

Evaluation des émissions de polluants et gaz à effet de serre associées au réseau de bus TISSEO

Années 2008 à 2022

ETU-2024-201 - Edition Septembre 2025



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. A 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

RÉSUMÉ	3
1. INTRODUCTION	5
2. MÉTHODE	7
3. RÉSULTATS	8
3.1. PARC ROULANT – ANNEE 2022 ...	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
3.2. LES EMISSIONS DU RESEAU DE BUS – ANNEE 2022	8
3.2.1. Contribution du réseau de bus aux émissions du territoire	8
3.2.2. Comparaison de la contribution des différents types de transport routier	9
3.2.3. Comparaison de la contribution des différentes lignes de bus	10
3.2.4. Émissions par kilomètre parcouru et par voyageur	11
3.3. ÉVOLUTION DES EMISSIONS DU RESEAU DE BUS ENTRE 2008 ET 2022.....	16
3.3.1. Par type de transport routier	16
3.3.2. Par type de ligne de bus	18
3.3.3. Par kilomètre.voyageur	20
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	23
TABLE DES ANNEXES	25

RÉSUMÉ

Dans le cadre de son partenariat avec Tisséo Collectivités, Atmo Occitanie a réalisé le diagnostic des consommations énergétiques et des émissions de polluants atmosphériques dont les gaz à effet de Serre (GES) du réseau de bus pour la période 2008 à 2022.

Pour mener à bien cette étude, Atmo Occitanie a appliqué la méthodologie de quantification des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre¹ aux caractéristiques locales du réseau de bus pour l'ensemble de la période étudiée fournies par TISSEO.

Grâce à cette méthodologie, Atmo Occitanie et Tisséo disposent d'un état actuel et d'un historique pluriannuel des émissions et de la consommation d'énergie. Ils permettent :

- **D'évaluer l'impact de la modernisation du parc de bus ou de l'évolution de l'offre de transport,**
- **De réaliser des scénarisations d'actions afin d'évaluer leur impact sur la consommation et la qualité de l'air et ainsi aider à la prise de décision.**

En 2022, la contribution du réseau de bus de Tisséo à l'ensemble des émissions du territoire du Plan de Mobilité (PDM) est très limitée, bien que le transport routier soit le premier émetteur de NOx et de GES et le second émetteur de particules. Les **bus du réseau Tisséo représentent moins de 1% des distances parcourues sur ce territoire** mais du fait de leur poids et de leur taille, leur contribution aux émissions du secteur du transport est plus importante. **Ils émettent ainsi 3 % des émissions de NOx, 2 % des émissions de GES et de particules du secteur transport sur le territoire du PDM.**

Les émissions de polluants atmosphériques sont globalement fonction des kilomètres parcourus. Ainsi, les lignes classiques qui représentent 64 % des kilomètres parcourus émettent 62 % des GES et entre 67 % et 71 % des polluants atmosphériques. Les secondes lignes de bus les plus émettrices sont les lignes LINEO avec 20 % des distances parcourues. Elles contribuent à 22 % des émissions de GES et entre 15 % et 17 % des émissions des polluants atmosphériques. Les lignes de transport à la demande (TAD) représentent, quant à elles, 4 % des kilomètres parcourus et les lignes scolaires moins de 0,3 %. Leurs émissions sont du même ordre de grandeur. Enfin, les kilomètres parcourus lors des déplacements non commerciaux (Haut le pied) représentent 12 % des distances totales. Ils sont à l'origine de 12 % à 13 % des émissions polluantes.

Pour un kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur de polluants et GES qu'un véhicule particulier. Ses émissions varient en fonction de la motorisation, de la norme Euro et du poids des bus en circulation. En moyenne, il émet 15 fois plus de NOx, 6 fois plus de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et 8 fois plus de GES. Cependant, il peut transporter un grand nombre de personnes. Ainsi, **ramené au kilomètre parcouru et au passager transporté, les émissions des bus sont en moyenne moins émettrices de particules (51% inférieures) et de GES (28 % inférieures), mais 28% plus élevées pour les NOx. Grâce à leur forte fréquentation, les lignes Linéo sont les moins émettrices en polluants atmosphériques dont les GES par kilomètre.voyageur du réseau de bus Tisséo.**

¹ Version de l'inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV7.2_2008_2021

L'année 2022 a été marquée par un retour de la fréquentation des bus à son niveau pré-confinement..

Le renouvellement de la flotte de bus et la fréquentation sont les leviers principaux pour diminuer les émissions de polluants atmosphériques par passager et rendre le bus moins émetteur que la voiture. **La flotte de bus pour cette année 2022 est marquée par l'augmentation de la part de bus Gaz Naturel Véhicule (GNV) par rapport au bus diesel. Ainsi, cette année se traduit par des émissions rapportées au kilomètre.voyageur plus faibles, notamment pour les bus de la ligne Linéo.**

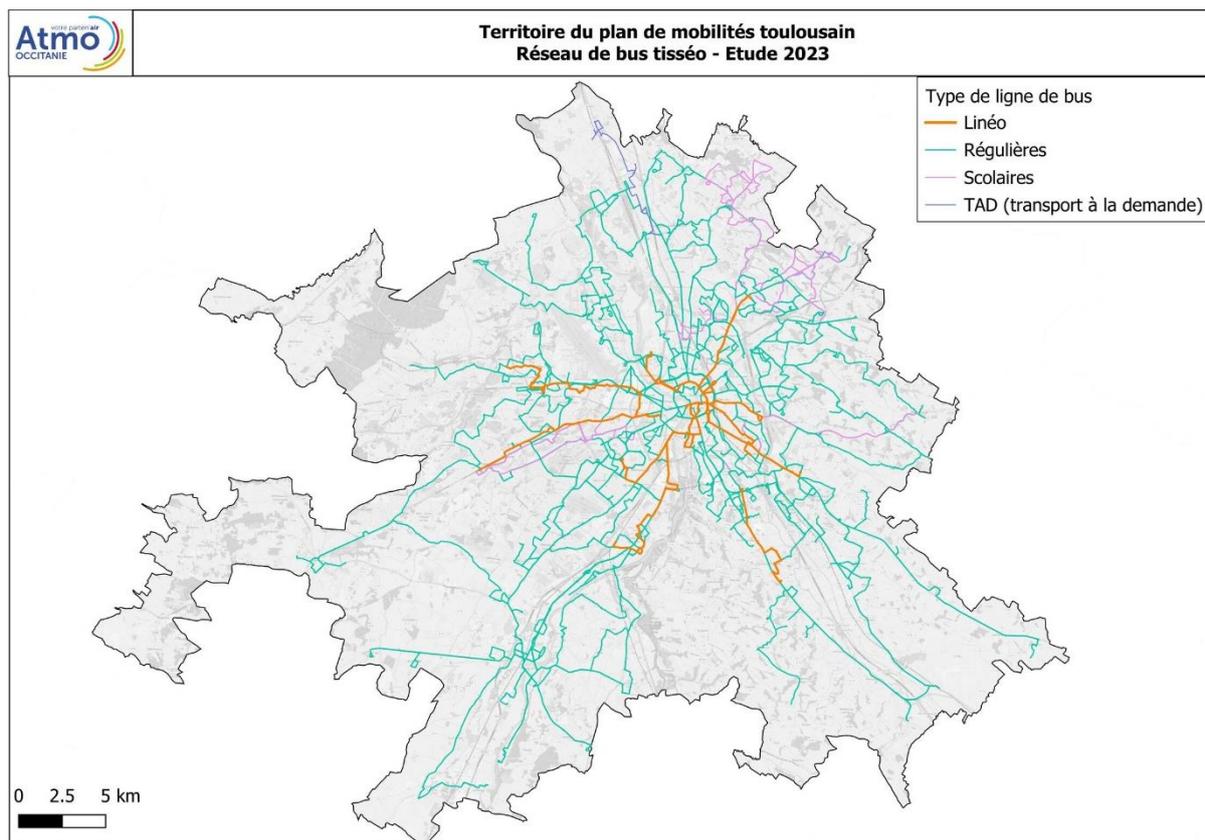
Entre 2008 et 2022, les bus du réseau Tisséo ont parcouru globalement plus de kilomètres (+48 %) ce qui a engendré une hausse de leurs émissions de GES (+28 %). En revanche, **leurs émissions de NOx et de particules ont diminué** (-51 % pour les NOx, -42 % pour les PM₁₀ et -56 % pour les PM_{2,5}) **grâce au renouvellement de la flotte de bus** qui a largement compensé la hausse des distances parcourues.

1. INTRODUCTION

Atmo Occitanie produit chaque année un inventaire des émissions des polluants atmosphériques dont les gaz à effet de serre (GES) de l'ensemble de la région à l'échelle communale. L'objectif de cet inventaire est de quantifier les consommations énergétiques et les émissions polluantes du territoire au cours de l'année. L'inventaire est divisé en grands secteurs : transports, résidentiel, tertiaire, agriculture, industriel. Depuis 2020, Atmo Occitanie évalue de manière plus fine le secteur des transports du territoire du Plan de Mobilité (PDM)² de Toulouse afin d'y intégrer les consommations et les émissions du réseau de bus selon une méthodologie nationale. En effet, ce réseau d'une centaine de lignes de bus régulières desservant la majeure partie de l'agglomération toulousaine, constitue un maillon important de la politique des transports en commun de l'agglomération toulousaine.

Dans le cadre de sa convention de partenariat avec Tisséo, Atmo Occitanie a déjà réalisé le diagnostic précis des consommations et émissions polluantes du réseau de bus Tisséo pour les années 2013 jusqu'à 2021³. Ce diagnostic se poursuit dans le présent rapport en intégrant les données du réseau de bus 2022.

Lignes de bus étudiées - Territoire du plan de mobilité de l'agglomération toulousaine



² Anciennement Plan de Déplacement Urbain

³ Source : [Évaluation des émissions de polluants et GES associées au réseau de bus de TISSEO – ETU-2023-169 – Atmo Occitanie](#)

Les objectifs de ce rapport sont de :

- Faire un état des lieux de la contribution du réseau de bus Tisséo aux émissions totales de polluants atmosphériques et de GES ainsi qu'aux émissions du secteur du transport routier pour l'année 2022 ;
- Présenter les émissions 2022 par kilomètre/voyageur et comparer les situations selon les lignes de bus et pour un véhicule particulier ;
- Mettre en perspective l'évolution des émissions totales et par kilomètre/voyageur du réseau de bus avec celle des véhicules particuliers entre 2008 et 2022.

Pour mener à bien cette étude, Atmo Occitanie a appliqué la méthodologie de quantification des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre⁴ aux caractéristiques locales du réseau de bus (kilomètres commerciaux et non commerciaux parcourus, vitesse moyenne commerciale et parc réel de la flotte de bus) pour l'ensemble de la période étudiée fournies par TISSEO.

⁴ Version de l'inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV7.2_2008_2021

2. MÉTHODE

L'inventaire des émissions des bus sur le territoire du Plan de Mobilité nécessite la prise en compte de plusieurs paramètres. Le tableau ci-dessous récapitule les données transmises par Tisséo :

	Données fournies par Tisséo
Nombre de bus en circulation sur chaque axe	Nombre de kilomètres commerciaux et non commerciaux (haut le pied ⁵ , HLP) pour chaque ligne de bus par heure, par jour et par an
Parc de bus	Parcs de bus local
Vitesse des bus	Vitesses moyennes commerciales des bus par ligne
Fréquentation des bus	Par ligne

Les facteurs d'émissions utilisés sont basés sur la dernière version disponible de la méthodologie européenne COPERT (version 6) pour la plupart des polluants, et d'une étude AIRPARIF concernant les facteurs d'émissions des bus GNV. La méthodologie de l'inventaire des émissions des bus est décrite en **Annexe 1**.

Atmo Occitanie a ainsi évalué les émissions totales directes issues de la circulation des bus sur les axes routiers du domaine d'étude. L'inventaire des émissions réalisé tient compte des différents types de lignes de bus proposés par TISSEO : des lignes de **bus classiques**, des lignes à **haut niveau de service Linéo**, des lignes de **transport à la demande "TAD"** et des lignes de **bus scolaires** ; mais également des trajets dits « *haut le pied* ».

Dans le cadre de cette étude, TISSEO a fourni à Atmo Occitanie des données actualisées d'activité sur l'ensemble de la période étudiée (2008 – 2022). Atmo Occitanie a pris en compte l'ensemble de ces données et a recalculé les émissions à l'aide des facteurs d'émissions les plus récents ou appropriés. Cette actualisation a ainsi eu un impact sur les émissions du réseau de bus pour l'ensemble de la période entraînant une évolution des données par rapport à celles indiquées dans la précédente étude⁶. Ainsi, les données présentées dans ce rapport annulent et remplacent celles fournies dans le précédent.

⁵ Les kilomètres HLP correspondent à la distance effectuée sans passager, du centre de dépôt du bus au terminus de la ligne

⁶ Rapport ETU-2023-169 – Evaluation des émissions de polluants et gaz à effet de serre associées au réseau de bus TISSEO Année 2013 à 2021 : <https://www.atmo-occitanie.org/toulouse-evaluation-des-emissions-de-polluants-et-gaz-effet-de-serre-associees-au-reseau-de-bus-0>

3. RÉSULTATS

3.1. Les émissions du réseau de bus – année 2022

3.1.1. Contribution du réseau de bus aux émissions du territoire

Sur le territoire du Plan de Mobilité toulousain, le transport routier est l'activité qui contribue le plus fortement aux émissions d'oxydes d'azote (NOx)⁷ et de gaz à effet de serre (GES). En effet, ce secteur représente 73 % des émissions de NOx et 58 % des émissions GES. Le transport routier est également le second contributeur aux émissions de particules PM₁₀ (22 %) et PM_{2.5} (18 %), après le secteur résidentiel.

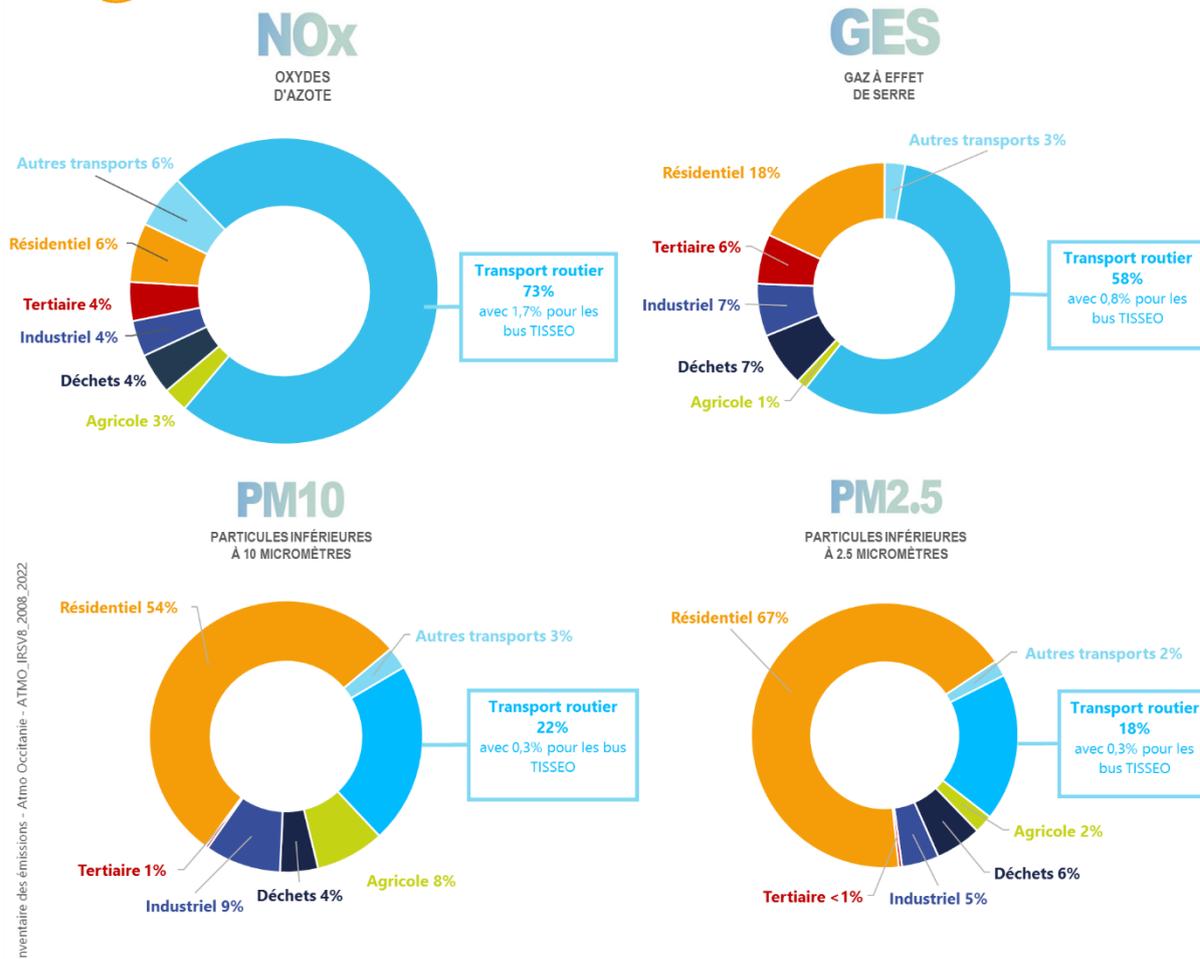
En 2022, la contribution du réseau de bus de Tisséo à l'ensemble des émissions du territoire du Plan de Mobilité reste très limitée. En effet, le réseau de bus Tisséo contribue à 1,7 % des émissions de NOx, 0,8 % des émissions de GES, 0,3 % des émissions de PM₁₀ et PM_{2.5} des émissions totales de l'agglomération. Cette contribution est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 2019.

Les NOx et GES issus du transport routier sont uniquement émis à l'échappement par la combustion des carburants. Les particules PM₁₀ et PM_{2.5} sont, quant à elles, émises par deux sources : la combustion des carburants mais également l'usure des pièces mécaniques des véhicules et de la chaussée⁸.

⁷ Les polluants étudiés dans ce rapport sont décrits en **Annexe 2**

⁸ Aux deux sources citées s'ajoutent les émissions liées au ré-envoi des particules au passage des véhicules sur la route. Cette dernière catégorie n'est pas répertoriée en tant qu'émissions directes de polluants et n'est donc pas prise en compte dans ce rapport.

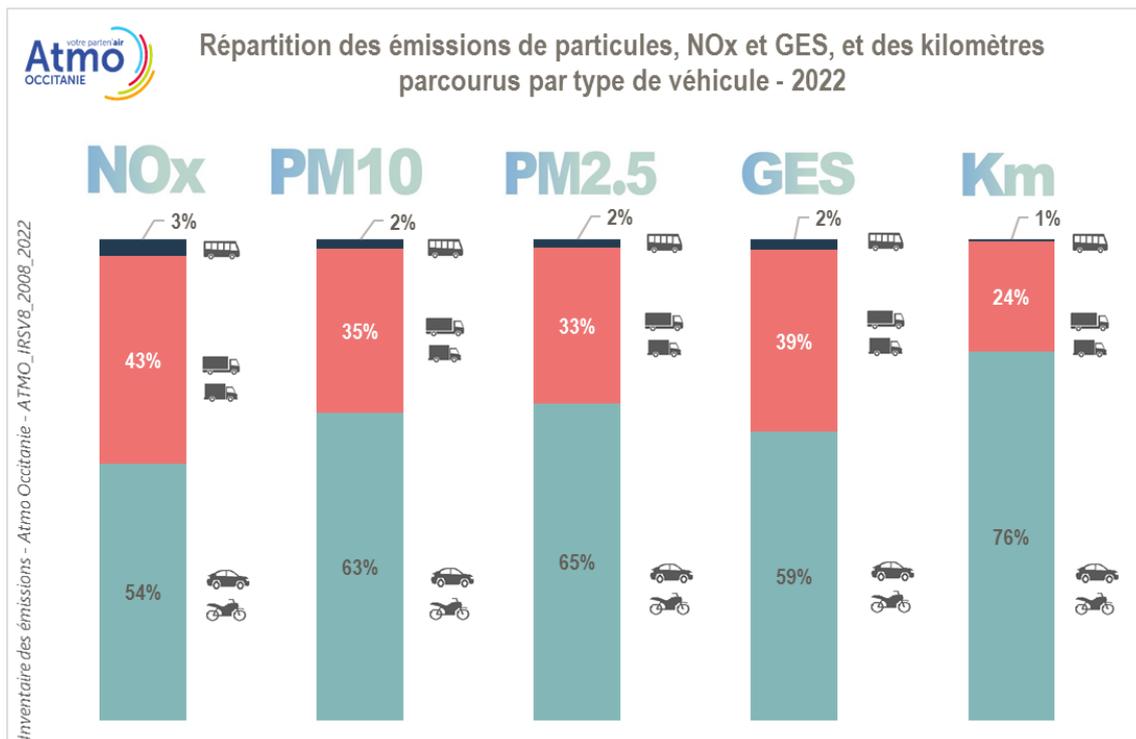
Contribution sectorielle aux émissions polluantes - territoire du PDM toulousain - Année 2022



3.1.2. Comparaison de la contribution des différents types de transport routier

En raison de leur forte proportion dans le parc de véhicules routiers (77 % des déplacements sur le territoire), la contribution des véhicules particuliers (intégrant les deux roues) aux émissions polluantes de l'ensemble des déplacements routiers est prédominante. Ainsi, les véhicules particuliers génèrent :

- 54 % des émissions d'oxydes d'azote dues au trafic routier,
- 59 % des émissions de GES dues au trafic routier,
- 63 % des émissions de particules PM₁₀ dues au trafic routier
- 65 % des émissions de particules PM_{2,5} dues au trafic routier.



Bien que les bus du réseau Tisséo représentent environ 1 % des distances parcourues, du fait de leur poids et de leur taille, leur contribution aux émissions est plus importante avec 3 % des émissions de NOx, 2 % des émissions de GES et 2 % aux émissions de particules.

Comme pour tous les moyens de transport routier, les émissions particulières des bus sont dues :

- À la combustion de carburant dont les émissions à l'échappement diminuent avec le renouvellement du parc de bus ;
- À l'usure des pièces mécaniques des véhicules (pneus, freins) et l'usure de la route en lien avec les distances parcourues.

En 2022, l'usure des équipements (freins, pneus et route) contribue à 78 % des émissions de particules PM₁₀ et à 66 % des émissions de PM_{2,5} des bus⁹.

3.1.3. Comparaison de la contribution des différentes lignes de bus

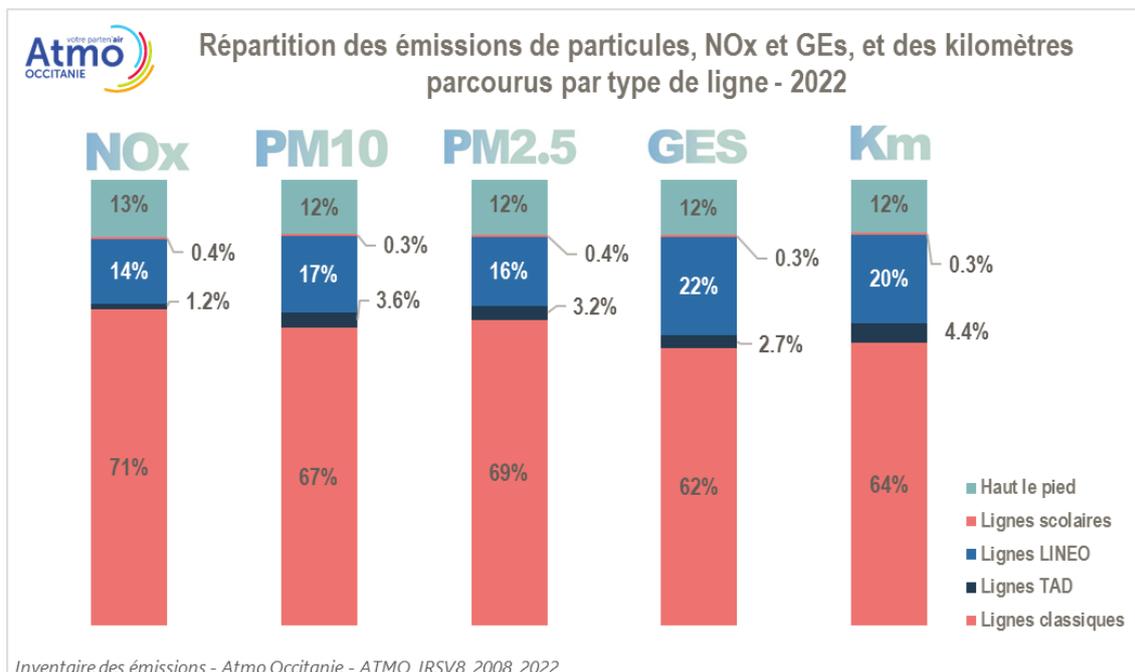
Le graphique ci-après représente la part des émissions et des kilomètres parcourus des différents types de lignes de bus sur les émissions totales du réseau de bus de TISSEO. La part du « Haut le pied », correspondant aux déplacements non commerciaux des bus, est également renseignée.

Comme en 2021, les lignes de bus qui parcourent le plus de kilomètres et sont les plus émettrices sont celles dites « classiques ». Elles représentent ainsi près de 64 % des kilomètres parcourus et émettent 63 % des GES, 71 % des NOx et 67 et 69 % des PM₁₀ et PM_{2,5}.

Les secondes lignes de bus les plus émettrices sont les lignes LINEO, représentant 20 % des distances parcourues. Elles contribuent entre 15 % et 22 % des émissions des polluants atmosphériques.

⁹ En 2021, les émissions des bus dues à l'usure représentaient 72 % des émissions totales de PM₁₀ et 58 % des émissions de PM_{2,5}.

Les lignes de TAD représentent, quant à elles, moins de 5 % des kilomètres parcourues, et les lignes scolaires 0,3 %. Elles représentent des émissions du même ordre de grandeur.



Enfin, les kilomètres parcourus lors des déplacements non commerciaux (Haut le pied) représentent 12 % des distances totales. Ils sont à l'origine de 12 % à 13 % des émissions polluantes.

3.1.4. Émissions par kilomètre parcouru et par voyageur

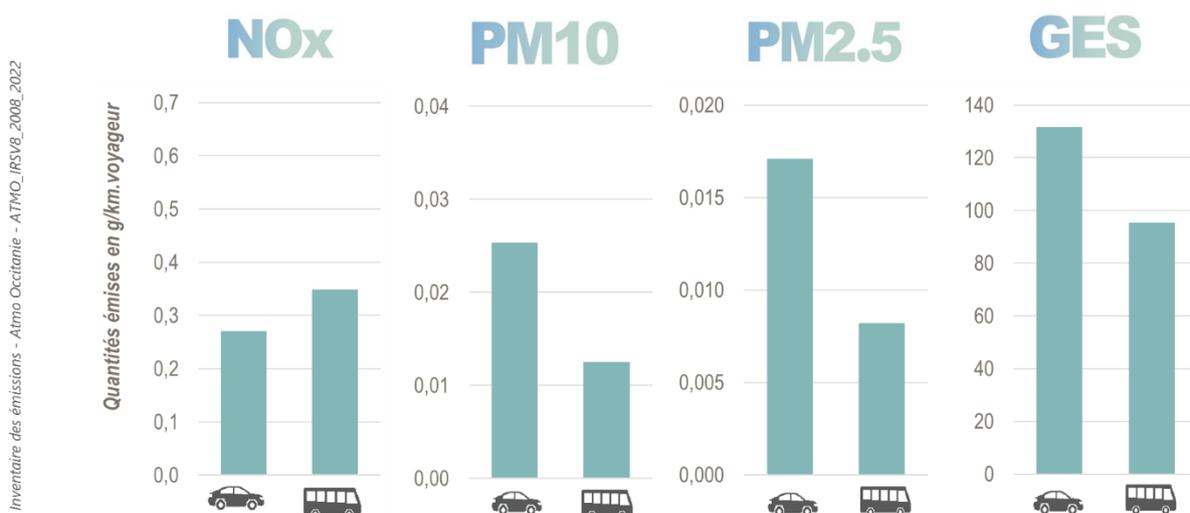
3.1.4.1. Des émissions moyennes de bus par kilomètre.voyageur du même ordre de grandeur que les émissions des véhicules particuliers

Pour un kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur de polluants qu'un véhicule particulier. Ainsi en 2022 et pour un kilomètre parcouru, les bus du réseau Tisséo émettent en moyenne 13 fois plus de NOx, 6 fois plus de particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) et 8 fois plus de GES qu'un véhicule particulier circulant sur le territoire du plan de mobilité.

Cependant, les bus accueillent un grand nombre d’usagers. Ainsi, ramenées au kilomètre parcouru et au passager transporté (kilomètre.voyageur), les émissions des bus du réseau Tisséo sont globalement du même ordre de grandeur que les émissions d’un véhicule particulier qui en moyenne transporte 1,36 personnes¹⁰ sur le territoire. En 2022, **grâce au renouvellement de bus anciens par des motorisations plus récentes et moins émissives et de la hausse de la fréquentation,** les émissions moyennes par kilomètre.voyageur de particules PM₁₀ et PM_{2.5} du parc de bus sont respectivement 51 % et 52 % plus faibles que celles des véhicules particuliers. De même, les émissions de GES sont 28 % inférieures. En revanche, les émissions de NOx rapportées au kilomètre.voyageur sont 28% plus élevées pour les bus.



Émissions par *kilomètre.voyageur* - Réseau Tisséo et véhicules particuliers - Année 2022



3.1.4.2. Des émissions moyennes très différentes selon les types de lignes

Plusieurs paramètres influent sur les émissions par kilomètre.voyageur :

- La flotte de bus (taille, motorisation, norme euro) ;
- Les distances parcourues ;
- La fréquentation.

¹⁰ Source : Les déplacements dans la Grande Agglomération Toulousaine – Principaux résultats de l’Enquête Ménages Déplacements et de l’Enquête Cordon Routière – 2023 – TISSEO

Rapporté à un kilomètre parcouru

Sur les **lignes de bus classiques**¹¹, les bus en circulation sont de motorisations Diesel, GNV de norme Euro¹² 3 à Euro 6 ou électrique. En 2022, le parc de bus a évolué :

- Passant de 92% de bus « standards » à 69 %. Les bus euro 3 disparaissent progressivement remplacés par des bus GNV euro 6. En 2022, moins de 30% sont des bus Diesel, de motorisation Euro 3 à 5 SCR AdBlue¹³. Un peu plus de 70% sont des bus GNV, et moins de 2% sont des bus électriques.
- Passant de 8% de bus articulés à 31 % de motorisation diesel de norme Euro 4 à 5 et GNV Euro 6.

Le parc de bus en circulation sur les lignes classiques est ainsi constitué des bus aux motorisations les plus anciennes encore en circulation. **Pour un kilomètre parcouru, il émet 16 fois plus de NOx, 7 fois plus de particules et 8 fois plus de GES qu'un véhicule particulier.**

En 2022, les lignes classiques ont transporté 60 % des usagers du réseau de bus.

La flotte de bus **Linéo** est composée, en 2022, à 92% de bus articulés de trois types de motorisation : diesel, diesel hybrides et GNV. Les 8 % restants sont des bus standards.

Les diesel Euro 5 EGR adblue sont progressivement retirés du parc (30% en 2022 contre 45% en 2021) et remplacés par des GNV Euro 6 qui représentent 57% du parc en 2022 (42% du parc en 2021). Quant aux diesels hybride, leur proportion reste stable (13%).

La flotte de bus circulant sur ces lignes est ainsi composée de bus aux normes Euro plus récentes et/ou de motorisation moins émissive. Elle est donc moins émettrice en polluants atmosphériques que la flotte de bus circulant sur les lignes classiques. En revanche, elle est majoritairement composée de bus articulés plus lourds que les bus standards donc plus consommateurs de carburants et plus émetteurs de GES. **Pour un kilomètre parcouru, le parc de bus Linéo émet 11 fois plus de NOx, environ 5 fois plus de particules PM₁₀ et PM_{2.5} et 9 fois plus de GES qu'un véhicule particulier.**

En 2022, les bus Linéo ont transporté 40 % des usagers.

Sur **les lignes TAD** circulent, en 2022 comme en 2021, des bus midi de motorisation Diesel Euro 6 ou électrique. La flotte de bus TAD est donc composée de bus de norme Euro la plus récente et de bus propres et émet ainsi moins de polluants atmosphériques et de GES. **Pour un kilomètre parcouru, et en comparaison d'un véhicule particulier, elle émet 4 fois plus de NOx, 4 à 5 fois plus de particules et 5 fois plus de GES.**

En 2022, les bus TAD ont transporté moins de 1 % des usagers.

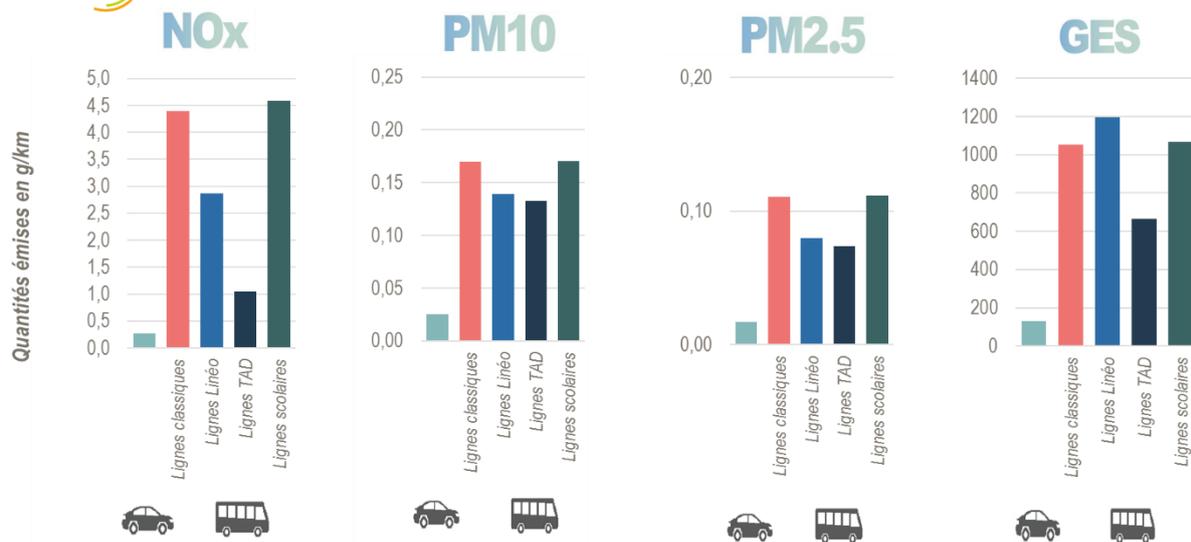
¹¹ Faute d'informations plus précises, la flotte de **lignes de bus scolaires** est assimilée aux bus standards.

¹² La norme Euro a été mise en place par l'Union européenne en 1988 pour les véhicules roulants neufs (norme Euro 0 à 6), afin de limiter les émissions de polluants liées aux transports routiers. Elle fixe des normes d'émissions des oxydes d'azote (NOx), et de particules de plus en plus contraignantes. Les constructeurs sont ainsi dans l'obligation de mettre sur le marché des véhicules moins polluants. En revanche, ces normes ne visent pas à réduire l'émission des gaz à effets de serres des véhicules, responsables du réchauffement climatique. La norme Euro la plus récente actuellement est la norme Euro 6.

¹³ Cette technologie permet de convertir les NOx en eau et azote grâce à une réduction catalytique sélective.



Émissions par kilomètre selon les types de lignes du réseau Tisséo - Année 2022



Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV8_2008_2022

Par kilomètre.voyageur

Grâce à leur forte fréquentation, **les lignes Linéo** sont les moins émettrices quand leurs émissions sont rapportées au kilomètre.voyageur. De plus, la composition du parc, avec plus de la moitié des bus GNV, permet une réduction des émissions notamment de NOx. Ainsi, rapportées au kilomètre.voyageur, les émissions de ces lignes sont inférieures aux émissions moyennes des véhicules particuliers (-46% pour les NOx ainsi que -75% et -77% plus faibles pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5} et -54% pour les GES).

De même, grâce à leur fréquentation, **les lignes classiques** sont en moyenne légèrement moins émettrices de particules (-28 % pour les PM₁₀ et -30% pour les PM_{2.5} et de GES (-13%) que les véhicules particuliers. En revanche, leur fréquentation ne suffit pas à compenser leurs émissions de NOx dues au parc en circulation (Diesel et GNV, de norme Euro 3 à 6). Les lignes classiques émettent en moyenne 76% plus de NOx que les véhicules particuliers.

En 2022, les émissions des **bus scolaires** ont des niveaux similaires ou supérieurs aux émissions des lignes classiques.

Les lignes TAD, de par leur faible fréquentation, et malgré une motorisation plus récente, voient leurs émissions supérieures par rapport aux autres lignes et aux véhicules particuliers (+270% pour les NOx, +404% et +314% pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5} ; +409% pour les GES).

Émissions par kilomètre.voyageur selon les types de lignes du réseau Tisséo - Année 2022

Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV8_2008_2022



Selon les lignes de bus (classique, Linéo, TAD ou scolaires), les émissions de polluants atmosphériques par kilomètre varient donc en fonction de plusieurs paramètres :

- La motorisation des bus en circulation** : les bus de motorisation Diesel, Diesel hybride, GNV ou électrique n'émettent pas les mêmes quantités de polluants atmosphériques.
- La norme Euro des bus en circulation** : plus la norme Euro de la motorisation est récente, moins ils émettent de polluants.

Les émissions de GES par kilomètre sont liées à la consommation de carburant qui varie en fonction :

- Du poids des bus** : pour deux bus de même motorisation : un bus articulé plus lourd qu'un bus standard émet plus de GES.
- La motorisation des bus en circulation** : certaines motorisations Diesel hybride, GNV ou électrique sont moins ou pas consommatrices de carburant fossile.

Enfin, **pour les polluants atmosphériques et les GES, la fréquentation des lignes de bus va permettre de diminuer les émissions par passager** : plus un bus transporte de voyageurs, moins il émet de polluants par passager.

Le renouvellement de la flotte de bus et la fréquentation apparaissent donc comme des leviers importants pour diminuer les émissions de polluants atmosphériques et de GES par passager et rendre le transport par bus moins émetteur que la voiture individuelle.

3.2. Évolution des émissions du réseau de bus entre 2008 et 2022

3.2.1. Par type de transport routier

Entre 2008 et 2022, les distances parcourues par les différents véhicules en circulation sur le territoire du plan de mobilité ont augmenté dans des proportions différentes :

- +7 % pour les véhicules particuliers et deux-roues ;
- +23 % pour les véhicules utilitaires légers et les camions ;
- +37 % pour les bus du réseau Tisséo.

Malgré une hausse des distances parcourues, **le renouvellement du parc routier et de la flotte de bus par des véhicules de motorisations récentes, moins polluantes, engendre une diminution des émissions de NOx, PM10 et PM2.5.** En revanche, **la hausse des distances parcourues par les différents types de véhicules se traduit par une augmentation de leur consommation énergétique et donc de leurs émissions de GES.**



Évolution des émissions et des kilomètres parcourus des différents transports routiers - Années 2008 à 2022



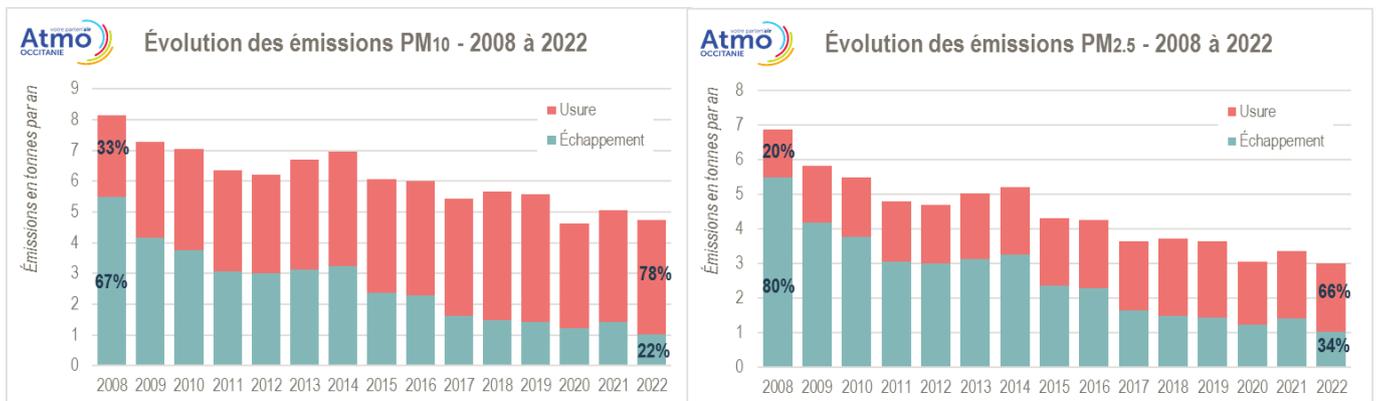
Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV8_2008_2022

Évolution des émissions des différents transports routiers entre 2008 et 2022

	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	GES
	-51 %	-42 %	-56 %	+29 %
	-51 %	-46 %	-60 %	+22 %
	-40 %	-41 %	-52 %	+6 %

En 2008, les émissions à l'échappement des bus représentaient 67 % des émissions totales de PM₁₀ et 80 % des émissions totales de PM_{2.5}. Avec le renouvellement et le renforcement de la flotte par des bus de norme euro plus récente, leurs émissions de particules à l'échappement ont drastiquement diminué entre 2008 et 2022 (-81 %). En revanche, leurs émissions dues à l'usure, liées aux distances parcourues par les bus, ont augmenté (+40 %). En 2022, leurs émissions à l'échappement ne représentent donc plus que 22 % des émissions totales de PM₁₀ et 34 % des émissions totales de PM_{2.5}.

Grâce à la poursuite du renouvellement des bus, les émissions globales de particules à l'échappement des bus se stabilisent à un niveau faible. Les émissions de particules sont dorénavant principalement liées à l'usure et évoluent proportionnellement aux distances parcourues.



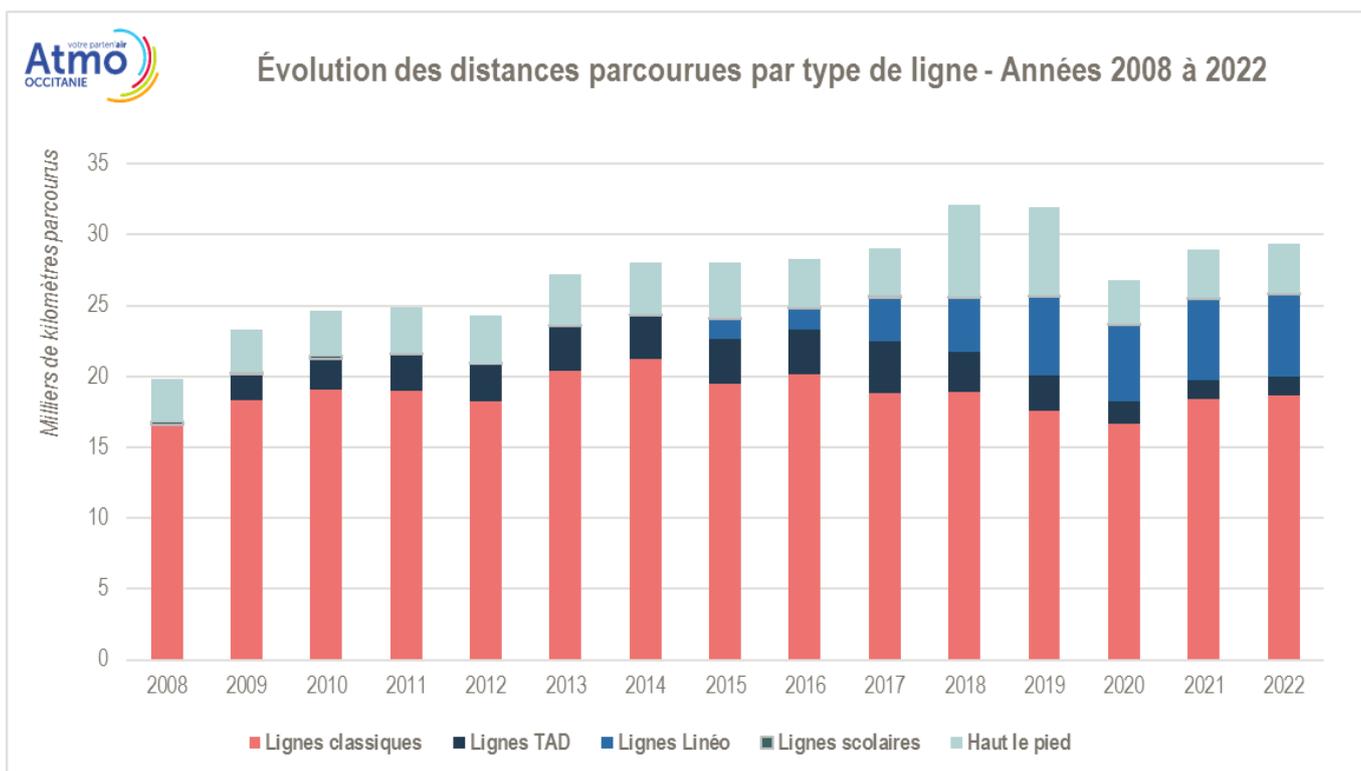
3.2.2. Par type de ligne de bus

3.2.2.1. Evolution des distances parcourues

En 2022, les bus du réseau Tisséo ont parcouru en moyenne 48 % de kilomètres supplémentaires par rapport à 2008.

Évolution des distances parcourues entre 2008 et 2022 par type de ligne (2015-2022 pour Linéo, 2009-2022 pour TAD)

	Évolution des kilomètres parcourus	
	2008/2022	
TAD	- 28%	
Linéo	+ 304% ¹⁴	
Classiques	+ 12%	
Scolaire	- 61%	
Haut le pied	+ 18%	



Les lignes Linéo sont celles ayant connu la plus grande augmentation entre en 2015 et 2022, liée à la création de nouvelles lignes régulièrement. Dans une moindre mesure, les lignes classiques voient également une augmentation depuis 2008. A l'inverse, les lignes TAD et scolaires voient leur distance parcourue diminuer.

¹⁴ Période : 2015 / 2022

3.2.2.2. Evolution des émissions polluantes

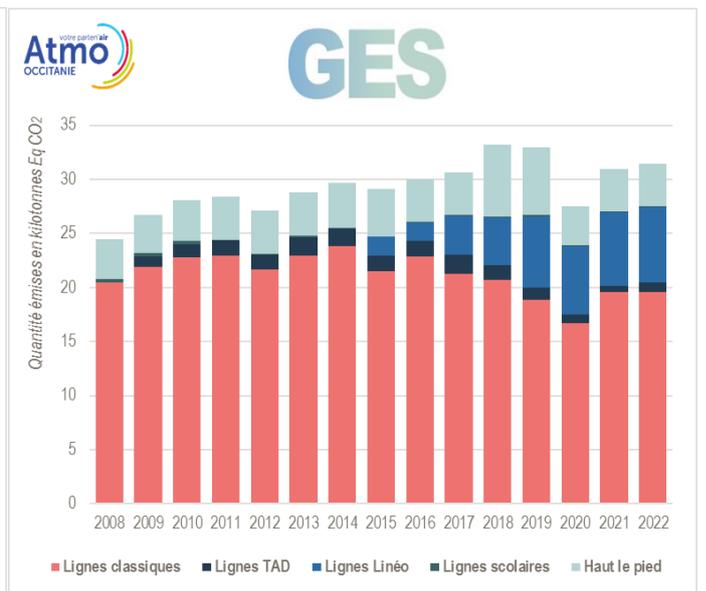
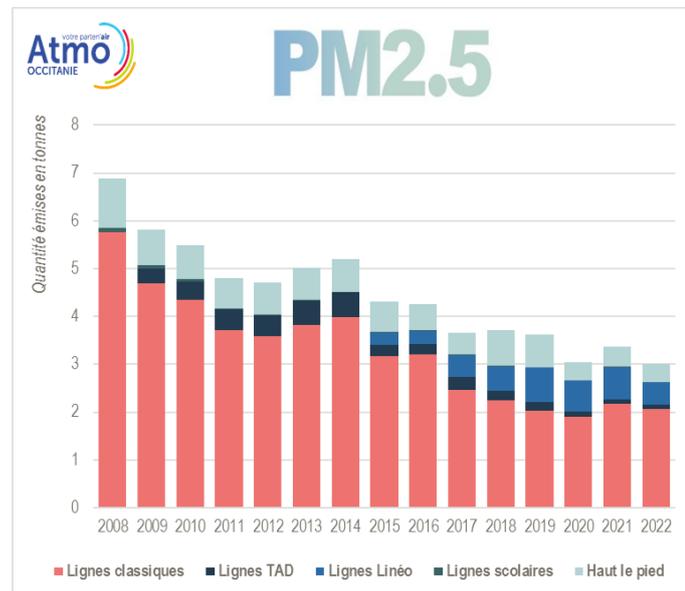
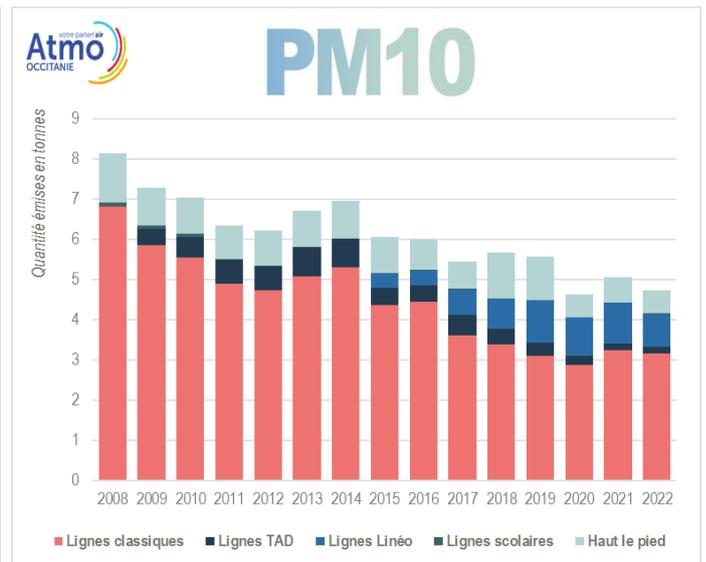
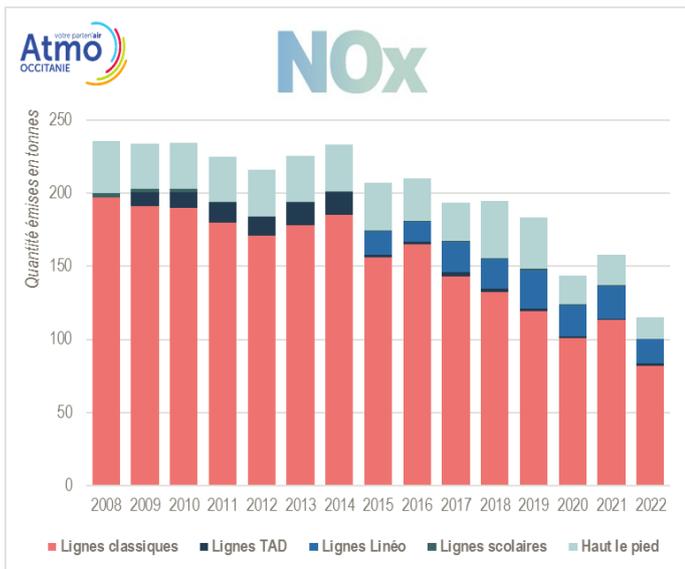
Pour **les lignes de bus classiques**, malgré l'augmentation des distances parcourues entre 2008 et 2022 (+12 %), le retrait progressif des bus euro 1 et 2 du parc au profit de véhicules de normes euro plus récentes et l'utilisation de motorisation GNV entraînent une diminution des émissions de NO_x (-58 %) de PM₁₀ (-54 %), PM_{2.5} (-64 %) et des GES (-4 %). Ce sont sur ces lignes que roulent le plus grand nombre de bus et elles représentent donc la part la plus élevée des émissions de polluants.

De même, **pour les lignes TAD**, la baisse des distances parcourues (-28%) associée au renouvellement de la flotte induit une baisse entre 2009 et 2022 de -85 % des émissions de NO_x, de -59 % des émissions de particules PM₁₀ et de -69 % des émissions de PM_{2.5}. Les GES ont également diminué de -13 %, en lien avec la baisse des kilomètres parcourus.

A partir de 2015, TISSEO a mis en œuvre les **lignes Linéo** dont les distances parcourues augmentent fortement chaque année (+304 % entre 2015 et 2022). Cela se traduit par une hausse des émissions de GES similaire. Le renouvellement de la flotte des bus Linéo a permis de limiter l'augmentation des émissions de NO_x (+7 %) ainsi que des émissions de particules dues à l'échappement (+130 à +78 %).

En ce qui concerne les trajets « **haut le pied** », effectués sans passager, la hausse des kilomètres parcourus de 18 % entre 2008 et 2022 s'est traduite par une augmentation des GES de 7 % entre 2008 et 2022 tandis que l'amélioration de la flotte des bus a permis une nette diminution des NO_x et des particules PM₁₀ et PM_{2.5} sur cette même période (respectivement -58 %, -52 %, -64 %).

Les graphes page suivante présentent l'évolution en NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} et GES des différentes lignes de bus entre 2008 et 2022.



Évolution des émissions de polluants et GES



	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	GES
	2008/2022	2008/2022	2008/2022	2008/2022
TAD*	-85%	-59%	-64%	-13%
Linéo**	+7%	+130%	+78%	+304%
Classiques	-58%	-54%	-64%	-4%
Scolaires	-86%	-86%	-89%	-68%
Haut le pied	-58%	-52%	-64%	+7%

*2009/2022

**2015/2022

3.2.3. Par kilomètre.voyageur

Entre 2008 et 2022, du fait du renouvellement du parc de véhicules particuliers mais également de la flotte de bus, les émissions en NOx et particules rapportées au kilomètre effectué de ces différents véhicules ont diminué. Grâce au remplacement des bus les plus anciens et donc les plus polluants par des bus de dernière génération, les baisses d'émissions de NOx et de particules de la flotte de bus sont plus fortes que celles des véhicules particuliers. Notamment, la technologie des bus GNV permet une réduction significative des émissions de NOx par rapport aux bus équipés de moteurs diesel.

Les émissions de GES, dépendantes des kilomètres parcourus, augmentent malgré le renouvellement du parc.

Évolution des émissions par kilomètre des bus et des véhicules particuliers entre 2008 et 2022

	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	GES
	-51 %	-42 %	-56 %	+29%
	-39 %	-41 %	-52 %	+6 %

3.2.3.1. Une baisse des émissions plus importante pour la flotte de bus en comparaison des véhicules particuliers

En parallèle de la baisse des émissions de NOx, de particules et de GES par kilomètre, la fréquentation des bus a augmenté de 63 % en moyenne sur la période 2008 – 2022 alors que le nombre de passagers dans un véhicule particulier est resté stable¹⁵. Cela se traduit par une diminution plus forte des émissions par kilomètre/voyageur de la flotte de bus par rapport aux véhicules particuliers.

Évolution des émissions par kilomètre.passager des bus et des véhicules particuliers entre 2008 et 2022

	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	GES
	-69 %	-68 %	-75 %	-19 %
	-43 %	-44 %	-54 %	0 %

¹⁵ 1,36 personnes selon l'Enquête Ménages Déplacements en 2023 contre 1,34 personnes selon cette même enquête réalisée en 2013.

3.2.3.2. Une évolution des émissions variable selon les types de lignes

Dans le paragraphe suivant, seules les évolutions entre les années 2015, année de mise en service des lignes Linéo, et 2022 sont présentées.

La fréquentation des différents types de ligne n'a pas évolué de façon homogène sur la période 2015 à 2022. Malgré une fréquentation des bus classiques qui a diminué de -8% sur cette période, l'amélioration de la flotte de bus permet une baisse conséquente des émissions par kilomètre.voyageur : -40% pour les NO_x, -17% pour les PM₁₀ et -25% pour les PM_{2.5}. En revanche, les émissions de GES, très peu impactées par le renouvellement de la flotte, augmentent légèrement en lien avec cette baisse de fréquentation : +6 % entre 2015 et 2022. A titre d'information, les kilomètres parcourus pour les bus classiques ont diminué de 4% durant la même période.

L'augmentation du nombre de voyageurs empruntant les lignes Linéo (+285 %) et le renouvellement du parc ont permis une nette diminution des émissions par kilomètre.voyageur des NO_x (-72%), de particules en suspension PM₁₀ (-47%) et de particules fines PM_{2.5} (-56%). Cette hausse permet de limiter les émissions de GES (+6%) malgré l'augmentation du nombre de kilomètre parcourus (+304% entre 2015 et 2022).

Les midibus qui composent le parc des lignes TAD ont été renouvelés en 2015. Malgré la diminution de leur fréquentation (-60 %) ; la baisse des kilomètres parcourus (-59%) a permis de limiter l'augmentation des émissions par kilomètres/voyageur.

Évolution des émissions par kilomètre.passager entre 2015 et 2022

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	GES	Nombre de voyageurs	Kilomètres parcourus
TAD	+62 %	+4 %	+7 %	+62 %	-60 %	-59 %
Linéo	-72 %	-47 %	-56 %	+5 %	+285 %	+304 %
Classiques	-40 %	-17 %	-25 %	+13 %	-8 %	-4 %

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de son partenariat avec Tisséo Collectivités, Atmo Occitanie a réalisé le diagnostic des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques du réseau de bus pour la période 2008 à 2022.

Les actualisations de l'inventaire des émissions d'Atmo Occitanie prennent désormais en compte les émissions des bus calculées à partir des informations fournies par Tisséo. En outre, les émissions de polluants atmosphériques étant calculées et géo-référencées, les émissions de bus sont intégrées dans les cartographies de pollution atmosphérique.

Grâce à cette méthodologie, Atmo Occitanie et Tisséo disposent d'un état actuel et d'un historique pluriannuel des émissions et de la consommation d'énergie. Ils permettent :

- **D'évaluer l'impact de la modernisation du parc de bus ou de l'évolution de l'offre de transport,**
- **De réaliser des scénarisations d'actions afin d'évaluer leur impact sur la consommation et la qualité de l'air et ainsi aider à la prise de décision.**

Année 2022

En 2022, la contribution du réseau de bus de Tisséo à l'ensemble des émissions du territoire du plan de mobilité reste très limitée malgré le fait que le transport routier soit le premier émetteur de NOx et de GES, et le second émetteur de particules. Les **bus du réseau Tisséo représentent moins de 1 % des distances parcourues** mais du fait de leur poids et de leur taille, leur contribution aux émissions du secteur du transport est proportionnellement plus importante. Ainsi, **ils émettent 3 % des émissions de NOx, 2 % des émissions de particules et de gaz à effet de serre du secteur transport sur le territoire.**

Les bus qui parcourent le plus de distance sont ceux qui contribuent le plus aux émissions de polluants atmosphériques imputables au réseau TISSEO. Ainsi, les lignes classiques représentent 63 % des kilomètres parcourus et émettent 64 % des GES et entre 67 % et 71 % des polluants atmosphériques. Les secondes lignes de bus les plus émettrices sont les lignes Linéo avec 20 % des distances parcourues. Elles contribuent à 22 % des émissions de GES et entre 15 % et 22 % des émissions des polluants atmosphériques. Les lignes de TAD correspondent à 4 % des kilomètres parcourus et les lignes scolaires à moins de 0,3 %. Elles représentent des émissions du même ordre de grandeur.

Enfin, les kilomètres parcourus lors des déplacements non commerciaux (dits « haut le pied ») représentent 12 % des distances totales. Ils sont à l'origine de 12 % à 13 % des émissions polluantes.

Pour un kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur de polluants et GES qu'un véhicule particulier. Ses émissions varient en fonction de la motorisation, de la norme Euro et du poids des bus en circulation. En moyenne, il émet 15 fois plus de NOx, 6 fois plus de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et 8 fois plus de GES. Cependant, il peut transporter un grand nombre de personnes. Ainsi, **ramené au kilomètre parcouru par passager transporté, les émissions des bus sont en moyenne moins émettrices de particules (51 % inférieures) et de GES (28 % inférieures), mais 28% plus élevées pour les NOx.**

Le renouvellement de la flotte de bus et la fréquentation sont les leviers principaux pour diminuer les émissions de polluants atmosphériques et de GES par passager et rendre le bus moins émetteur que la voiture. **La flotte de bus pour cette année 2022 est marquée par l'augmentation de la part de bus GNV par rapport au bus diesel. Ainsi, cette année se traduit par des émissions rapportées au kilomètre.voyageur plus faibles, notamment pour les bus de la ligne Linéo.**

Évolution entre 2008 et 2022

Entre 2008 et 2022, les bus du réseau Tisséo ont parcouru globalement plus de kilomètres (+48 %) ce qui a engendré **une hausse de leurs émissions de GES (+28 %)**. En revanche, **leurs émissions de NOx et de particules ont diminué** (-51 % pour les NOx, -42 % pour les PM₁₀ et -56 % pour les PM_{2.5}) **grâce au renouvellement de la flotte de bus** qui a largement compensé la hausse des distances parcourues.

Les émissions de particules à l'échappement se stabilisant, l'évolution des émissions de particules va, dans les prochaines années, évoluer comme les kilomètres parcourus.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : MÉTHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DES BUS SUR LE TERRITOIRE DU PLAN DE MOBILITÉ TOULOUSAIN

ANNEXE 2 : GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS ÉTUDIÉS

ANNEXE 1 : MÉTHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DES BUS SUR LE TERRITOIRE DU PLAN DE MOBILITÉ TOULOUSAIN

Émissions directes et indirectes

Les émissions analysées dans cet état des lieux comprennent **les émissions directes de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre (GES)**.

Pour rappel, on classe les émissions de GES en 3 catégories dites « Scope » (pour périmètre, en anglais).

- Scope 1 / Emissions directes : ce sont celles qui sont produites sur le territoire par les secteurs précisés dans l'arrêté relatif au PCAET : résidentiel, tertiaire, transport routier, autres transports, agricole, déchets, industrie, branche énergie hors production d'électricité, de chaleur et de froid. Elles sont le fait des activités qui sont localisées sur le territoire y compris celles occasionnelles (par exemple, les émissions liées aux transports à vocation touristique en période saisonnière, la production agricole du territoire, etc.). Les émissions associées à la consommation de gaz et de pétrole font partie du scope 1.
- Scope 2 / Emissions indirectes des différents secteurs liés à leur consommation d'énergie : ce sont les émissions indirectes liées à la production d'électricité et aux réseaux de chaleur et de froid, générées sur ou en dehors du territoire mais dont la consommation est localisée à l'intérieur du territoire.
- Scope 3 / Emissions induites par les acteurs et activités du territoire : elles peuvent faire l'objet d'une quantification complémentaire. Certains éléments du diagnostic portant sur les gaz à effet de serre peuvent faire l'objet d'une quantification complémentaire prenant plus largement en compte des effets indirects, y compris lorsque ces effets indirects n'interviennent pas sur le territoire considéré ou qu'ils ne sont pas immédiats.

Méthodologie générale

La méthodologie générale de l'inventaire des émissions réalisé par Atmo Occitanie ainsi que les éléments méthodologiques sur les hypothèses choisies et les données utilisées par secteur sont décrits ci-dessous.

Dans le cadre de l'arrêté du 24 août 2011 relatif au Système National d'Inventaires d'Emissions 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 (NOx, particules en suspension, NH3, SO2, CO, benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre (CO2, N2O, CH4, etc.).

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.

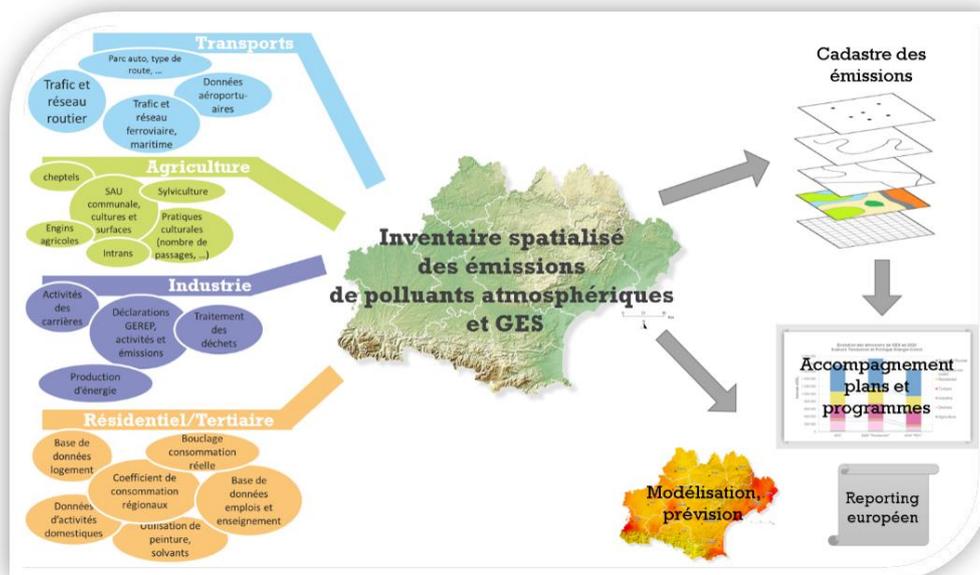
La méthodologie de calcul des émissions consiste en un croisement entre des données primaires (statistiques socioéconomiques, agricoles, industrielles, données de trafic...) et des facteurs d'émissions issus de bibliographies nationales et européennes.

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

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 :



Méthodologie pour les bus

Présentation

Les émissions associées au bus, comme pour tous les transports routiers, sont liées à plusieurs types de phénomènes qui peuvent être classés en trois catégories :

- Les émissions à l'échappement (combustion du carburant des moteurs) ;
- Les émissions liées à l'usure des pièces mécaniques des véhicules (pneus, freins) et l'usure de la route ;
- Les émissions liées au ré-envoi des particules au passage des véhicules sur la route.

Cette dernière catégorie n'est pas répertoriée en tant qu'émissions *directes* de polluants et de GES et n'est donc pas intégrée dans les totaux présentés ici.

Le calcul des émissions des bus est basé sur la méthodologie COPERT qui permet de convertir des données caractéristiques du trafic automobile (trafic moyen journalier annuel, vitesse moyenne de circulation...) en émissions de polluants. Un facteur d'émission est attribué à chaque polluant et pour chaque catégorie de bus. Il est déterminé en fonction du type de véhicule (midi, standard ou articulé...), de la vitesse de circulation, du type de moteur (diesel ou GNV) et de sa date de mise en circulation pour tenir compte des normes d'émissions Euro qui fixent les limites maximales de rejets de polluants pour les véhicules roulants neufs.

Pour le réseau de bus du plan de mobilité de Toulouse, Tisséo Voyageurs a fourni à Atmo Occitanie pour chaque ligne de bus et pour les années 2013 et 2018 :

- Le nombre de kilomètres parcourus par heure ;
- La vitesse commerciale moyenne ;
- La composition de la flotte de bus par type de véhicules (midi, standard ou articulé...), motorisation et norme Euro.

Incertitudes associées aux quantités d'émissions

Le calcul des émissions de bus est réalisé à partir de la méthodologie européenne COPERT - COmputer Program to calculate Emission from Road Transport (version 6). Elle fournit des facteurs d'émissions unitaires pour plusieurs motorisations de bus mais reste peu documentée pour cette catégorie de véhicules en comparaison d'autres types de véhicules.

Ainsi, dans sa dernière version, elle ne propose pas de **facteurs d'émissions pour les bus hybrides électriques diesel euro 6 qui représentent 5 % de la flotte de bus du réseau Tisséo en 2018**. Pour les calculs d'émissions, ces bus ont donc été assimilés à des bus diesel euro 6. **Ce choix a sans doute engendré une surestimation des émissions de ces bus.**

En outre, le modèle COPERT ne fournit pas de facteurs d'émissions pour **les bus articulés GNV (5 % de la flotte de bus en 2018)**. **Les facteurs d'émission des bus standards de même motorisation ont donc été utilisés dans cette étude entraînant, sans doute, une sous-estimation des émissions de ces bus.**

En 2021, Airparif¹⁶, en partenariat avec Île-de-France Mobilités, a réalisé une grande étude à l'émission de bus. Elle a concerné 28 bus de normes et de technologies différentes : des bus Euro IV et euro 6, des bus hybrides euro 6 et des bus GNV euro 6. Leurs émissions de particules en nombre, d'oxydes et de dioxyde d'azote, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone ont été mesurées en conditions réelles d'exploitation.

Ces travaux expérimentaux ont ainsi mis en évidence :

- Des émissions de NOx des bus euro 6 hybrides 2,4 fois inférieures aux bus euro 6 non hybrides ;
- Des émissions de CO₂ des bus euro 6 hybrides 16 % inférieures aux bus euro 6 non hybrides ;
- Des émissions de NOx des bus euro 6 GNV nettement inférieures à celles des bus euro 6 diesel, en moyenne les émissions sont divisées par 7 ;
- Des émissions de CO₂ des bus euro 6 GNV similaires à celles des bus diesel instrumentés.

La comparaison des facteurs d'émission mesurés en conditions réelles pour les bus diesel Euro IV, euro 6 aux facteurs d'émission COPERT a mis en évidence une sous-estimation des émissions réelles.

Ainsi, dans les gammes de vitesse les plus fréquentes, les émissions de NOx mesurées :

- Pour les bus euro 4 sont en moyenne 1,6 fois plus élevées que les facteurs COPERT ;
- Pour les bus euro 6 sont globalement 2,8 fois plus élevées que les facteurs COPERT.

Les résultats de l'évaluation d'Airparif ont permis l'amélioration des connaissances sur les émissions réelles des bus en circulation. Ainsi, il apparaît que les facteurs d'émission de référence disponibles lors de cette évaluation entraînent potentiellement une sous-estimation des émissions de bus.

L'actualisation régulière de l'inventaire des émissions permettra de prendre en compte rétroactivement les facteurs d'émission dès leur publication et d'améliorer cette évaluation.

¹⁶ Mesures des émissions des bus en conditions réelles d'exploitation – comparaisons et facteurs d'influence – Airparif – Avril 2021

ANNEXE 2 : GÉNÉRALITÉS SUR LES POLLUANTS ÉTUDIÉS

Les oxydes d'azote NOx

Sources

Les oxydes d'azote (NOx) regroupent essentiellement deux molécules :

- Le monoxyde d'azote (NO) ;
- Le dioxyde d'azote (NO₂).

Ces polluants sont liés aux phénomènes de combustion. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffages...). Le dioxyde d'azote est un polluant secondaire issu de l'oxydation du NO.

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 m ; 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.

Les particules PM₁₀, PM_{2.5}

PM = Particulate Matter (matière particulaire)

Sources

Les particules peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruption volcaniques, feux de forêt, érosion éolienne des sols, pollens ...) ou anthropique (liées à l'activité humaine). Dans ce cas, elles sont issues majoritairement de la combustion incomplète des combustibles fossiles (circulation automobile, centrale thermique, sidérurgie, cimenteries, incinération de déchets, manutention de produits pondéraux, minerais et matériaux).

Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les COV. On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀), à 2,5 microns (PM_{2.5}) et à 1 micron (PM₁).

Effets sur la santé

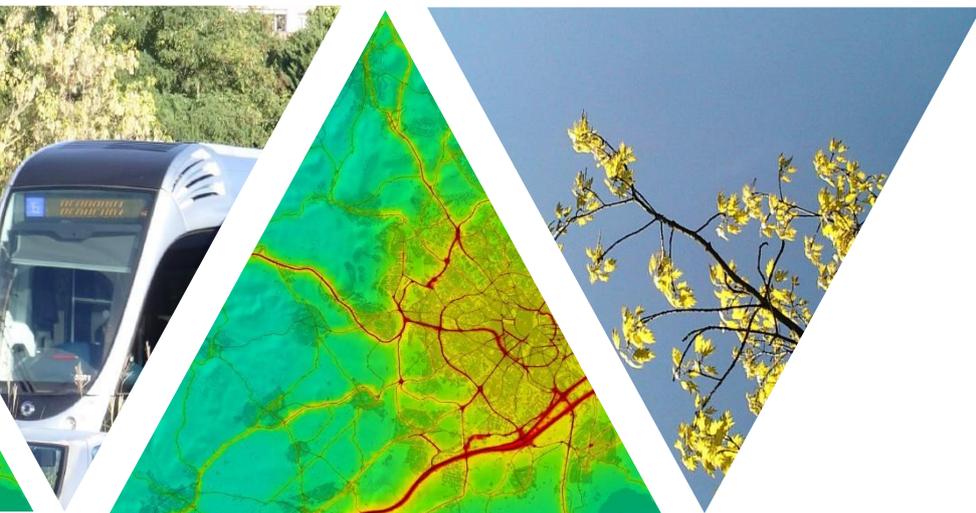
Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire où elles peuvent provoquer une inflammation et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Les particules ultra fines sont suspectées de provoquer également des effets cardio-vasculaires. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes : c'est notamment le cas de certaines particules émises par les moteurs diesel qui véhiculent certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM₁₀ et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardiovasculaires.

Ces particules sont quantifiées en masse mais leur nombre peut varier fortement en fonction de leur taille.

Effets sur l'environnement

Les effets de salissures des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.



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