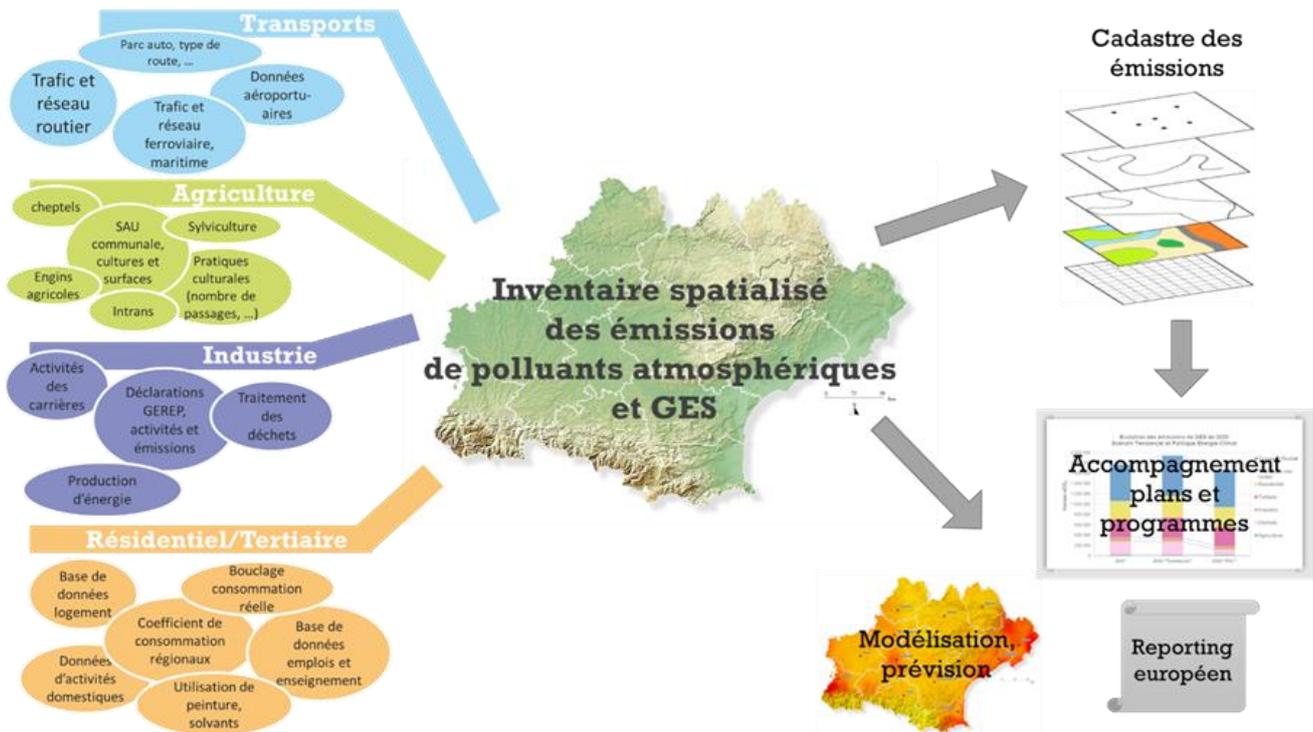
Avec :

E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « 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 »

Ci-dessous un schéma de synthèse de l'organisation du calcul des émissions de polluants atmosphériques et GES :



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 défini 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.

Hypothèses de calcul des émissions

L'ensemble des éléments utilisés pour la modélisation de la dispersion du dioxyde d'azote sont produits à l'aide de l'Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV7.1_Occ_2008_2021.

Cette version prend en compte de nombreuses évolutions méthodologiques et une actualisation des données d'entrée nécessaires aux calculs, secteur par secteur. Elle intègre ainsi la dernière version des facteurs d'émissions nationaux donnés par le CITEPA (Réf. : CITEPA 5, 2023). Cette évolution permet de prendre en compte les facteurs d'émissions les plus récents et les plus à jour possible pour l'ensemble des activités émettrices sur la région Occitanie.

Secteur du transport 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.

Plusieurs types de paramètres sont 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 (données CITEPA), 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 : la majeure partie du réseau routier est traité linéairement en tenant compte de la configuration de la route, du type de route et du trafic réel parcourant ce réseau. Le trafic secondaire est quant à lui estimé grâce à la prise en compte de la typologie des communes (population, bassins d'emplois, ...) et des trajets effectués à l'intérieur des celles-ci.

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 (CAMINO-T)...). 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 sont surfaciques.

Les derniers facteurs d'émissions de COPERT ainsi que la dernière version du parc roulant CITEPA (version 2023) ont été utilisés pour le calcul des émissions.

Autres secteurs d'activité

a) L'industrie

Atmo Occitanie est chargé d'effectuer les inventaires d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, et de les mettre à jour suivant un guide méthodologique mis en place dans le cadre de l'arrêté du 24 août 2009 relatif au Système National d'Inventaires d'Émissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA), le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) associant :

- le Ministère en charge de l'Environnement,
- l'INESIS,
- le CITEPA,
- les Associations Agréées de Surveillance de Qualité de l'Air.

Ce guide constitue la référence nationale à laquelle chaque acteur local doit se rapporter pour l'élaboration des inventaires territoriaux.

Les émissions issues du secteur industriel sont déterminées d'une part à partir des déclarations annuelles d'émissions faites auprès de la DREAL (base Installations Classées Pour l'Environnement) et d'autre part à partir des données relatives aux emplois par secteurs d'activité (INSEE). Pour les polluants pour lesquels les informations ne sont pas disponibles, Atmo Occitanie calcule une estimation de ces émissions à partir de caractéristiques de l'activité (consommation énergétique, production...) du site, et de facteurs d'émissions provenant du guide OMINEA du CITEPA.

Les activités des carrières, des chantiers et travaux de BTP sont prise en compte grâce aux quantités d'extraction et surface permettant de calculer les émissions de particules fines.

b) Le résidentiel/tertiaire

Les émissions sont essentiellement dues aux dispositifs de chauffage et ont été déterminées à partir des données de consommation d'énergie (gaz naturel, fioul, bois, électricité...) à l'échelle communale. Dans le cas où les données de consommation ne sont pas disponibles, des données statistiques sont alors utilisées prenant en compte la composition des logements sur le territoire et l'activité économique.

c) L'agriculture

Atmo Occitanie utilise les données issues du recensement agricole réalisé par l'AGRESTE et les données issues des Statistiques Agricoles Annuelles, permettant d'accéder à une donnée communale précise des répartitions de cheptels et de cultures sur un territoire. Elles permettent ainsi de disperser des données d'activités agricoles à l'échelle communale sur l'ensemble de la région. La culture des sols engendre, au-delà des émissions liées à l'utilisation de machines munies de moteurs thermiques, des émissions dues aux labours des sols et aux réactions consécutives à l'utilisation de fertilisants. L'élevage se traduit par des émissions liées, d'une part, à la fermentation entérique et, d'autre part, aux réactions chimiques engendrées par les déjections animales.

d) Le transport hors trafic routier

Deux autres moyens de transport font l'objet d'estimation des émissions :

Les émissions associées à l'aéroport de Toulouse Blagnac, sont issues des données fournies par la DGAC via l'outil « TARMAAC », correspondant aux émissions dues aux flux réels du trafic aérien.

Les émissions dues au trafic ferroviaire sont estimées pour les communes traversées par les lignes de chemin de fer et selon les données disponibles (SNCF Réseau...).

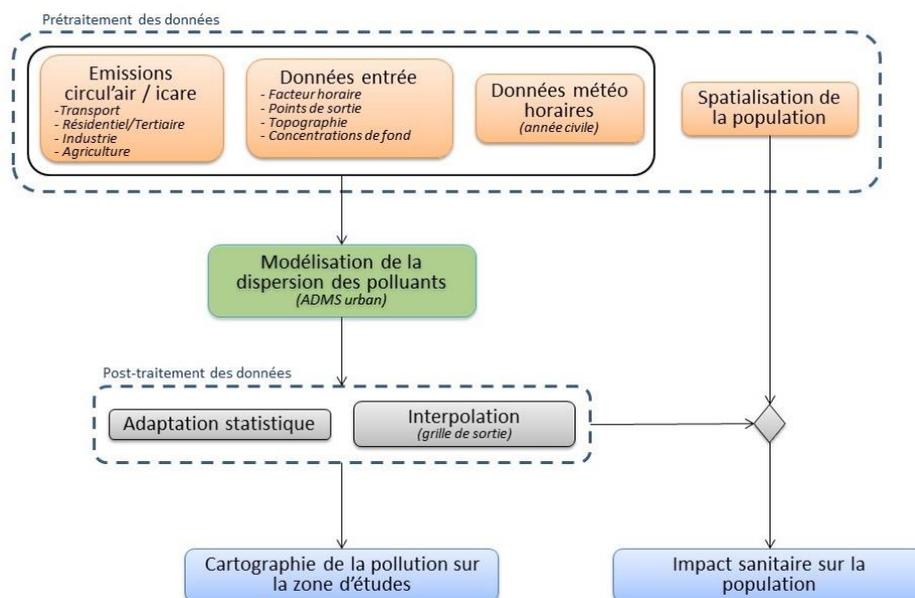
Hypothèse de calcul des émissions des autres secteurs d'activité pour les deux horizons

Toutes les émissions des secteurs d'activité autres que les déplacements routiers sont égales aux émissions de l'année 2021.

Modélisation de la dispersion des polluants

Le modèle ADMS

Principe de la méthode



Le modèle ADMS-Urban permet de simuler la dispersion des polluants atmosphériques issus d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques, surfaciques ou volumiques selon des formulations gaussiennes.

Ce logiciel permet de décrire de façon simplifiée les phénomènes complexes de dispersion des polluants atmosphériques. Il est basé sur l'utilisation d'un modèle Gaussien et prend en compte la topographie du terrain de manière assez simplifiée, ainsi que la spécificité des mesures météorologiques (notamment pour décrire l'évolution de la couche limite).

Le principe du logiciel est de simuler heure par heure la dispersion des polluants dans un domaine d'étude sur une année entière, en utilisant des chroniques météorologiques réelles représentatives du site. À partir de cette simulation, les concentrations des polluants au sol sont calculées et des statistiques conformes aux

réglementations en vigueur (notamment annuelles) sont élaborées. L'utilisation de données météorologiques horaires sur une année permet en outre au modèle de pouvoir calculer les percentiles relatifs à la réglementation.

Le logiciel ADMS-Urban est un modèle gaussien statistique cartésien. Le programme effectue les calculs de dispersion individuellement pour chacune des sources (ponctuelles, linéiques et surfaciques) et somme pour chaque espèce les contributions de toutes les sources de même type.

Pour le dioxyde d'azote, les émissions introduites dans ADMS-Urban concernent les NO_x. Or seule une partie de NO_x est oxydée en NO₂ en sortie des pots d'échappement. L'estimation des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) à partir de celles d'oxydes d'azote (NO_x) est réalisée par le biais de 2 types de module intégrés dans le logiciel ADMS-Urban.

Les données d'entrée du modèle hors déplacements routiers

L'objet de cette section est de présenter la méthodologie utilisée pour agréger les données nécessaires à la modélisation fine échelle sur la zone d'études.

a) Facteurs horaires

Les données de sortie d'émissions de Circul'air sont des données annuelles et/ou horaires sur une année civile complète. Cependant, vu les limitations d'ADMS en terme de prise en compte des facteurs horaires et vu le fait que l'année est modélisée par périodes de 2 semaines en moyenne :

- Un facteur horaire moyen par type de voiries et par jour de la semaine est attribué à chaque axe routier pris en compte dans la modélisation. Ce facteur horaire est calculé avec les émissions horaires du trafic linéique issue de Circul'air ;
- un facteur horaire constant est utilisé pour le secteur industriel ;
- un facteur horaire moyen sur la zone pour l'ensemble des émissions surfaciques (trafic surfacique, résidentiel/tertiaire, agriculture) est calculé. Ce calcul provient d'une moyenne pondérée entre les émissions horaires du trafic routier et celles du secteur résidentiel tertiaire sur l'ensemble du domaine d'études.

b) Sectorisation du domaine d'études

Le modèle ADMS est limité quant à la taille des données d'émission qu'il peut utiliser. Aussi, quand le domaine d'études est trop vaste, il est nécessaire de le découper en secteurs relativement homogènes.

c) Topographie

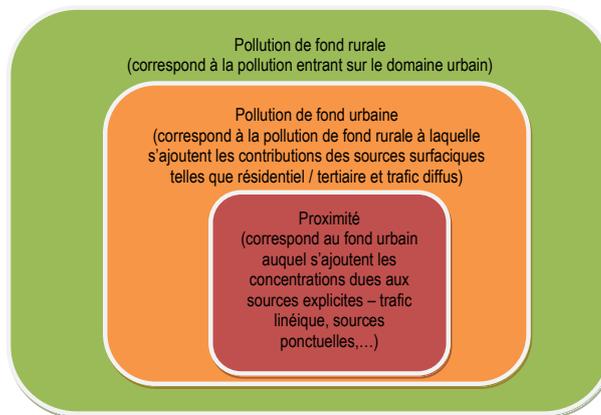
La topographie n'a pas été intégrée dans cette modélisation.

d) Pollution de fond

Les choix de caractérisation de la pollution de fond et des sources d'émissions complémentaires au trafic routier à intégrer au modèle sont des étapes déterminantes dans une étude de modélisation en milieu urbain.

Pour réaliser ces choix, il est tout d'abord essentiel de comprendre les différentes contributions régionales et locales dans la structure de la pollution urbaine. Celles-ci peuvent ainsi être décrites par le schéma suivant.

Principales échelles de pollution en milieu urbain



Lorsque l'on s'intéresse à la pollution de fond urbaine au sens d'un modèle, celle-ci diffère sensiblement du fond urbain mesuré par les capteurs. En effet, au sens du modèle, la pollution de fond correspond à la pollution entrant sur le domaine modélisé. Les capteurs pour leur part, lorsqu'ils sont installés sur ce domaine, ne permettent pas de soustraire l'ensemble des sources locales. Les biais potentiels quant à cette pollution de fond sont ensuite corrigés grâce à l'adaptation statistique.

e) Données météorologiques

La modélisation est réalisée pour obtenir des concentrations horaires. Les calculs de dispersion ont donc été menés à partir des mesures horaires de plusieurs paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température...) fournies par la station météorologique la plus proche de la zone d'études.

Post traitement de la modélisation

a) Adaptation statistique de données

Les sorties brutes de modèles de dispersion tels qu'ADMS correspondent rarement à la réalité des concentrations mesurées. En effet, différents effets sont difficilement pris en compte par la modélisation :

- Les surémissions de certains polluants dues à des bouchons suite à un accident
- La pollution de fond sur laquelle vient s'ajouter la dispersion des sources prises en compte (trafic routier, industrie, chauffage...). En effet l'évolution de la pollution de fond entre deux heures consécutives est difficilement prise en compte par les modèles de dispersion.
- L'apport de pollution provenant de l'extérieur de la zone de modélisation.

Ces différents points sont les sources principales de différence entre les sorties brutes de la modélisation et les mesures. L'hypothèse retenue dans cette méthodologie est que cette différence est homogène sur la zone d'étude et peut être représentée par un biais moyen horaire. Le but de l'adaptation statistique est donc d'estimer ce biais moyen sur la zone pour chaque heure de l'année et pour chaque polluant.

Les stations de fond d'Atmo Occitanie sont utilisées pour estimer ce biais horaire.

b) Interpolation des données

Les données de sortie de modélisation ne sont pas spatialement homogènes dans le domaine d'études. Aussi avant de créer une cartographie des concentrations, une interpolation par pondération inverse à la distance est effectuée sur une grille régulière.

Cartographie

Les cartes de dispersion de la pollution sont obtenues en géo référençant l'interpolation des données décrites précédemment avec un Système d'Information Géographique (SIG).

Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

Adaptation statistique des 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 » du réseau des stations fixes d'Atmo Occitanie.

Hypothèses de travail

Afin d'étudier l'impact de la restriction de la vitesse sur les émissions de polluants atmosphériques, seul le paramètre « *vitesse maximale autorisée des véhicules sur la RN124* » a été modifié. Le nombre de véhicules et leur profil de répartition sur la journée, dont les données proviennent de calculs par comptage pour l'année 2023 par DIRSO, restent constants. Sont calculés par la suite, les émissions des polluants considérés en estimant la congestion de l'axe de circulation qui est fonction de la charge horaire et de la capacité de celui-ci.

ANNEXE 4 : Valeurs réglementaires

Seuils réglementaires 2023 (Code de l'environnement)

POLLUANT	TYPE	PÉRIODE	VALEUR	MODE DE CALCUL
Particules en suspension de diamètre < 10 Microns	●	Année civile	50 µg/m ³	35 jours de dépassement autorisés par année civile
		Année civile	40 µg/m ³	Moyenne
	●	Année civile	30 µg/m ³	Moyenne
Particules en suspension de diamètre < 2.5 Microns	●	Année civile	25 µg/m ³	Moyenne
	●	Année civile	20 µg/m ³	Moyenne
	●	Année civile	10 µg/m ³	Moyenne
Dioxyde d'azote	●	Année civile	200 µg/m ³	18 heures de dépassements autorisés par année civile
		Année civile	40 µg/m ³	Moyenne
	●	Année civile	30 µg/m ³ (Nox)	Moyenne
Ozone	●	8h	120 µg/m ³	Moyenne glissante ⁽²⁾ à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans
	●	8h	120 µg/m ³	Moyenne glissante ⁽¹⁾
	●	Du 01/05 au 31/07	18 000 µg/m ³ /h	Valeur par heure en AO40 ⁽³⁾ en moyenne calculée sur 5 ans
	●	Du 01/05 au 31/07	6 000 µg/m ³ /h	Valeur par heure en AO40 ⁽³⁾
Dioxyde de soufre	●	Année civile	350 µg/m ³ 125 µg/m ³	24 heures de dépassement autorisés par année civile
		Année civile	20 µg/m ³	Moyenne
	●	Du 01/10 au 31/03	20 µg/m ³	
	●	Année civile	50 µg/m ³	Moyenne
Monoxyde de carbone	●	8h	10 mg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante
Benzo(a) pyrène	●	Année civile	1 ng/m ³	Moyenne
Benzène	●	Année civile	5 µg/m ³	Moyenne
	●	Année civile	2 µg/m ³	Moyenne
Plomb	●	Année civile	0,5 µg/m ³	Moyenne
	●	Année civile	0,25 µg/m ³	Moyenne
Arsenic	●	Année civile	6 ng/m ³	Moyenne
Cadmium	●	Année civile	5 ng/m ³	Moyenne
Nickel	●	Année civile	20 ng/m ³	Moyenne

µg/m³ = microgramme par mètre cube,
 ng/m³ = nanogramme par mètre cube,
 mg/m³ = milligramme par mètre cube

(1) La moyenne glissante est calculée toutes les heures. Les procédures d'information ou d'alerte sont mises en œuvre selon les modalités décrites par les arrêtés préfectoraux en vigueur et/ou la procédure interne de gestion des épisodes de pollution. (2) Le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève : la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 heures la veille et 1 heure le jour même et la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 heures et minuit le même jour. (3) L'AOT40, exprimé en µg/m³ par heure, est égal à la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (soit 40 ppb) et 80 µg/m³ en utilisant uniquement

- **VALEUR LIMITE DÉPASSÉE**
La valeur limite est un niveau à ne pas dépasser si l'on veut réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement.
- **VALEUR CIBLE DÉPASSÉE**
La valeur cible correspond au niveau à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée pour réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement.
- **OBJECTIF DE QUALITÉ NON RESPECTÉ**
L'objectif de qualité est un niveau de concentration à atteindre à long terme afin d'assurer une protection efficace de la santé et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite proposée par la Commission Européenne (2030)

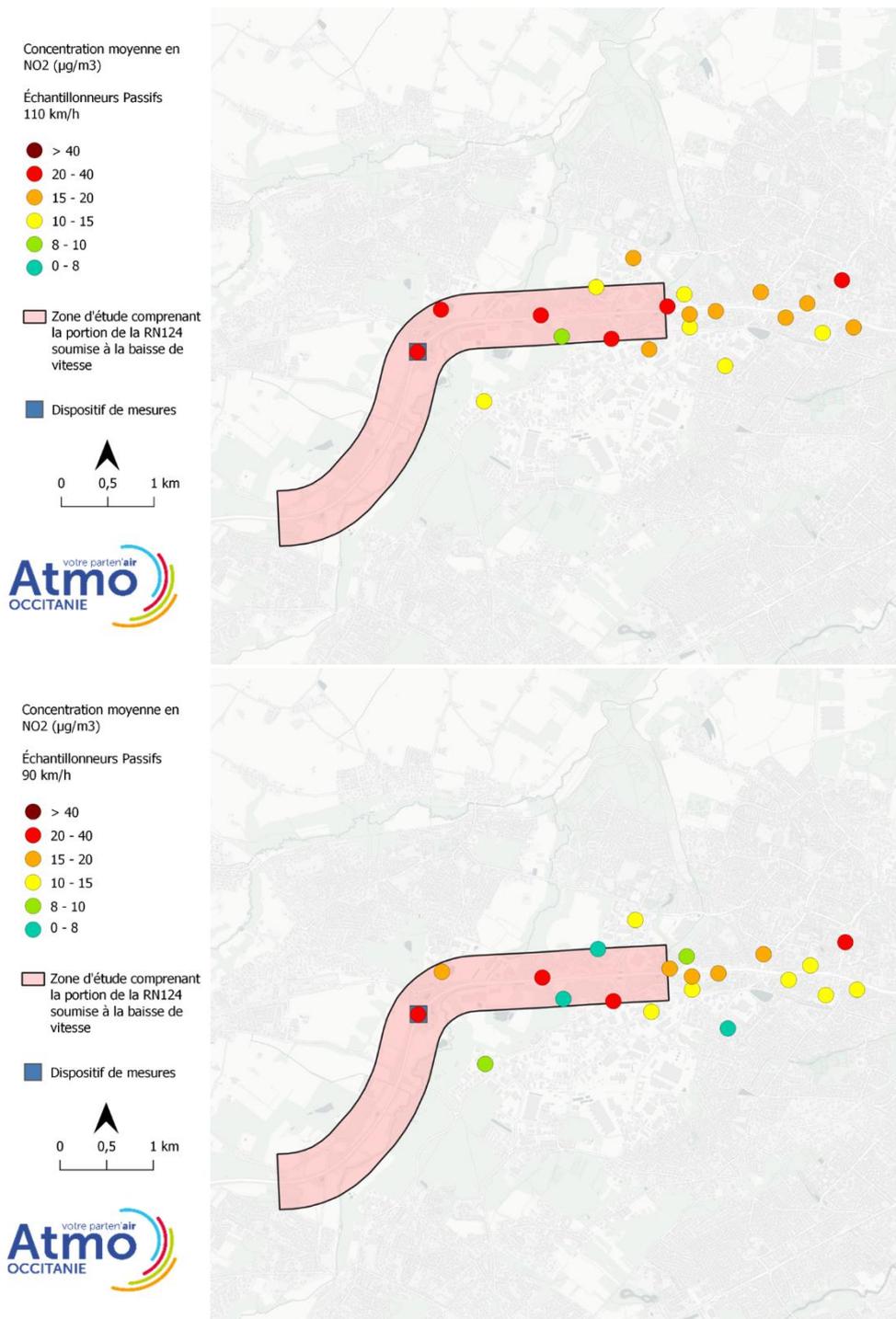
En 2021, l'Organisation Mondiale de la Santé a révisé ses lignes directrices pour les principaux polluants atmosphériques et publié de nouvelles recommandations plus exigeantes fondés sur les recherches scientifiques les plus récentes concernant les incidences de la pollution atmosphérique sur la santé. Compte tenu de cette publication, la Commission européenne a décidé d'actualiser les normes actuelles en matière de qualité de l'air de l'Union Européenne afin de les aligner plus étroitement sur les recommandations 2021 de l'OMS. **Elle propose ainsi de ramener la valeur limite annuelle du NOx de 40 µg/m³ à 20 µg/m³** (la valeur de référence de l'OMS étant de 10 µg/m³).

ANNEXE 5 : Résultats des dispositifs de mesures

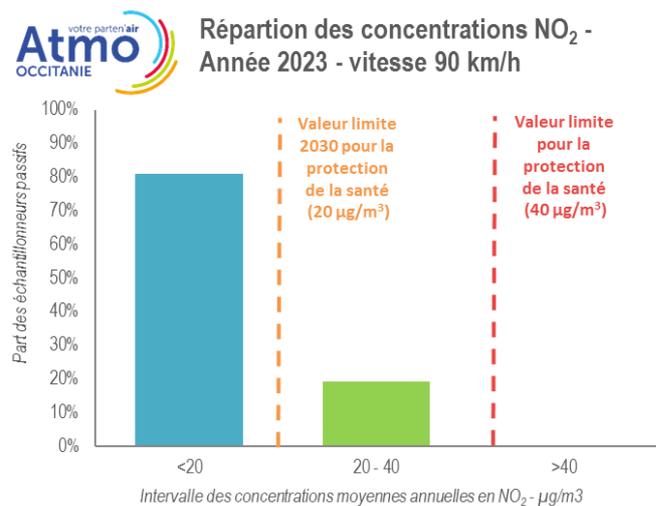
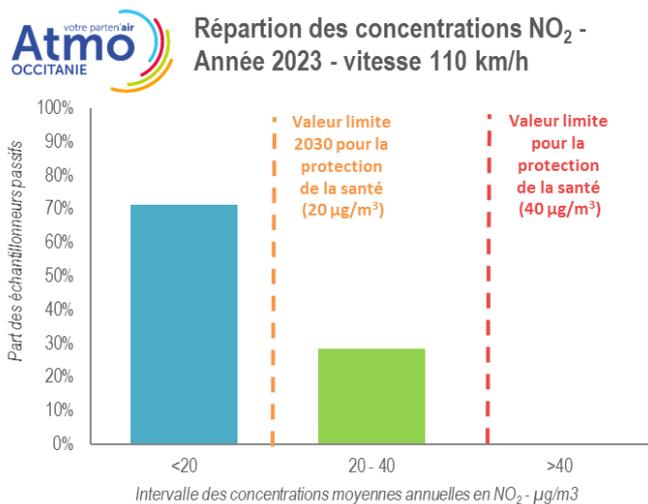
Les échantillonneurs passifs

Atmo Occitanie a installé des échantillonneurs passifs pour évaluer les concentrations de NO₂ sur 21 sites différents. Huit de ces sites sont à proximité directe de la zone d'étude et treize sont plus éloignés, dans un contexte de mesure de fond de référence.

Les deux cartes ci-dessous présentent les concentrations moyennes estimées des tubes passifs avant et après la restriction de la vitesse.



Le graphique ci-dessous met en évidence la dispersion des concentrations sur les sites de mesure choisis :



La station provisoire

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) ont également été mesurées à l'aide d'une station provisoire implantée au niveau de l'échangeur de la Salvetat, à proximité directe de la RN124. Deux campagnes de mesures, décrites dans **l'annexe 2**, ont été effectuées pour évaluer les concentrations de NO₂ avant et après la limitation de vitesse le long de la voie. L'analyse des données a cependant été effectuée sur deux mêmes périodes en 2023 et 2024 :

- Du 19 octobre 2022 au 18 mars 2023 ;
- Du 19 octobre 2023 au 18 mars 2024.

En effet, si le trafic routier reste l'émetteur principal du dioxyde d'azote dans l'atmosphère, certains secteurs et notamment le chauffage l'hiver participent également aux émissions de ce polluant. De plus, les conditions météorologiques varient grandement au cours de l'année, avec des conditions plus ou moins favorables à la dispersion des polluants selon la saison. Ainsi, en comparant les concentrations de NO₂ durant les mêmes périodes, ces effets de saisonnalité sont limités.

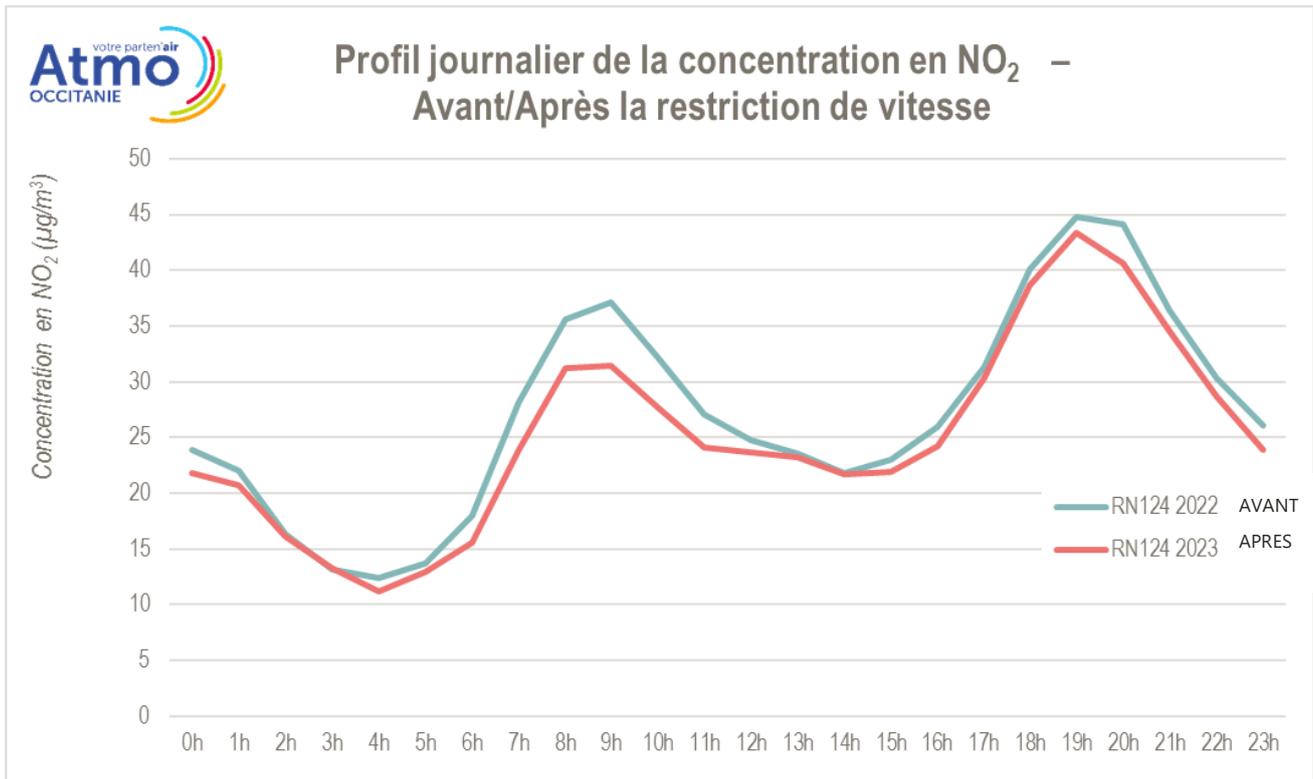
	Station temporaire RN124	Agglomération toulousaine		
		Fond urbain	Environnement trafic	Environnement trafic (Périphérique)
19 octobre 2023 au 18 mars 2024	25 µg/m³	17 µg/m³	31 µg/m³	46 µg/m³
<i>Évolution</i>	-8 %	-11 %	-9 %	-7 %
19 octobre 2022 au 18 mars 2023	27 µg/m³	19 µg/m³	34 µg/m³	49 µg/m³

Une baisse des concentrations de dioxyde d'azote de 8% en moyenne a pu être enregistrée entre les deux périodes de mesure. Néanmoins, des évolutions similaires de concentrations en dioxyde d'azote ont également pu être enregistrées sur l'agglomération Toulousaine (-11% en fond urbain, -9% en environnement trafic et -7% proche périphérique).

Les mesures sur les deux périodes ne peuvent à elles seules confirmer la diminution de la concentration en dioxyde d'azote en lien avec la restriction de la vitesse. Les effets de saisonnalité, bien que limités par le choix de deux périodes similaires d'une année à l'autre, existent encore.

Comme indiqué dans le corps de ce rapport, la modélisation présente des baisses importantes des émissions de dioxyde d'azote et de sa concentration dans la zone d'étude. Cette modélisation, validée par les résultats de mesures par TP (voir **annexe 6**), est réalisée à partir des mêmes données météo et sources d'émissions avant et après le changement de vitesse.

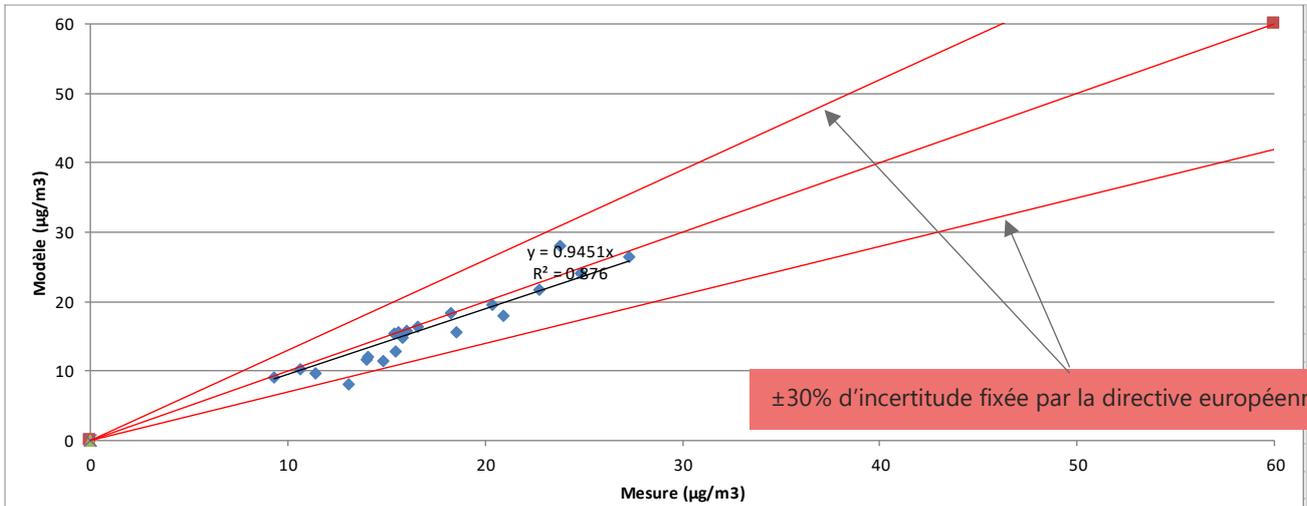
Le graphe ci-dessous présente le profil journalier de la concentration en NO₂ avant et après la restriction de la vitesse, selon les deux mêmes périodes que celles décrites précédemment.



Les niveaux observés après la restriction de la vitesse sont inférieurs en toute heure à ceux observés avant la limitation de la vitesse.

Annexe 6 : Validation du modèle fine échelle

Comparaison modèles/mesures avant la limitation de vitesse



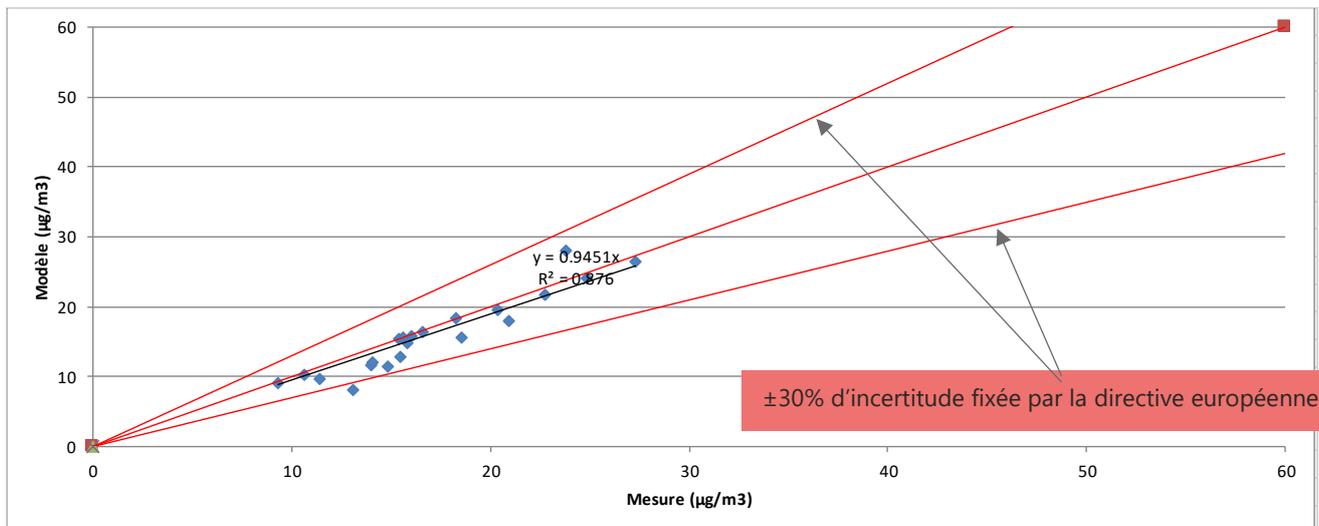
Les critères statistiques utilisés pour valider le modèle ont été choisis en tenant compte des recommandations du faites par J.C. Chang et S. R. Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air⁵.

Dans le tableau ci-après, nous indiquons les performances statistiques du modèle relativement aux concentrations moyennes annuelles en NO₂ modélisées et observées sur le domaine d'études avant la limitation de vitesse.

	Modèle - Année	Caractéristiques d'un modèle performant
	2023	
FB	-0.02	-0.3 < FB < 0.3
MG	0.97	-0.7 < MG < 1.3
NMSE	0.09	NMSE <=2
VG	1.01	VG < 1.6
FAC2	1.00	FAC2 > 0.5
r	0.9	R=1

⁵ J.C Chang and S. R Hanna : Air quality model performance evaluation, Meteorology and Atmospheric Physics 87, 167-196 (2004)

Comparaison modèles/mesures avant la limitation de vitesse



Les critères statistiques utilisés pour valider le modèle ont été choisis en tenant compte des recommandations du faites par J.C. Chang et S. R. Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air⁶.

Dans le tableau ci-après, nous indiquons les performances statistiques du modèle relativement aux concentrations moyennes annuelles en NO₂ modélisées et observées sur le domaine d'études après la limitation de vitesse.

	Modèle - Année	Caractéristiques d'un modèle performant
	2023	
FB	-0.02	-0.3 < FB < 0.3
MG	0.97	-0.7 < MG < 1.3
NMSE	0.09	NMSE <=2
VG	1.01	VG<1.6
FAC2	1.00	FAC2>0.5
r	0.9	R=1

⁶ J.C Chang and S. R Hanna : Air quality model performance evaluation, Meteorology and Atmospheric Physics 87, 167-196 (2004)

Les valeurs proches de 0 du biais fractionnel (FB) indiquent qu'en moyenne, le modèle tend à bien estimer les valeurs observées.

NMSE permet de juger de l'erreur relative commise par le modèle. Plus NMSE est faible, plus les concentrations simulées par le modèle sont proches des observations. Les NMSE obtenus pour les modèles sont corrects.

L'indicateur logarithmique VG est autant sensible aux valeurs fortes qu'aux valeurs faibles. Proche de 1, l'écart entre mesure et observation est assez faible.

FAC2 renseigne sur la proportion des valeurs simulées à moins d'un facteur 2 des observations. 90% des valeurs simulées sont ainsi à moins d'un facteur 2 des observations.

La corrélation mesure la capacité du modèle à reproduire les variations temporelles des observations. 90% des concentrations modélisées sont corrélées avec les mesures.

La directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe fixe des objectifs de qualité pour les concentrations modélisées.

Pour le NO₂, l'erreur sur la moyenne annuelle doit être inférieure à ±30% sur les sites de fond. Cette incertitude est représentée par les lignes oranges sur le graphe. L'erreur sur la moyenne annuelle est calculée selon la formule suivante : $\text{Erreur} = \frac{(\text{modèle} - \text{mesure})}{\text{mesure}}$. Pour les sites de fond, les erreurs sur la moyenne annuelle obtenues en NO₂ sont globalement inférieures à 30%.

Les critères de performance trouvés dans la littérature sont atteints pour le modèle utilisé lequel peut être considéré comme relativement performant. Les concentrations sont donc correctement modélisées

Principe de la méthode

Afin de vérifier la validité des résultats obtenus par la modélisation, nous avons utilisé des paramètres statistiques permettant de comparer les résultats de la modélisation aux résultats fournis par les échantillonneurs passifs.

Il existe dans la littérature de nombreux indicateurs ou outils de performance statistiques afin d'évaluer quantitativement la qualité d'un modèle de dispersion atmosphérique.

Le guide "evaluating the performance of Air Quality Models -3 juin 2010" du department for environment, food & Rural Affairs of United Kingdom recommande une certaine simplification et rationalisation en adoptant un nombre limité d'indicateurs statistiques.

Les indicateurs statistiques ont été choisis en suivant les recommandations faites par Chang et Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air.

Les équations suivantes incluant le biais fractionnaire (FB), l'erreur quadratique moyenne normalisée (NMSE), la variance géométrique (VG), le coefficient de corrélation et la fraction de prédiction comprise dans un facteur 2 (FAC2) ont ainsi été utilisées :

Les performances des deux modèles sont évalués par les indicateurs statistiques suivants (formule indiquée ci-après) :

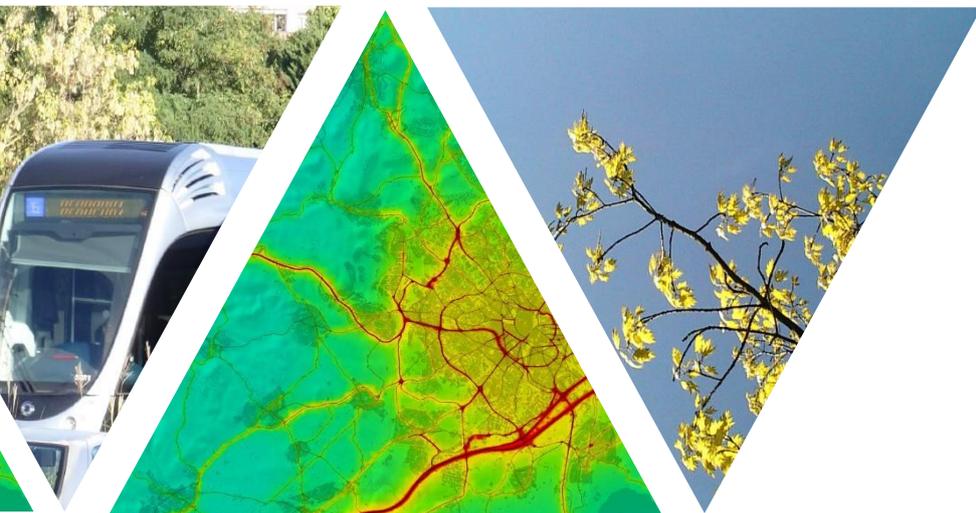
- Le biais fractionnel (fractional bias) FB
- Le biais moyen géométrique (MG),
- L'erreur quadratique normalisée ("normalized mean square error") NMSE,

- la variance géométrique (VG),
- Le coefficient de corrélation Corr,
- la fraction de prédiction comprise dans un facteur 2 FAC2.

Un modèle parfait aurait MG, VG, R et FAC2 = 1; et FB et NMSE = 0.

Notons que, d'après les conventions utilisées, les valeurs de FB sont négatives en cas de sur-estimation, et positives en cas de sous-estimation des valeurs.

Des critères de performances acceptables ont été développés dans Chang et Hanna [2004] et Hanna et al [2004] à partir de l'évaluation de nombreux modèles sur un grand nombre d'expériences.



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