

Evaluation des émissions de polluants et gaz à effet de serre associées au réseau de bus TISSEO Années 2013 à 2019

ETU-2022-161 Edition Mars 2023



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.....	6
3. RÉSULTATS.....	7
3.1. ÉTATS DES LIEUX – ANNEE 2019.....	7
3.1.1. Contribution sectorielle du réseau de bus	7
3.1.2. Comparaison de la contribution des différents types de véhicules.....	8
3.1.3. Émissions par kilomètre parcouru et par voyageur	9
3.1.3.1. Des émissions moyennes de bus du même ordre de grandeur que les émissions des véhicules particuliers.....	9
3.1.3.2. Des émissions moyennes très différentes selon les types de lignes.....	10
3.2. QUELLE EVOLUTION DES EMISSIONS ENTRE 2013 ET 2019 ?	13
3.2.1. Par type de véhicules	13
3.2.2. Par type de ligne de bus	15
3.2.2.1. Evolution des distances parcourues.....	15
3.2.2.2. Evolution des émissions polluantes.....	15
3.2.3. Par kilomètre parcouru.voyageur	17
3.2.3.1. Une baisse des émissions plus importante pour la flotte de bus en comparaison des véhicules particuliers.....	17
3.2.3.2. Une évolution des émissions variable selon les types de lignes.....	18
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	19
TABLE DES ANNEXES	21

RÉSUMÉ

Afin d'améliorer l'inventaire des émissions du secteur des transports en commun de l'agglomération toulousaine, Atmo Occitanie a réalisé, dans le cadre du programme d'action 2021 de la convention de partenariat Tisséo / Atmo Occitanie, 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 2013 à 2019.

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 2019,
- Comparer les émissions de polluants des bus du réseau Tisséo à celles d'un véhicule particulier,
- Etudier les émissions de polluants des bus en fonction des différentes lignes de bus,
- Mettre en perspective l'évolution des émissions de polluants du réseau de bus Tisséo et celle des véhicules particuliers entre 2013 et 2019.

Pour mener à bien cette étude, Tisséo nous a fourni les caractéristiques locales du réseau de bus pour l'ensemble de la période étudiée et nous nous sommes appuyés sur notre dernière version de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre¹.

En 2019, **le réseau de bus de Tisséo a contribué pour moins de 2% à l'ensemble des émissions de polluants et GES du territoire du plan de mobilité** alors que le transport routier est le premier émetteur de NOx et de GES et le second émetteur de particules. **Les bus du réseau Tisséo représentent 0,3% 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. **Ils contribuent ainsi pour 2,4% aux émissions de NOx, 1,2% aux émissions de GES et 1,0% aux émissions de particules du secteur du transport routier à l'échelle du territoire du plan de mobilité de l'agglomération toulousaine.**

Pour **un kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur en polluants et GES qu'un véhicule particulier :13 fois plus de NOx, 5 fois plus de particules PM₁₀ et PM_{2,5} et 6 fois plus de GES.** Cependant, les bus accueillent un grand nombre d'usagers. Ainsi, **ramené au kilomètre parcouru et au passager transporté, les émissions des bus sont 46% et 50% plus faibles que celles des véhicules particuliers pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5} 36% inférieures pour les GES. En revanche, les émissions de NOx sont 47% plus élevées pour les bus.**

Selon **les lignes de bus** (classique, linéo ou TAD), les **émissions de polluants par kilomètre varient en fonction de la motorisation, de la norme euro et du poids des bus en circulation.**

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 bus moins émetteur que la voiture.

¹ Version de l'inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV5_Occ_2008_2019

Entre 2013 et 2019, globalement, les **bus du réseau Tisséo ont parcouru plus de kilomètres** (+11%) ce qui a engendré une **hausse de leur consommation de carburants et donc de leurs émissions de GES** (+10%). En revanche, **leurs émissions de NOx et de particules ont diminué** (-20% pour les NOx, -21% pour les PM₁₀ et -31% pour les PM_{2,5}) **grâce au renouvellement de la flotte de bus** qui a largement compensé la hausse des distances parcourues. Il est à noter que les émissions de particules à l'échappement vont se stabiliser dans les prochaines années tandis que les émissions de particules dues à l'usure vont évoluer de la même façon que les kilomètres parcourus.

L'évolution des émissions varie selon les différentes lignes de bus :

- Les émissions de polluants atmosphériques et de GES des lignes classiques et des TAD diminuent grâce à la baisse des distances parcourues et à l'amélioration de la flotte de bus,
- Entre 2016, année d'inauguration des lignes linéo et 2019, les émissions de NOx de ces lignes ont diminué grâce à l'amélioration de la flotte de bus. Les émissions de GES et de particules ont, quant à elles, augmenté du fait de la hausse des distances parcourues,
- Grâce à la fréquentation en hausse des lignes de bus (+25%), leurs émissions par kilomètre.voyageur diminuent globalement plus rapidement que celles des véhicules particuliers.

En 2022, cette évaluation sera menée sur la période 2008 à 2020 et étendue aux bus scolaires. Elle sera ensuite actualisée, chaque année, dans l'inventaire annuel des émissions. **Les émissions des bus seront à nouveau mises en perspective du nombre de passagers transportés et comparées aux émissions des véhicules particuliers.**

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 consommations énergétiques et les émissions de polluants atmosphériques et de GES pour l'ensemble des lignes fournies par Tisséo étant calculées et géo référencées, les émissions de bus sont intégrées dans les cartographies de pollution atmosphérique.

Grâce à la méthodologie déployée, Atmo Occitanie et Tisséo disposent d'un état actuel et d'un historique pluriannuel des émissions et de la consommation d'énergie qui 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.**

1. INTRODUCTION

Atmo Occitanie produit chaque année l'inventaire des émissions des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre (GES) de l'ensemble de la région à l'échelle communale. L'objectif de cet inventaire est de quantifier toutes les émissions de polluants atmosphériques et de GES du territoire au cours de l'année. L'inventaire est divisé en grands secteurs : transports, résidentiel, tertiaire, agriculture, industriel.

Pour le secteur des transports, Atmo Occitanie évaluait, avant 2020, les émissions du réseau de bus du territoire du plan de mobilité² de Toulouse selon une méthodologie nationale. 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. Il est apparu nécessaire d'avoir une connaissance plus fine de ses émissions.

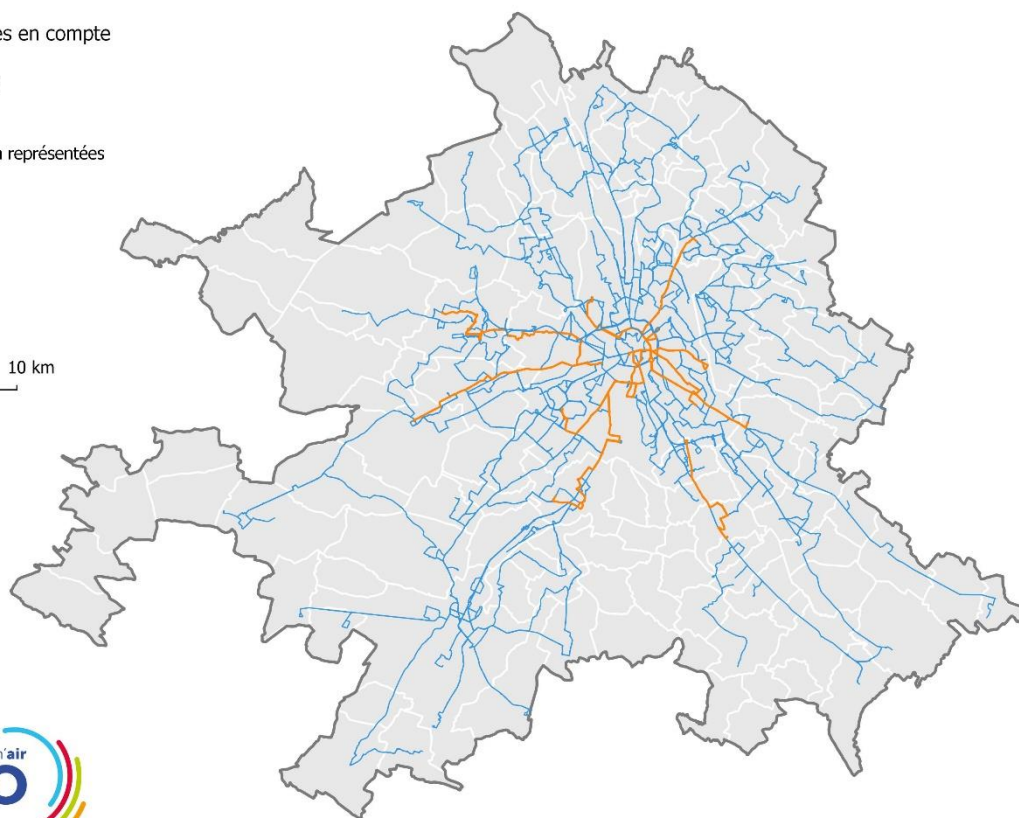
Dans le cadre de la convention de partenariat Tisséo / Atmo Occitanie, Atmo Occitanie a réalisé, en 2020, le diagnostic précis des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques du réseau de bus Tisséo pour les années 2013 et 2018³. Ce diagnostic s'est poursuivi en 2021, avec la création d'un historique des émissions sur la période 2013 – 2019.

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

Lignes de bus prises en compte dans l'évaluation :

- Lignes classiques
- Lignes Linéo

+ lignes TAD non représentées sur la carte



² Anciennement Plan de Déplacement Urbain

³ Source : Evaluation des émissions de polluants et GES associées au réseau de transport en commun du réseau de bus TISSEO – ETU – 2022 – 150 - 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 2019,
- Présenter les émissions 2019 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 2013 et 2019.

Pour ce faire, Tisséo nous a fourni les caractéristiques locales du réseau de bus pour l'ensemble de la période étudiée (kilomètres commerciaux parcourus, vitesse moyenne commerciale et parc réel de la flotte de bus) et nous nous sommes appuyés sur la dernière version de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre⁴.

2. MÉTHODE

L'inventaire des émissions des bus sur le territoire du plan de mobilité nécessite la prise en compte de plusieurs paramètres. Nous récapitulons dans le tableau ci-dessous les données fournies par Tisséo :

	Données fournies par Tisséo
Nombre de bus en circulation sur chaque axe	Nombre de kilomètres commerciaux 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 5.3).

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.

⁴ Version de l'inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV5_Occ_2008_2019

3. RÉSULTATS

3.1. États des lieux – année 2019

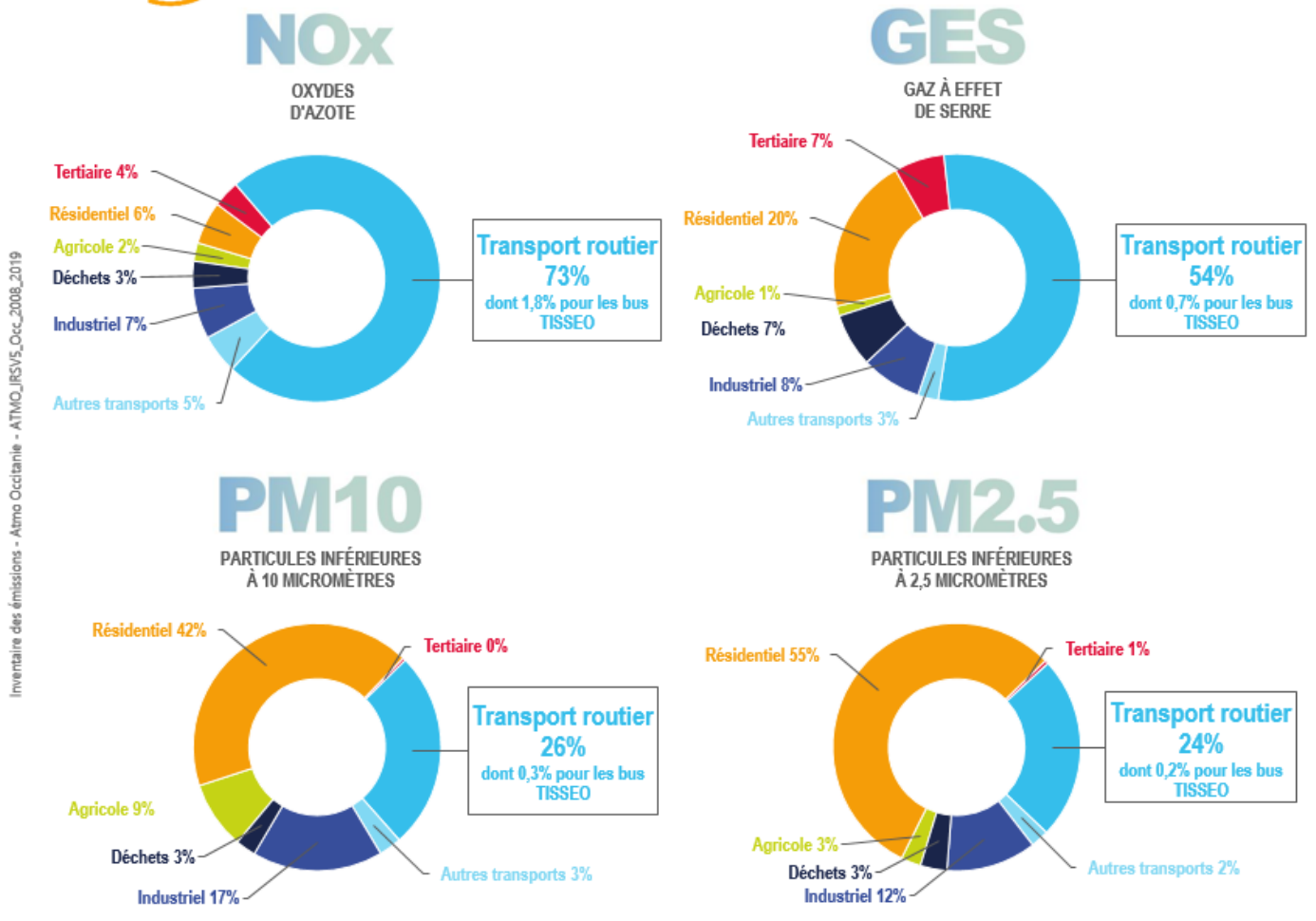
3.1.1. Contribution sectorielle du réseau de bus

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)⁵ et de gaz à effet de serre (GES). En 2019, il représente 73% des émissions de NOx et 54% des émissions GES. Il est également le second contributeur aux émissions de particules PM₁₀ (26%) et PM_{2,5} (24%). Ces émissions sont essentiellement dues au déplacement des personnes en voiture particulière.

La contribution du réseau de bus de Tisséo à l'ensemble des émissions du secteur transport routier sur le territoire du plan de mobilité est, quant à elle, très limitée. Elle est de 1,8% des émissions totales de NOx, 0,7% des émissions totales de GES, 0,3% des émissions totales de PM₁₀ et 0,2% des émissions totales de PM_{2,5}.



Contribution sectorielle aux émissions polluantes - territoire du plan de mobilité toulousain - Année 2019



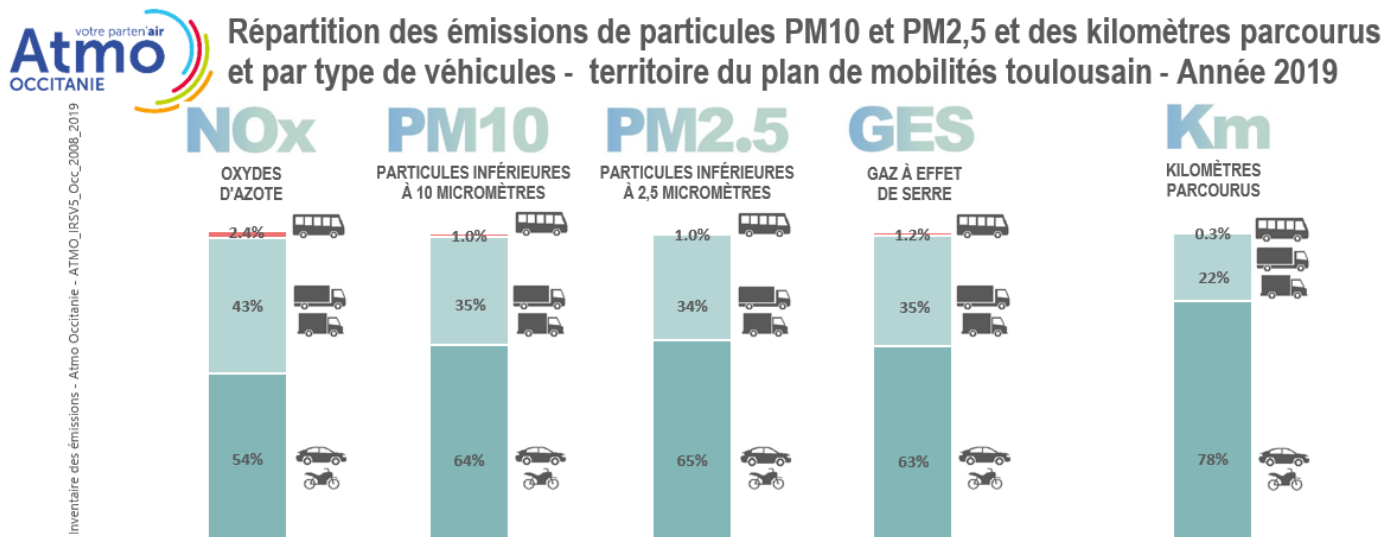
⁵ Les polluants étudiés dans ce rapport sont décrits en annexe 2

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 : par la combustion des carburants mais également par l'usure des pièces mécaniques des véhicules et de la chaussée⁶.

3.1.2. Comparaison de la contribution des différents types de véhicules

En raison de leur forte proportion dans le parc de véhicules routiers (78% 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,
- 63% des émissions de GES dues au trafic routier,
- 64% des émissions de particules PM₁₀ dues au trafic routier
- 65% des émissions de particules PM_{2,5} dues au trafic routier.



Les bus du réseau Tisséo ne représentent que 0,3% des distances parcourues mais du fait de leur poids et de leur taille, leur contribution aux émissions est proportionnellement plus importante, puisqu'ils contribuent pour 2,4% aux émissions de NOx, 1,2% aux émissions de GES et 1,0% aux émissions de particules.

En 2019, l'usure des équipements (freins, pneus et route) contribuent à 77% des émissions de particules PM₁₀ et à 64% des émissions de PM_{2,5} des bus.

⁶ Aux deux sources citées s'ajoutent les émissions liées au réenvol 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.

3.1.3. Émissions par kilomètre parcouru et par voyageur

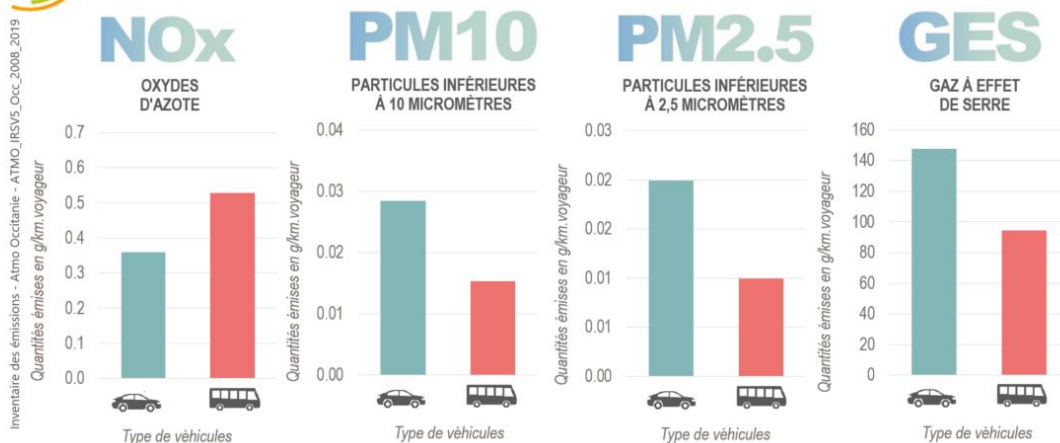
3.1.3.1. Des émissions moyennes de bus du même ordre de grandeur que les émissions des véhicules particuliers

Pour un kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur de polluants et GES qu'un véhicule particulier. Ainsi, pour un kilomètre parcouru, les bus du réseau Tisséo émettent en moyenne 13 fois plus de NOx, 5 fois plus de particules PM₁₀ et PM_{2,5} et 6 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, ramené au kilomètre parcouru et au passager transporté, les émissions des bus du réseau Tisséo sont du même ordre de grandeur que les émissions d'un véhicule particulier qui en moyenne transporte 1,34 personnes⁷ sur le territoire. Les émissions moyennes par kilomètre.voyageur de particules PM₁₀ et PM_{2,5} du parc de bus sont ainsi respectivement 46% et 50% plus faibles que celles des véhicules particuliers. De même, les émissions de GES sont 36% inférieures. En revanche, les émissions de NOx restent 47% plus élevées pour les bus.



Émissions par kilomètre.voyageur - territoire du plan de mobilités toulousain - Année 2019



⁷ Source : Les déplacements dans la Grande Agglomération Toulousaine – Principaux résultats de l'Enquête Ménages Déplacements et de l'Enquête Cordon Routière – 2013 – TISSEO

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

Le réseau de bus Tisséo est constitué de plusieurs lignes de bus : 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 scolaires⁸. Plusieurs paramètres influent sur les émissions par kilomètre.voyageur :

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

• Rapporté à un kilomètre parcouru

Sur les **lignes de bus classiques**, les bus en circulation sont de motorisations diesel, Gaz naturel Volatil (GNV) de norme euro⁹ 3 à euro 6 ou électrique. Le parc de bus est ainsi composé :

- A 8% de de bus « midi » (2/3 de bus diesel euro 6 et 1/3 de bus électriques).
- A 85% de bus « standards » (1/3 sont des bus diesel euro 3 à 5 SCR addblue10, 2/3 sont des bus GNV euro 3 à 5),
- A 8% de bus « articulés » diesel de norme euro 4

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, 5 fois plus de particules et 6 fois plus de GES qu'un véhicule particulier.**

Les lignes classiques transportent 68% des usagers du réseau de bus.

⁸ Non pris en compte dans cette étude.

⁹ 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.

¹⁰ Cette technologie permet de convertir les NOx en eau et azote grâce à une réduction catalytique sélective.

Dans le cadre du déploiement des **lignes linéo** depuis 2016, Tisséo a fait l'acquisition de nouveaux bus. En 2019, la flotte est composée de bus articulés de trois types de motorisation (54% diesel euro5 SCR addblue, 16% de diesel hybride et 30% de GNV euro 6).

La flotte de bus circulant sur ces lignes est ainsi composée de bus aux normes euros 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 uniquement 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 lineo émet 11 fois plus de NOx, 5 fois plus de particules PM₁₀ et 4 fois plus de particules PM_{2,5} qu'un véhicule particulier et 7 fois plus de GES qu'un véhicule particulier.**

Les bus linéo transportent 31% des usagers.

Enfin, sur **les lignes TAD** circulent 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 2 fois moins de NOx mais 4 fois plus de particules PM₁₀, 3 fois plus de particules PM_{2,5}, et 2 fois plus de GES.**

Les bus TAD transportent 1% des usagers.

Par kilomètre.voyageur

Grâce à leur forte fréquentation, **les lignes linéo** sont les moins émettrices en polluants atmosphériques et GES par kilomètre.voyageur du réseau de bus Tisséo. Leurs émissions sont également inférieures aux émissions moyennes des véhicules particuliers (1,7 fois plus faibles pour les NOx, 2,5 fois plus faibles pour les GES, 3,7 fois plus faibles pour les particules PM₁₀ et 4,1 fois plus faibles pour les PM_{2,5}).

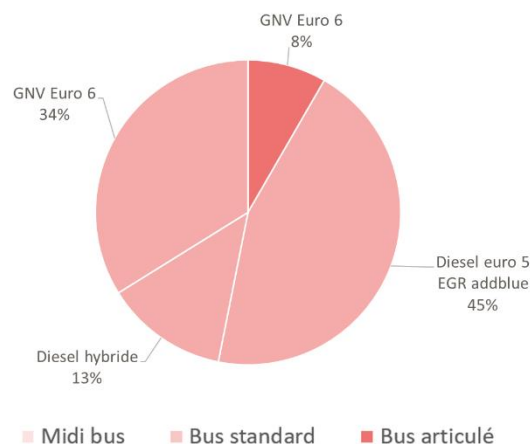
De même, grâce à leur fréquentation, les **lignes classiques** sont en moyenne moins émettrices de particules (1,7 fois plus faibles) et de GES (1,4 fois plus faibles) que les véhicules particuliers.

En revanche, leur fréquentation ne suffit pas à compenser les fortes émissions de NOx des bus circulant sur les lignes classiques dues à leur motorisation (diesel et GNV, de norme euro 3 à 5).

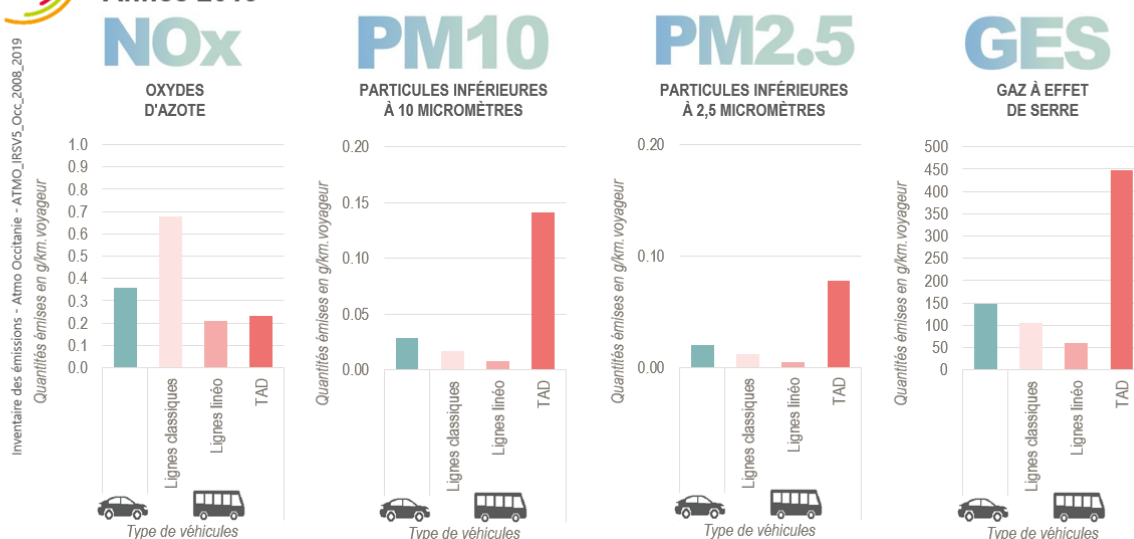
Ces lignes sont également plus émettrices que les lignes lineo du fait de leur moindre fréquentation.

Grâce à leur motorisation récente peu émettrice de NOx et malgré leur faible fréquentation, les émissions par kilomètre.voyageur des **bus TAD** sont 1,6 fois plus faibles que celles des véhicules particuliers. En revanche, leur fréquentation ne suffit pas à compenser leurs plus fortes émissions de particules et de GES.

Atmo
OCCITANIE votre partenaire
Parc de bus en circulation sur les lignes linéo - année 2019



Émissions par kilomètre.voyageur - territoire du plan de mobilités toulousain- Année 2019



Selon les lignes de bus (classique, lineo ou TAD), 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 ils ont de norme euro 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 comme pour 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. Quelle évolution des émissions entre 2013 et 2019 ?

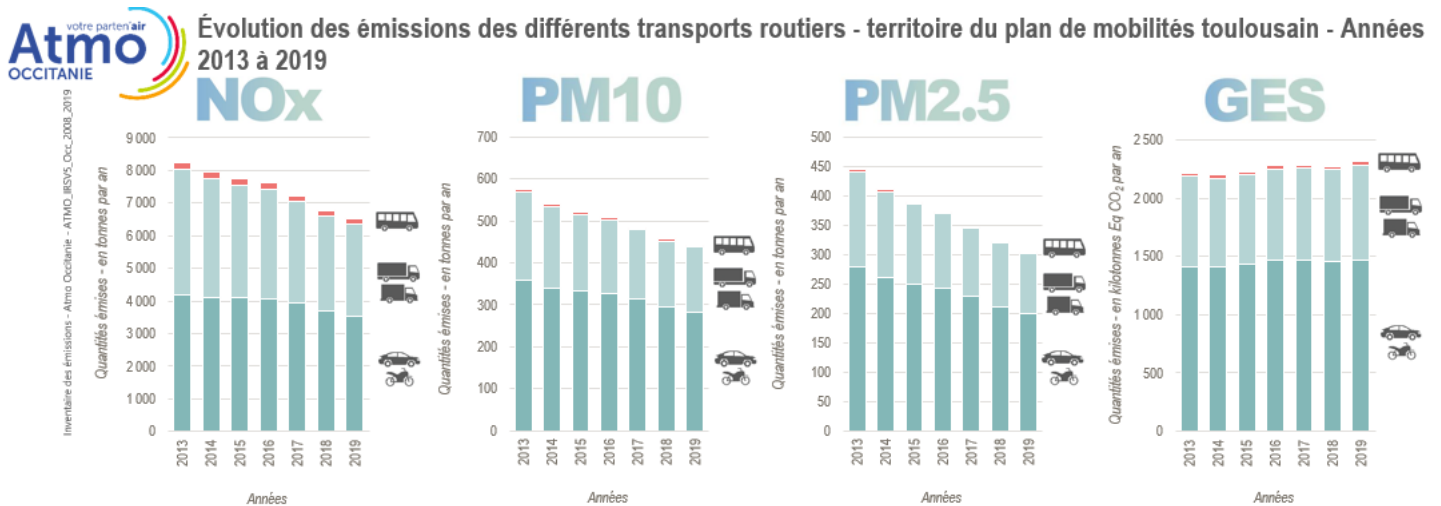
3.2.1. Par type de véhicules

Entre 2013 et 2019, les distances parcourues par les différents véhicules en circulation sur le territoire du plan de mobilité ont augmenté dans des proportions différentes :

- +3% pour les véhicules particuliers et deux-roues
- +5% pour les véhicules utilitaires légers et les camions
- +11% pour les bus du réseau Tisséo.

Malgré cette hausse des distances parcourues, le renouvellement du parc routier et de la flotte de bus par des véhicules de motorisation récente moins polluante 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 des différents transports routiers entre 2013 et 2019 - territoire du plan de mobilité toulousain -

	NOx	PM10	PM2,5	GES
	-20%	-21%	-31%	+10%
	-26%	-27%	-37%	+5%
	-16%	-21%	-29%	+4%

Comme pour tous les transports routiers, les émissions particulières des bus sont dues à la combustion de carburant (émissions à l'échappement) ainsi qu'à l'usure des pièces mécaniques des véhicules (pneus, freins) et l'usure de la route. Ainsi, en 2013, leurs émissions à l'échappement représentaient 45% des

émissions totales de PM₁₀ et 60% 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 fortement diminué entre 2013 et 2019 (-59%). En revanche, leurs émissions dues à l'usure, liées aux distances parcourues par les bus, ont augmenté (+11%). En 2019, leurs émissions à l'échappement ne représentent donc plus que 23% des émissions totales de PM₁₀ et 36% des émissions totales de PM_{2,5}.

Dans les prochaines années, avec la poursuite du renouvellement des bus, les émissions globales de particules à l'échappement des bus vont se stabiliser à un niveau faible. Les émissions de particules seront alors essentiellement dues à l'usure et évolueront dans le même sens que les distances parcourues.



Évolution des émissions particulaires de la flotte de bus - territoire du plan de mobilités toulousain - Années 2013 à 2019



Évolution des émissions particulaires de la flotte de bus entre 2013 et 2019 - territoire du plan de mobilité toulousain -

	PM ₁₀	PM _{2,5}
Échappement	-59%	-59%
Usure	+11%	+11%

3.2.2. Par type de ligne de bus

3.2.2.1. Evolution des distances parcourues

En 2019, les bus du réseau Tisséo ont parcouru en moyenne 11% de kilomètres supplémentaires en comparaison de 2013.

Les distances parcourues varient différemment selon les lignes de bus envisagées.

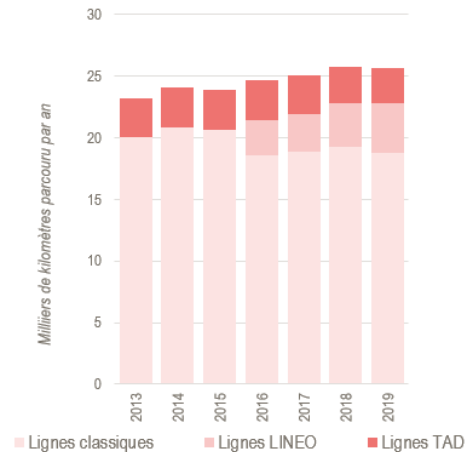
En 2019, les distances parcourues sur les lignes classiques sont 6% plus faibles qu'en 2013. Cette diminution est essentiellement liée à mise en service officielle, en 2016, de plusieurs lignes linéo en remplacement de lignes classiques.

Entre 2016 et 2019, de nouvelles lignes linéo ont été inaugurées engendrant une hausse des distances parcourues de +39% sur la période pour ce type de ligne.

Les distances parcourues sur les lignes TAD ont, quant à elles, diminué de 9% entre 2013 et 2019.



Évolution des distances parcourues par lignes de bus - Territoire du plan de mobilités toulousain - Années 2013 à 2019



Évolution des distances parcourues entre 2013 et 2019 / (entre 2016 et 2019) - territoire du plan de mobilité toulousain

	Km
TAD	-9% / (-14%)
Linéo	- / (+39%)
Classiques	-6% / (+2%)

3.2.2.2. Evolution des émissions polluantes

Pour **les lignes de bus classiques**, la baisse des distances parcourues entre 2013 et 2019 (-6%) et le retrait progressif des bus euro 1 et 2 du parc au profit de véhicules de normes euro plus récentes entraînent une diminution des émissions de NOx (-25%), PM₁₀ (-31%), PM_{2,5} (-39%) et GES (-11%).

De même, **pour les lignes TAD**, le remplacement des midi bus diesel euro 3 par des midi bus diesel euro 6 et électriques fortement moins émetteurs de polluants atmosphériques, associé à la baisse des distances parcourues de 9%, induit une baisse des émissions de NOx de 96%, de particules PM₁₀ de 46%, de PM_{2,5} de 59% et de GES de 25%.

Bien que les distances parcourues par **les bus linéo augmentent** (+39% entre 2016 et 2019) du fait de la mise en œuvre progressive de ces lignes, les émissions de NOx diminuent de 20% sur cette période grâce à l'introduction progressive, dans le parc de véhicules, de bus diesel hybride et de bus GNV euro 6.

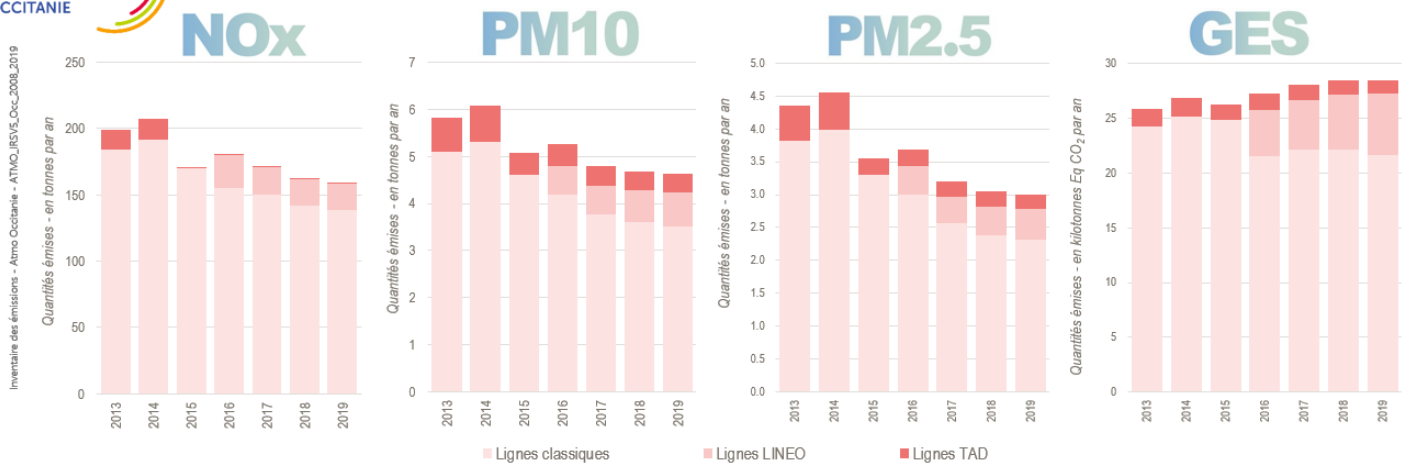
L'intégration de bus diesel hybride et de bus GNV euro 6 au parc de bus linéo permet ainsi une plus forte diminution des émissions de NOx en comparaison des lignes classiques, pour lesquelles le parc de bus a peu évolué (-11% de NOx alors que +2% de kilomètres parcourus pour les lignes classiques entre 2016 et 2019).

En revanche, les émissions de particules et de GES des lignes linéo augmentent entre 2013 et 2019 (+18% pour les PM₁₀, +9% pour les PM_{2,5} et +32% pour les GES entre 2016 et 2019).


- Pour les particules, l'évolution de la flotte de bus entre 2016 et 2019 permet une diminution de leurs émissions à l'échappement (-21%) tandis que, sur la même période, leurs émissions dues à l'abrasion (freins, pneumatiques et routes) augmentent de 39% comme les distances parcourues. Or, en 2019, les émissions d'usure de freins, des pneus et d'abrasion de la route, représentent respectivement 77% et 65% des émissions totales de particules PM₁₀ et PM_{2,5} des bus linéo. Ainsi, la modernisation de la flotte de bus (baisse des émissions à l'échappement) ne permet pas de compenser la hausse des distances parcourues (hausse des émissions dues à l'usure et l'abrasion).
- Pour les GES, leurs émissions évoluent peu avec la modernisation du parc de bus. Les émissions des bus linéo augmentent du fait de la hausse des distances parcourues.



Évolution des émissions de polluants atmosphériques par type de bus - Territoire du plan de mobilités toulousain - Années 2013 à 2019



Évolution des émissions entre 2013 et 2019 (entre 2016 et 2019) - territoire du plan de mobilité toulousain



	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	GES
 TAD	-96% / (-17%)	-46% / (-14%)	-59% / (-14%)	-25% / (-15%)
Linéo	- / (-20%)	- / (+18%)	- / (+9%)	- / (+32%)
Classiques	-25% / (-11%)	-31% / (-16%)	-39% / (-23%)	-11% / (0%)

3.2.3. Par kilomètre parcouru.voyageur

Entre 2013 et 2019, du fait du renouvellement du parc de véhicules particuliers mais également de la flotte de bus, les émissions en NOx et particules par kilomètre 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.

En revanche, les émissions de GES n'évoluent que très peu avec le renouvellement de la flotte (-1%).



Évolution des émissions par kilomètre des bus et des véhicules particuliers entre 2013 et 2019 - territoire du plan de mobilité toulousain -

	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	GES
	-28%	-28%	-38%	-1%
	-19%	-24%	-31%	0%

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 et de particules et de la stabilité des émissions de GES par kilomètre, la fréquentation des bus a augmenté de 25% en moyenne sur la période 2013 – 2019 alors que le nombre de passagers dans un véhicule particulier reste stable¹¹. Cela se traduit par une diminution plus forte des émissions par kilomètre.voyageur de la flotte de bus en comparaison des véhicules particuliers.

Évolution des émissions par kilomètre. Passager des bus et des véhicules particuliers entre 2013 et 2019 - territoire du plan de mobilité toulousain -

	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	GES
	-33%	-32%	-41%	-9%
	-19%	-24%	-31%	0%

¹¹ 1,34 personnes selon le rapport Les déplacements dans la Grande Agglomération Toulousaine – Principaux résultats de l'Enquête Ménages Déplacements et de l'Enquête Cordon Routière – 2013 – TISSEO

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


La fréquentation des différents types de ligne n'a pas évolué de façon similaire sur la période 2013 à 2019.

Ainsi, sur les lignes classiques la fréquentation a diminué sur la période (-14%) alors qu'elle a augmenté sur les lignes TAD (+7%).

Bien que la fréquentation des bus classiques diminue, l'amélioration de la flotte permet une baisse des émissions kilomètre passager de NOx et de particules. En revanche, les émissions de GES augmentent car le renouvellement de la flotte n'a pas d'impact sur elles.

La hausse de la fréquentation, associée au renouvellement de la flotte de bus TAD, permet une baisse de toutes ses émissions.

Évolution des émissions par kilomètre passager entre 2013 et 2019 territoire du plan de mobilité toulousain


	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	GES
TAD	-95%	-36%	-52%	-10%
Classiques	-9%	-16%	-26%	+7%

Entre 2016 et 2019, avec la mise en œuvre et le déploiement des lignes Linéo, la fréquentation sur ces lignes bondit de 45%. Le réseau de lignes classiques voit également sa fréquentation augmenter de 7%. En revanche, la fréquentation des TAD diminue de 18% sur cette même période.

Les fréquentations en hausse des bus lineo et classiques, associées au renouvellement de la flotte de bus, permettent la baisse de toutes leurs émissions par kilomètre passager.

La diminution de la fréquentation des lignes TAD entraîne une hausse homogène des émissions par kilomètre passager (+15%), la flotte de bus ne variant pas sur cette période.

Évolution des émissions par kilomètre passager entre 2016 et 2019 territoire du plan de mobilité toulousain

	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	GES
TAD	+15%	+15%	15%	+15%
Linéo	-45%	-18%	-25%	-9%
Classiques	-16%	-20%	-27%	-5%

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les objectifs de ce rapport étaient 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 2019,
- Présenter les émissions 2019 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 Tisséo et celle des véhicules particuliers entre 2013 et 2019.

En 2019, le **réseau de bus Tisséo a contribué pour moins de 2% à l'ensemble des émissions du territoire** alors que le transport routier est le premier émetteur de NOx et de GES et le second émetteur de particules. Les **bus du réseau Tisséo représentent 0,3% 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 2,4% des émissions de NOx, 1,2% des émissions de GES et 1,0% des émissions de particules.**

Pour un **kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur** de polluants et GES **qu'un véhicule particulier : 13 fois plus de NOx, 5 fois plus de particules PM₁₀ et PM_{2,5} et 6 fois plus de GES.** Cependant, les bus accueillent un grand nombre d'usagers. Ainsi, **ramené au kilomètre parcouru et au passager transporté, les émissions des bus sont 46% et 50% plus faibles que celles des véhicules particuliers pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5} 36% inférieures pour les GES. En revanche, les émissions de NOx sont 47% plus élevées pour les bus.**

Selon **les lignes de bus** (classique, linéo ou TAD), les **émissions de polluants par kilomètre varient en fonction de la motorisation, de la norme euro et du poids des bus en circulation.**

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 bus moins émetteur que la voiture.

Entre 2013 et 2019, globalement, **les bus du réseau Tisséo ont parcouru plus de kilomètres (+11%)** ce qui a engendré **une hausse de leur consommation de carburants et donc de leurs émissions de GES (+10%).** En revanche, **leurs émissions de NOx et de particules ont diminué (-20% pour les NOx, -21% pour les PM₁₀ et -31% pour les PM_{2,5}) grâce au renouvellement de la flotte de bus** qui a largement compensé la hausse des distances parcourues. Il est à noter que les émissions de particules à l'échappement vont se stabiliser dans les prochaines années tandis que les émissions de particules dues à l'usure vont évoluer de la même façon que les kilomètres parcourus.

L'évolution des émissions varie selon les différentes lignes de bus :

- Les émissions des lignes classiques et des TAD diminuent grâce à la baisse des distances parcourues et à l'amélioration de la flotte de bus,
- Entre 2016, année d'inauguration des lignes Linéo et 2019, les émissions de NOx de ces lignes ont diminué grâce à l'amélioration de la flotte de bus. Les émissions de GES et de particules ont, quant à elles, augmenté du fait de la hausse des distances parcourues.
- Grâce à la fréquentation en hausse des lignes de bus (+25%), leurs émissions par kilomètre.voyageur diminuent globalement plus rapidement que celles des véhicules particuliers.

En 2022, cette évaluation sera menée sur la période 2008 à 2020 et étendue aux bus scolaires. Elle sera ensuite actualisée, chaque année, dans l'inventaire annuel des émissions. **Les émissions des bus seront à nouveau mises en perspective du nombre de passagers transportés et comparées aux émissions des véhicules particuliers.**

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 consommations énergétiques et les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre pour l'ensemble des lignes fournies par Tisséo 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.**

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 polluantes analysées dans cet état des lieux sont **les émissions directes de polluants atmosphériques et de 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 liées 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 des éléments méthodologiques sur les hypothèses choisies et 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'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, 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.

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

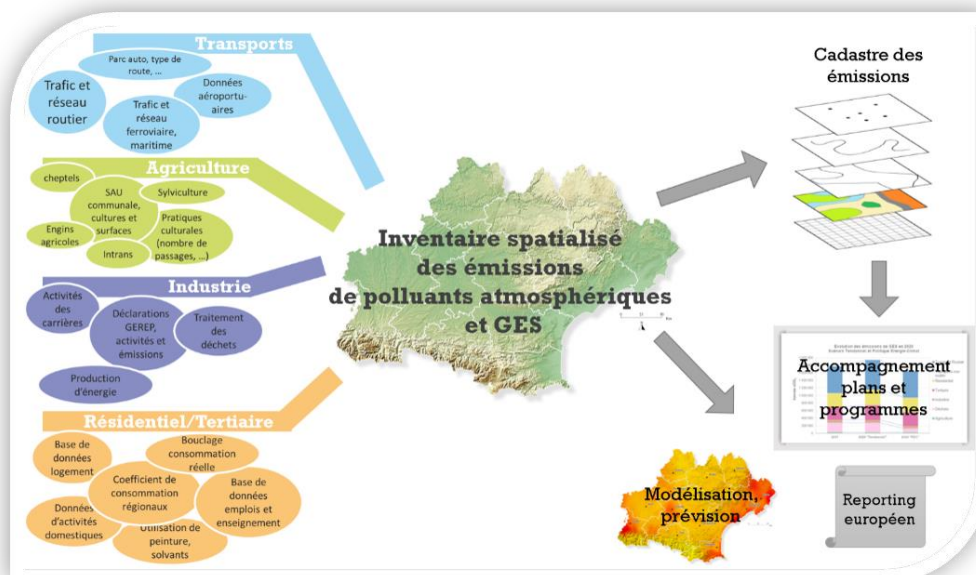
Avec :

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 réenvol 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 V - COmputer Program to calculate Emission from Road Transport (version 5.3). 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, Airparif¹², 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 apparait que facteurs d'émission de référence disponible lors de cette évaluation entraine 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.

¹² 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 deux polluants sont émis lors des 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 500m ; 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

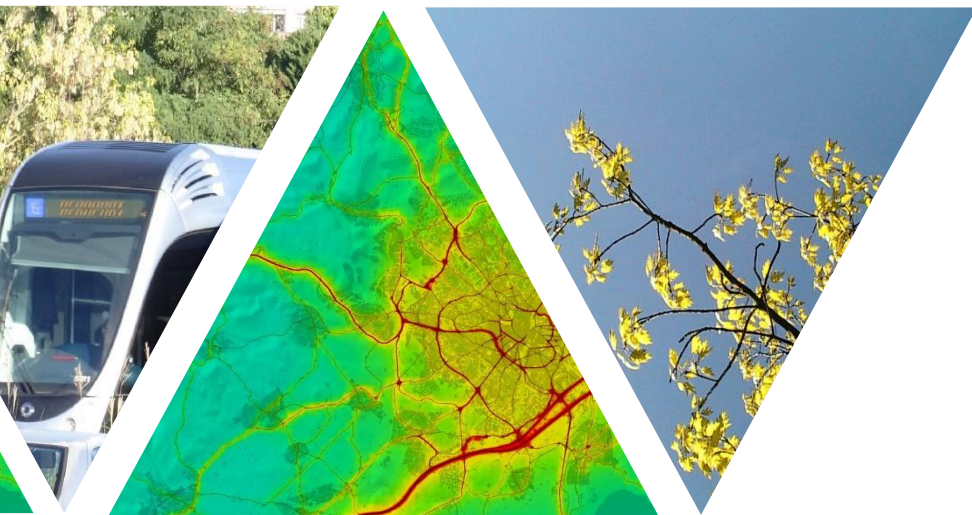
Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

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