

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

## Années 2008 à 2020

---

**ETU-2023-169 Edition Août 2024**



# 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](http://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](mailto:contact@atmo-occitanie.org)

# SOMMAIRE

---

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MÉTHODE.....</b>	<b>7</b>
<b>3. RÉSULTATS.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. ÉVOLUTION DES EMISSIONS DU RESEAU DE BUS ENTRE 2008 ET 2019 .....</b>	<b>8</b>
3.1.1. Par type de transport routier .....	8
3.1.2. Par type de ligne de bus.....	9
3.1.2.1. Evolution des distances parcourues.....	9
3.1.2.2. Evolution des émissions polluantes .....	10
3.1.3. Par kilomètre parcouru/voyageur .....	13
3.1.3.1. Une baisse des émissions plus importante pour la flotte de bus en comparaison avec les véhicules particuliers.....	13
3.1.3.2. Une évolution des émissions variable selon les types de lignes .....	13
<b>3.2. LES EMISSIONS DU RESEAU DE BUS – ANNEE 2020.....</b>	<b>15</b>
3.2.1. Contribution du réseau de bus aux émissions du territoire .....	15
3.2.2. Comparaison de la contribution des différents types de transport routier.....	16
3.2.3. Comparaison de la contribution des différentes lignes de bus.....	17
3.2.4. Émissions par kilomètre parcouru et par voyageur.....	18
3.2.4.1. Des émissions moyennes de bus par kilomètre/voyageur du même ordre de grandeur que les émissions des véhicules particuliers .....	18
3.2.4.2. Des émissions moyennes très différentes selon les types de lignes.....	19
3.2.5. Impact de la crise sanitaire .....	23
3.2.5.1. Sur les émissions du réseau routier.....	23
3.2.5.2. Sur les émissions par kilomètre parcouru et par voyageur .....	24
<b>4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>25</b>
<b>TABLE DES ANNEXES .....</b>	<b>27</b>

# RÉSUMÉ

---

Afin d'améliorer l'évaluation des émissions du secteur des transports en commun de l'agglomération toulousaine, Atmo Occitanie a réalisé, dans le cadre du programme d'action 2022 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 2008 à 2020.

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 méthodologie de quantification des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre<sup>1</sup>.

**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.**

**Entre 2008 et 2019, les bus du réseau Tisséo ont parcouru globalement plus de kilomètres (+50 %) ce qui a engendré une hausse de leurs émissions de GES (+27 %).** En revanche, **leurs émissions de NOx et de particules ont diminué** (-24 % pour les NOx, -44 % pour les PM<sub>10</sub> et -57 % pour les PM<sub>2.5</sub>) **grâce au renouvellement de la flotte de bus** qui a largement compensé la hausse des distances parcourues.

**Grâce à la fréquentation en hausse des lignes de bus, leurs émissions par kilomètre/voyageur diminuent globalement plus rapidement que celles des véhicules particuliers.**

**En 2020, 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 0,3 % 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 2,2 % des émissions de NOx, 0,8 % des émissions de GES et 0,3 % des émissions 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 62 % des kilomètres parcourus émettent 61 % des GES et entre 65 % et 67 % des polluants atmosphériques. Les secondes lignes de bus les plus émettrices sont les lignes LINEO avec 20 % des distances parcourues. Elles contribuent à 23 % des émissions de GES et entre 16 % et 19 % des émissions des polluants atmosphériques.

Les lignes de transport à la demande (TAD) représentent, quant à elles, 6 % des kilomètres parcourus et les lignes scolaires moins de 0,5 %. Leurs émissions sont du même ordre de grandeur.

---

<sup>1</sup> Version de l'inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV6\_Occ\_2008\_2020

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 14 % 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 13 fois plus de NO<sub>x</sub>, 4 fois plus de particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et 6 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 (1,6 fois plus faibles) et de GES (14 % inférieures), mais 1,4 fois plus élevées pour les NO<sub>x</sub>. 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.**

L'année 2020 a été marquée par des restrictions de circulation dues à la crise sanitaire, entraînant une diminution des distances parcourues sur l'ensemble du réseau routier. En ce qui concerne le réseau de bus, TISSEO a maintenu, mais réduit, son offre de transport pendant la période de confinement (mars à mai 2020). En comparaison, les véhicules particuliers et commerciaux ont nettement moins circulé. **Du fait de la baisse variable mais générale des distances parcourues selon les types de véhicules, leurs émissions ont diminué.** Cependant, **la chute de la fréquentation du réseau Tisséo nettement plus forte que celle des distances parcourues a entraîné une augmentation des émissions par kilomètre/voyageur pour les bus contrairement aux voitures particulières.**

**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 déplacement par bus moins émetteur que la voiture.**



# 1. INTRODUCTION

Atmo Occitanie produit chaque année l'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)<sup>2</sup> 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.

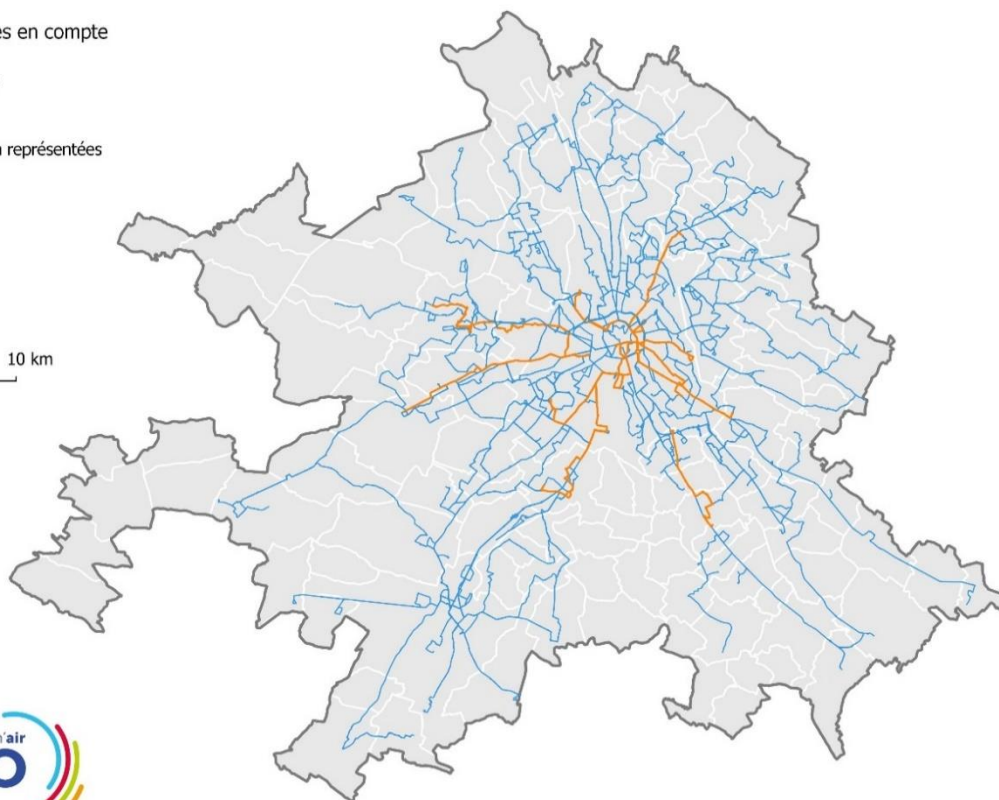
Dans le cadre de sa convention de partenariat avec Tisséo, Atmo Occitanie a réalisé, en 2021, le diagnostic précis des consommations et émissions polluantes du réseau de bus Tisséo pour les années 2013 et 2019<sup>3</sup>. Ce diagnostic s'est poursuivi en 2022, avec la création d'un historique sur la période 2008 – 2020. Plusieurs évolutions sont à noter cette année : L'inventaire intègre maintenant les lignes de bus scolaires et prend également en compte les trajets sans voyageur (dits trajets haut le pied), entre le dépôt et le premier arrêt et inversement.

## 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



<sup>2</sup> Anciennement Plan de Déplacement Urbain

<sup>3</sup> Source : Évaluation des émissions de polluants et GES associées au réseau de bus de TISSEO – ETU-2022-161 – Atmo Occitanie

Les objectifs de ce rapport sont de :

- Mettre en perspective l'évolution des émissions totales et par kilomètre/voyageur du réseau de bus avec celle des véhicules particuliers entre 2008 et 2019.
- 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 2020 ;
- Présenter les émissions 2020 par kilomètre/voyageur et comparer les situations selon les lignes de bus et pour un véhicule particulier ;
- Faire un bilan de l'impact de la pandémie mondiale de COVID-19 sur les émissions des lignes de bus de TISSEO en 2020 ;

Pour ce faire, Tisséo nous a fourni les caractéristiques locales du réseau de bus pour l'ensemble de la période étudiée (kilomètres commerciaux et non commerciaux parcourus, vitesse moyenne commerciale et parc réel de la flotte de bus) et nous nous sommes appuyés sur la dernière version de la méthodologie de quantification des émissions<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Version de l'inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV6\_Occ\_2008\_2020

## 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 et non commerciaux (haut le pied <sup>5</sup> , 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).

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**.

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 – 2020). Atmo Occitanie a pris en compte l'ensemble de ces données. Cette actualisation a 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 étude<sup>6</sup>. Ainsi, les données présentées dans ce rapport annulent et remplacent celles fournies dans le précédent.

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

<sup>6</sup> Rapport ETU-2022-161 – Evaluation des émissions de polluants et gaz à effet de serre associées au réseau de bus TISSEO Année 2013 à 2019.



### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Évolution des émissions du réseau de bus entre 2008 et 2019

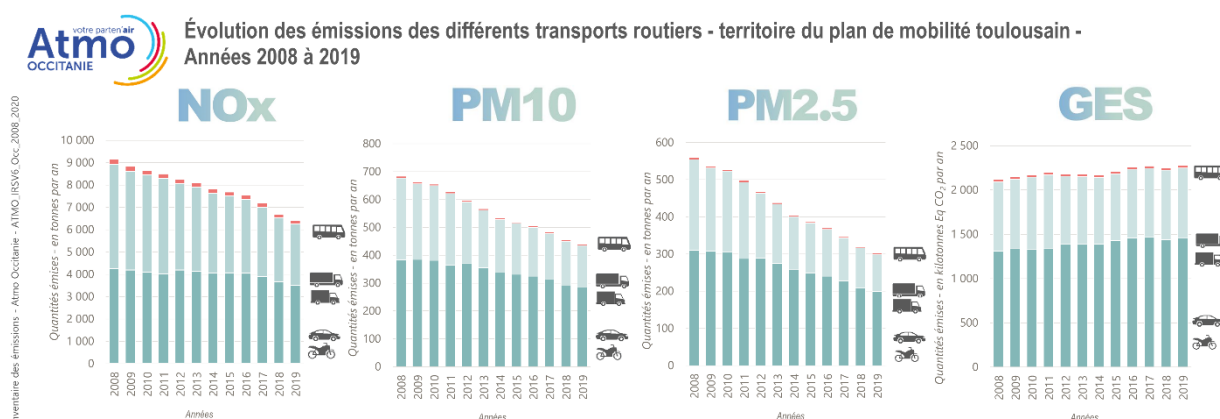
##### 3.1.1. Par type de transport routier

Entre 2008 et 2019, les distances parcourues par les différents véhicules en circulation sur le territoire du plan de mobilité ont augmenté dans des proportions différentes :

- +12 % pour les véhicules particuliers et deux-roues ;
- +3 % pour les véhicules utilitaires légers et les camions ;
- +50 % 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 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 des différents transports routiers entre 2008 et 2019 - territoire du Plan de Mobilité toulousain -

	NOx	PM10	PM2.5	GES
	-24 %	-44 %	-57 %	+27 %
	-41 %	-48 %	-59 %	+2 %
	-18 %	-26 %	-36 %	+11 %

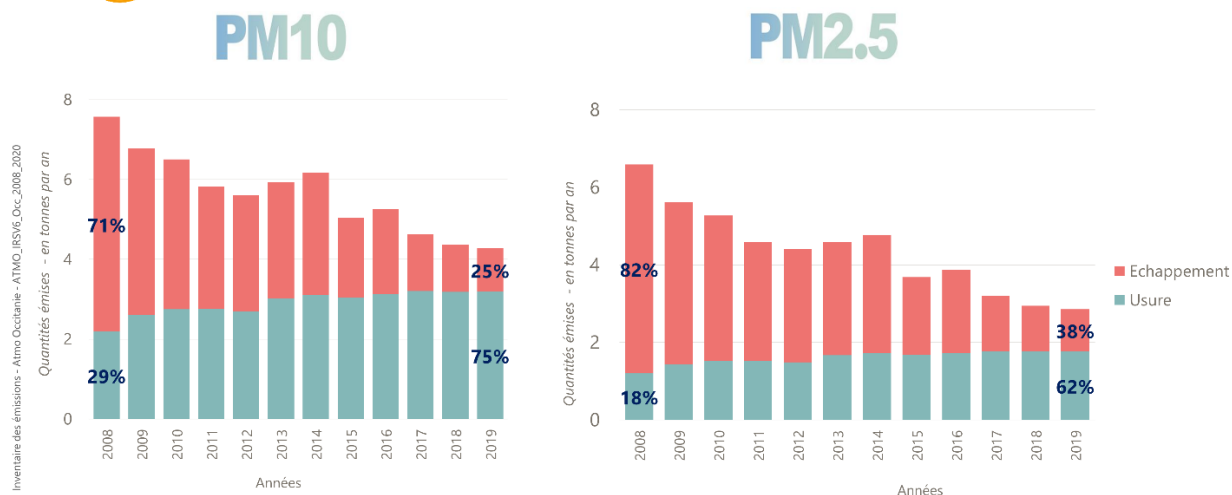
En 2008, les émissions à l'échappement des bus représentaient 71 % des émissions totales de PM10 et 82 % des émissions totales de PM2.5. Avec le renouvellement et le renforcement de la flotte par des bus de norme euro plus récente, leurs émissions de particules à l'échappement ont drastiquement diminué entre 2008 et 2019 (-80 %). En revanche, leurs émissions dues à l'usure, liées aux distances parcourues

par les bus, ont augmenté (+46 %). En 2019, leurs émissions à l'échappement ne représentent donc plus que 25 % des émissions totales de PM<sub>10</sub> et 38 % des émissions totales de PM<sub>2.5</sub>.

**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 principalement liées à l'usure et évolueront proportionnellement aux distances parcourues.**



Évolution des émissions particulières de la flotte de bus - territoire du plan de mobilités toulousain - Années 2008 à 2019



## 3.1.2. Par type de ligne de bus

### 3.1.2.1. Evolution des distances parcourues

En 2019, les bus du réseau Tisséo ont parcouru en moyenne 50 % de kilomètres supplémentaires par rapport à 2008. Les distances parcourues varient différemment selon les lignes de bus considérées. Ainsi, les distances parcourues sur les lignes classiques sont 10 % plus faibles qu'en 2015. Cette diminution est essentiellement liée à la mise en service officielle, cette même année, de plusieurs lignes Linéo en remplacement de lignes classiques.

Entre 2015 et 2019, de nouvelles lignes linéo ont été inaugurées entraînant une hausse des distances parcourues de +289 % sur la période pour ce type de ligne.

Les distances parcourues sur les lignes de transport à la demande (TAD) ont, quant à elles, diminué de 22 % durant cette même période.

Les distances parcourues par les lignes scolaires ont, elles aussi, diminué de 65 % par rapport à 2008.

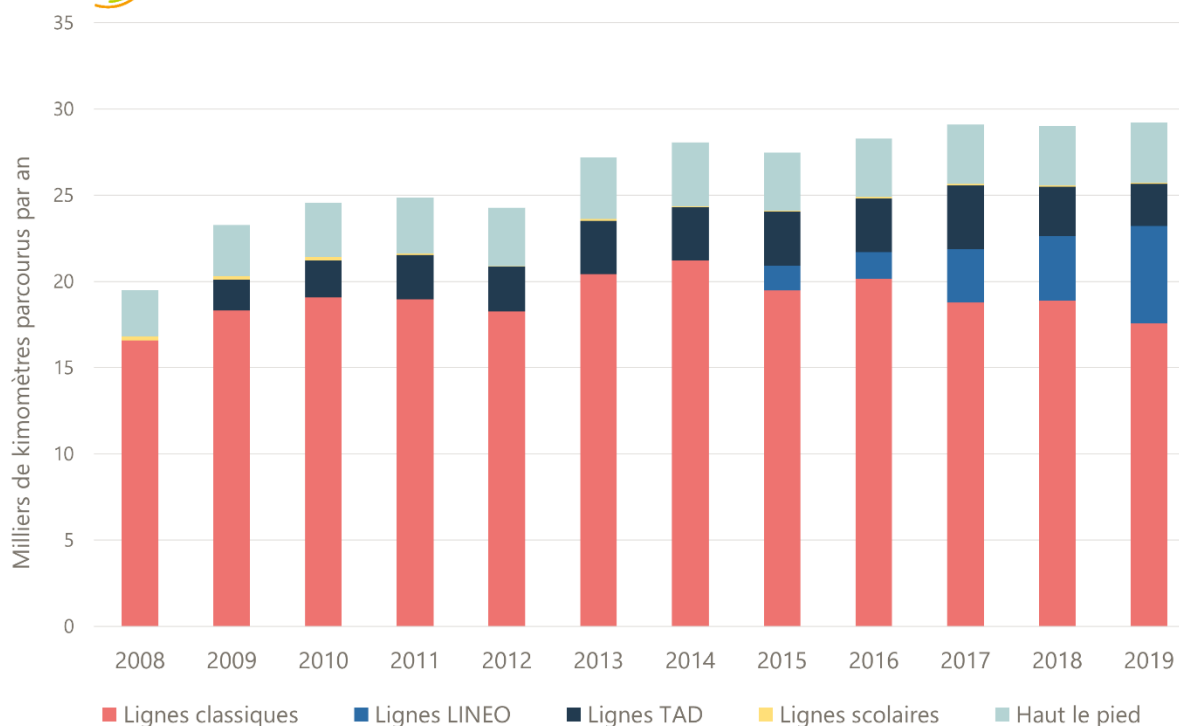
Les distances des trajets « Haut le pied » ont augmenté de 30 % depuis 2008 avec la mise en place de nouvelles lignes de bus et l'augmentation de la fréquence de certaines lignes.

## Évolution des distances parcourues entre 2008 et 2019 / (entre 2015 et 2019) – Territoire du plan de mobilité toulousain

	Km
TAD <sup>7</sup>	+35 % / (-22 %)
Linéo	- / (+289 %)
Classiques	+6 % / (-10 %)
Scolaire	-65 % / (+46 %)
Haut le pied	+30 % / (+3 %)



Evolution des distances parcourues par ligne de bus - Territoire du plan de mobilités toulousain  
Années 2008 à 2019



### 3.1.2.2. Evolution des émissions polluantes

Pour **les lignes de bus classiques**, malgré l'augmentation des distances parcourues entre 2008 et 2019 (+6 %), 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 NO<sub>x</sub> (-40 %), PM<sub>10</sub> (-58 %), PM<sub>2.5</sub> (-67 %) et des GES (-8 %). 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. Pour le **réseau de bus scolaires**, dont les émissions sont assimilées aux bus standards, les émissions de polluants atmosphériques diminuent en plus forte proportion (-77 % d'émission de NO<sub>x</sub>, -87 % d'émission de PM<sub>10</sub>, -90 % d'émission de PM<sub>2.5</sub> et -67 % d'émission de GES) que la distance parcourue (-65 %).

De même, **pour les lignes TAD**, le remplacement des midibus Diesel euro 3 par des midibus Diesel Euro 6 et électriques, fortement moins émetteurs de polluants atmosphériques, induit une baisse, entre 2009 et 2019, de 94 % des émissions de NO<sub>x</sub>, de 29 % des émissions de particules PM<sub>10</sub> et de 47 % des

<sup>7</sup> Les données fournies par TISSEO pour les lignes TAD débutent en 2009

émissions de PM<sub>2,5</sub> malgré une augmentation de 35 % des kilomètres parcourus. En revanche, les GES ont augmenté de 9 % en 11 ans.

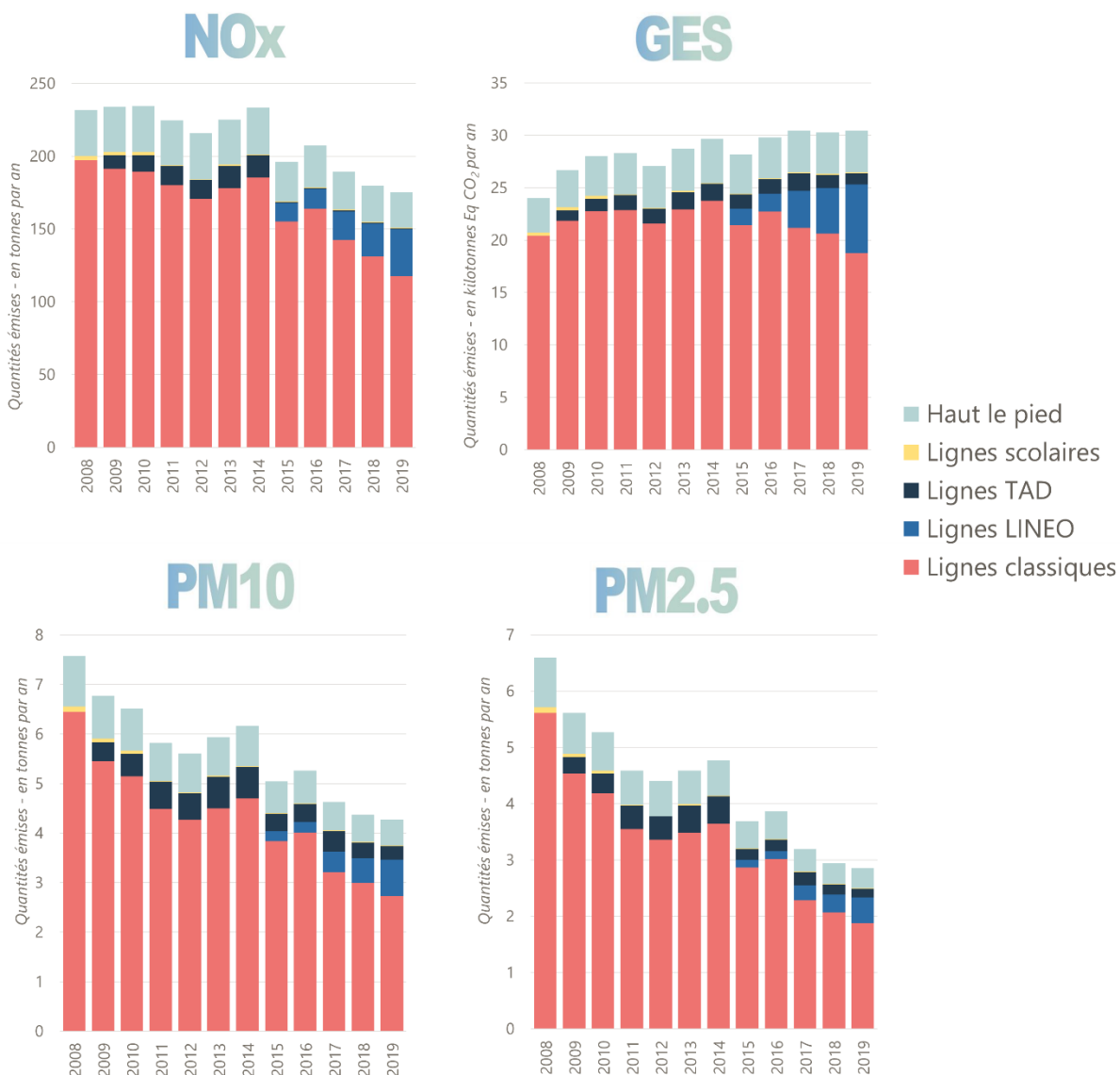
A partir de 2015, TISSEO a mis en œuvre les **lignes Linéo** dont les distances parcourues augmentent fortement chaque année (+289 % entre 2015 et 2019). Cela se traduit par une hausse des émissions de GES (+313 %) dans des proportions similaires. Le renouvellement de la flotte des bus Linéo a permis de limiter l'augmentation des émissions de NOx ainsi que des émissions de particules dues à l'échappement (+154 %). Cependant, les émissions de particules provenant de l'abrasion (freins, pneumatiques et routes) augmentent plus fortement (+259 % pour les PM<sub>10</sub> et +246 % pour les PM<sub>2,5</sub>). Ainsi, pour les Linéo, la modernisation de la flotte de bus (baisse des émissions à l'échappement) ne permet pas de compenser la forte hausse des distances parcourues.

En ce qui concerne les trajets « **haut le pied** », effectués sans passager, la hausse des kilomètres parcourus de 30 % entre 2008 et 2019 s'est traduite par une augmentation des GES de 21 % entre 2008 et 2019 tandis que l'amélioration de la flotte des bus a permis une nette diminution des NOx et des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sur cette même période (respectivement -23 %, -48 %, -59 %).




## Évolution des émissions de polluants atmosphériques par type de bus - Territoire du plan de mobilités toulousain - Années 2008 à 2019

Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV6\_Occ\_2008\_2020



### Évolution des émissions entre 2008 et 2019 (entre 2015 et 2019) - territoire du plan de mobilité toulousain



	NOx	PM10	PM2.5	GES
<b>TAD</b>	-94 % / (-22 %)	-29 % / (-23 %)	-47 % / (-23 %)	+9 % / (-22 %)
<b>Linéo</b>	- / (+154 %)	- / (+259 %)	- / (+246 %)	- / (+313 %)
<b>Classiques</b>	-40 % / (-24 %)	-58 % / (-29 %)	-67 % / (-35 %)	-8 % / (-12 %)
<b>Scolaires</b>	-77 % / (+27 %)	-87 % / (+9 %)	-90 % / (-1 %)	-67 % / (+45 %)
<b>Haut le pied</b>	-23 % / -11 %	-48 % / (-18 %)	-59 % / (-25 %)	21 % / 7 %

### 3.1.3. Par kilomètre parcouru/voyageur

Entre 2008 et 2019, 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, de particules et de GES de la flotte de bus sont plus fortes que celles des véhicules particuliers.

Les émissions de GES restent stables malgré le renouvellement du parc automobile.



**Évolution des émissions par kilomètre des bus et des véhicules particuliers entre 2008 et 2019 - territoire du plan de mobilité toulousain -**

	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	GES
	-49 %	-62 %	-71 %	-15 %
	-27 %	-34 %	-43 %	-1 %

#### 3.1.3.1. 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 66 % en moyenne sur la période 2008 – 2019 alors que le nombre de passagers dans un véhicule particulier est resté stable<sup>8</sup>. 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 2019-territoire du plan de mobilité toulousain -**

	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	GES
	-54 %	-66 %	-74 %	-23 %
	-27 %	-34 %	-43 %	-1 %

#### 3.1.3.2. 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 2019 sont présentées.

La fréquentation des différents types de ligne n'a pas évolué de façon homogène sur la période 2015 à 2019.

Bien que la fréquentation des bus classiques n'a que peu diminué (-3 %), l'amélioration de la flotte permet une baisse plus conséquentes des émissions par kilomètre/voyageur de NOx et de particules. En

<sup>8</sup> 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




revanche, les émissions de GES ne diminuent que très légèrement (-4 %) car le renouvellement de la flotte n'a pas d'impact sur elles. Cette baisse correspond à la baisse de kilomètres parcourus par ces lignes entre 2019 et 2015.

Les midibus qui composent le parc des lignes TAD ont été renouvelés en 2015. Malgré une diminution de la fréquentation des TAD entre 2015 et 2019 (-16 %) la baisse des kilomètres parcourus a permis de limiter l'augmentation des émissions par kilomètre/voyageur.

L'augmentation du nombre de voyageurs empruntant les lignes Linéo (+266 %) a permis une nette diminution des émissions par kilomètre/voyageur des NOx, une baisse modérée des émissions de particules et a limité l'augmentation des émissions de GES.

#### Évolution des émissions par kilomètre/passager entre 2015 et 2019 territoire du plan de mobilité toulousain

	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	GES	Nombre de voyageurs	Kilomètres parcourus
<b>TAD</b>	-2 %	-5 %	-4 %	-3 %	-16 %	-22 %
<b>Linéo</b>	-31 %	-2 %	-5 %	13 %	+266 %	+289 %
<b>Classiques</b>	-18 %	-22 %	-29 %	-4 %	-3 %	-10 %

## 3.2. Les émissions du réseau de bus – année 2020

### 3.2.1. 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)<sup>9</sup> et de gaz à effet de serre (GES). En 2020, il représente 70 % des émissions de NOx et 50 % des émissions GES. Il est également le second contributeur aux émissions de particules PM<sub>10</sub> (23 %) et PM<sub>2,5</sub> (21 %), après le secteur résidentiel. Ces émissions sont essentiellement dues au déplacement des personnes en voitures particulières.

**En 2020, la contribution du réseau de bus de Tisséo à l'ensemble des émissions du territoire du Plan de Mobilité reste, quant à elle, très limitée.**

**Le réseau de bus Tisséo contribue à 2,2 % des émissions de NOx, 0,8 % des émissions de GES, 0,3 % des émissions de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> des émissions totales de l'agglomération. Cette contribution est du même ordre de grandeur que celle observée pour 2019.**

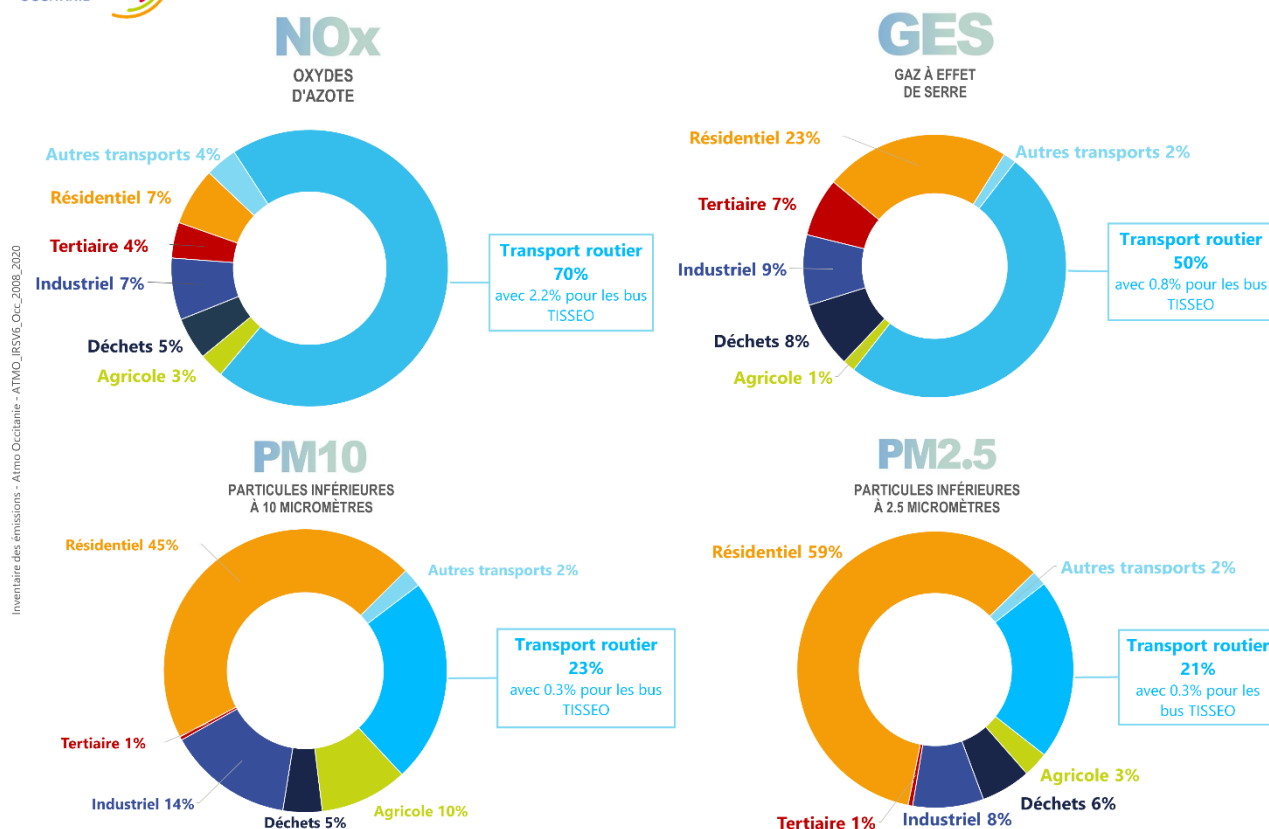
Les NOx et GES issus du transport routier sont uniquement émis à l'échappement par la combustion des carburants. Les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sont, quant à elles, émises par deux sources : la combustion des carburants mais également l'usure des pièces mécaniques des véhicules et de la chaussée<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Les polluants étudiés dans ce rapport sont décrits en *annexe 2*

<sup>10</sup> 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 2020



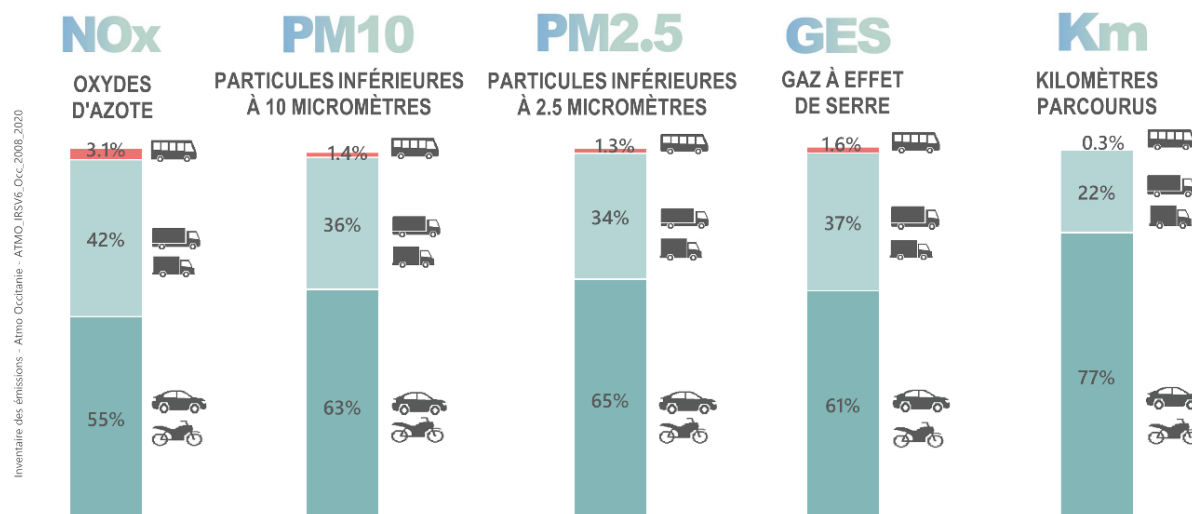
### 3.2.2. Comparaison de la contribution des différents types de transport routier

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 :

- 55 % des émissions d'oxydes d'azote dues au trafic routier,
- 61 % des émissions de GES dues au trafic routier,
- 63 % des émissions de particules PM<sub>10</sub> dues au trafic routier
- 65 % des émissions de particules PM<sub>2,5</sub> dues au trafic routier.



## Répartition des émissions de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>, NOx, GES et des kilomètres parcourus et par type de véhicules - territoire du plan de mobilités toulousain - Année 2020



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 plus importante, puisqu'ils contribuent pour 3,1 % aux émissions de NOx, 1,6 % aux émissions de GES et plus d'1 % 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 2020, l'usure des équipements (freins, pneus et route) contribue à 74 % des émissions de particules PM<sub>10</sub> et à 62 % des émissions de PM<sub>2.5</sub> des bus<sup>11</sup>.

### 3.2.3. 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. Nous présentons également la part du « Haut le pied » correspondant aux déplacements non commerciaux des bus.

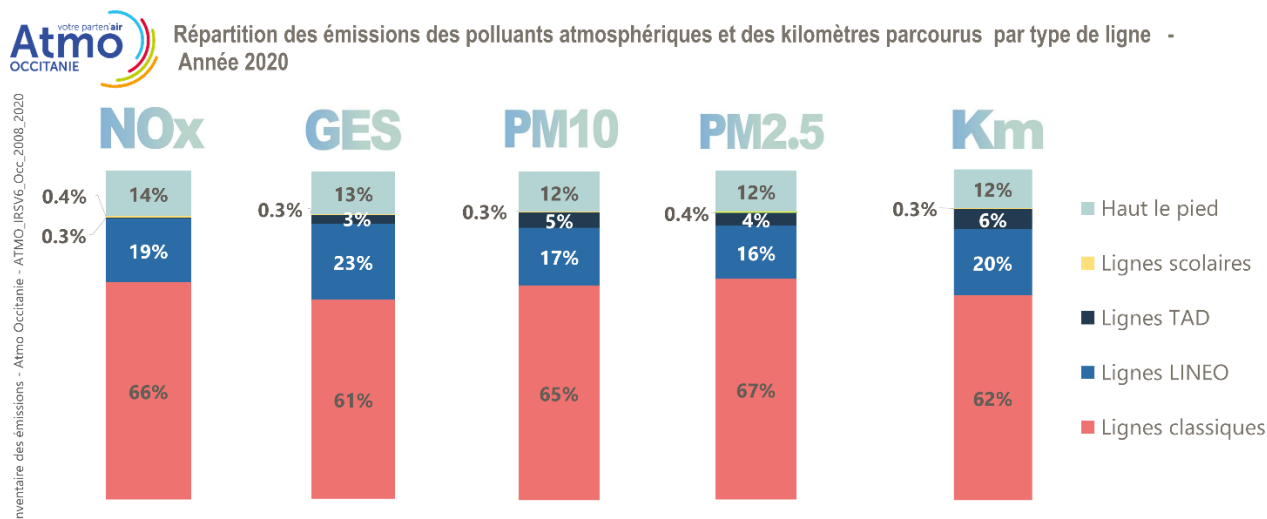
Globalement, les lignes de bus qui parcourent le plus de kilomètres, les lignes « classiques », sont celles qui représentent la part la plus élevée des émissions. Elles représentent ainsi 62 % des kilomètres parcourus et émettent 61 % des GES et entre 65 % et 67 % des polluants atmosphériques.

Les secondes lignes de bus les plus émettrices sont les lignes LINEO avec 20 % des distances parcourues. Elles contribuent à 23 % des émissions de GES et entre 16 % et 19 % des émissions des polluants atmosphériques.

<sup>11</sup> En 2019, les émissions des bus dues à l'usure représentaient 75 % des émissions totales de PM<sub>10</sub> et 38 % des émissions de PM<sub>2.5</sub>.

Les lignes de TAD représentent, quant à elles, 6 % des kilomètres parcourus, et les lignes scolaires moins de 0,5 %. 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 14 % des émissions polluantes.



### 3.2.4. Émissions par kilomètre parcouru et par voyageur

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

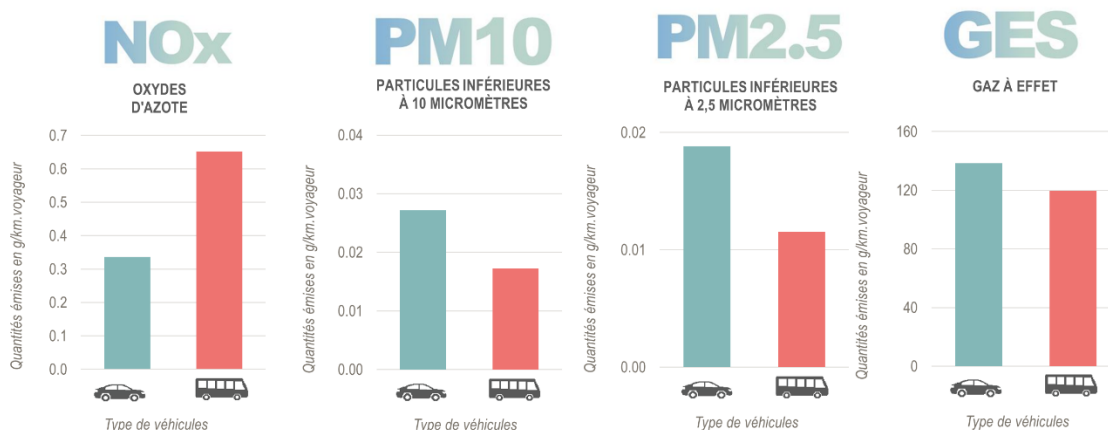
Pour un kilomètre parcouru, un bus est fortement plus émetteur de polluants qu'un véhicule particulier. Ainsi, pour un kilomètre parcouru, les bus du réseau Tisséo émettent en moyenne 13 fois plus de NOx, 4 fois plus de particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et 6 fois plus de GES qu'un véhicule particulier circulant sur le territoire du plan de mobilité.

**Cependant, les bus accueillent un grand nombre d'usagers. Ainsi, ramenées au kilomètre parcouru et au passager transporté, 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 1,34 personnes<sup>12</sup> sur le territoire.** En 2020, les émissions moyennes par kilomètre/voyageur de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> du parc de bus sont ainsi respectivement 37 % et 39 % plus faibles que celles des véhicules particuliers. De même, les émissions de GES sont 14 % inférieures. En revanche, les émissions de NOx sont 94 % plus élevées pour les bus.

<sup>12</sup> Source : Les déplacements dans la Grande Agglomération Toulousaine – Principaux résultats de l'Enquête Ménages Déplacements et de l'Enquête Cordon Routière – 2013 – TISSEO

## Émissions par kilomètre.voyageur - territoire du plan de mobilités toulousain - Année 2020

Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV6\_Occ\_2008\_2020



### 3.2.4.2. 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.

#### **Rapporté à un kilomètre parcouru**

Sur les **lignes de bus classiques**, les bus en circulation sont de motorisations Diesel, Gaz naturel pour Véhicules (GNV) de norme Euro<sup>13</sup> 3 à Euro 6 ou électrique. Le parc de bus est ainsi composé :

- A 9 % de bus « midi » (2/3 de bus Diesel Euro 6 et 1/3 de bus électriques) ;
- A 84 % de bus « standards » (1/3 sont des bus Diesel Euro 3 à 5 SCR AdBlue<sup>14</sup>, 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 14 fois plus de NOx, 4 fois plus de particules et 6 fois plus de GES qu'un véhicule particulier.**

En 2020, les lignes classiques ont transporté 59 % des usagers du réseau de bus.

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> Cette technologie permet de convertir les NOx en eau et azote grâce à une réduction catalytique sélective.



Faute d'informations plus précises, la flotte de **lignes de bus scolaires** est assimilée aux bus standards. **Pour un kilomètre parcouru avec un bus scolaire, et en comparaison d'un véhicule particulier, un bus émet 16 fois plus de NOx mais 5 fois plus de particules et 6 fois plus de GES.**

Dans le cadre du déploiement des **lignes Linéo** depuis 2015, Tisséo a fait l'acquisition de nouveaux bus. En 2020, la flotte est composée de bus articulés de trois types de motorisation (45 % diesel Euro 5 EGR addblue, 13 % de Diesel hybride (ajouté en 2017 et 42 % de GNV Euro 6). La majorité des bus qui composent ces lignes sont articulés (92 %) mais une faible part reste des bus standards (8 %).

Par rapport à 2019, le parc des Linéo comptent un bus articulé Diesel Euro 5 de moins mais voit sa flotte en GNV Euro 6 s'agrandir avec 16 bus standard et 17 bus articulés en plus.

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 12 fois plus de NOx, environ 4 fois plus de particules PM<sub>10</sub> et 3 fois plus de particules PM<sub>2.5</sub> qu'un véhicule particulier et 7 fois plus de GES qu'un véhicule particulier.** Ce ratio est en très légère augmentation mais reste équivalent avec ceux de l'année 2019.

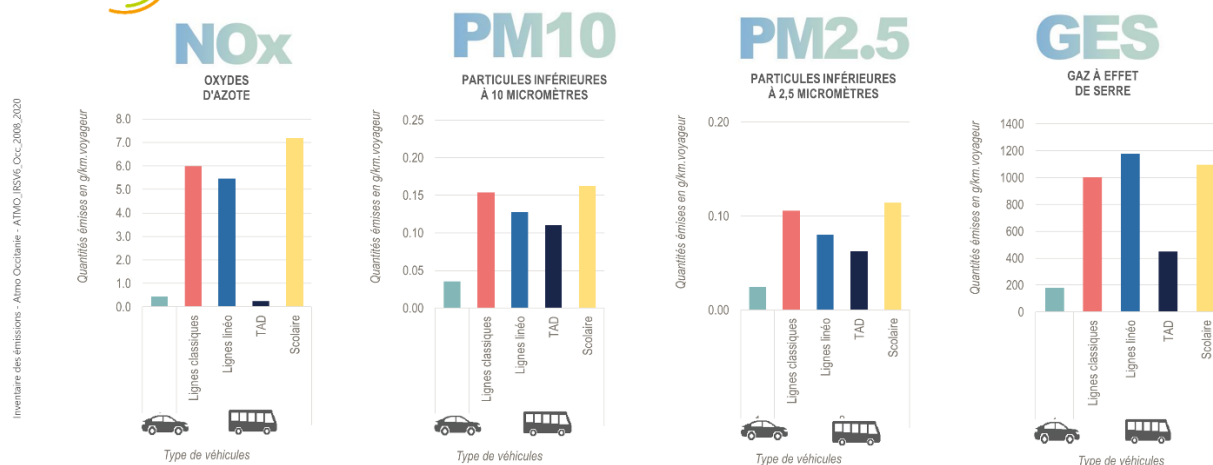
En 2020, les bus linéo ont transporté 41 % des usagers.

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 0,5 fois moins de NOx mais 3 fois plus de particules et 2 fois plus de GES.**

En 2020, les bus TAD ont transporté 1 % des usagers.



### Émissions rapportées à un kilomètre parcouru - territoire du plan de mobilités toulousain- Année 2020



## 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 (équivalente pour les NOx ainsi que 3,2 et 3,5 fois plus faibles pour les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>) et 1,7 pour les GES).

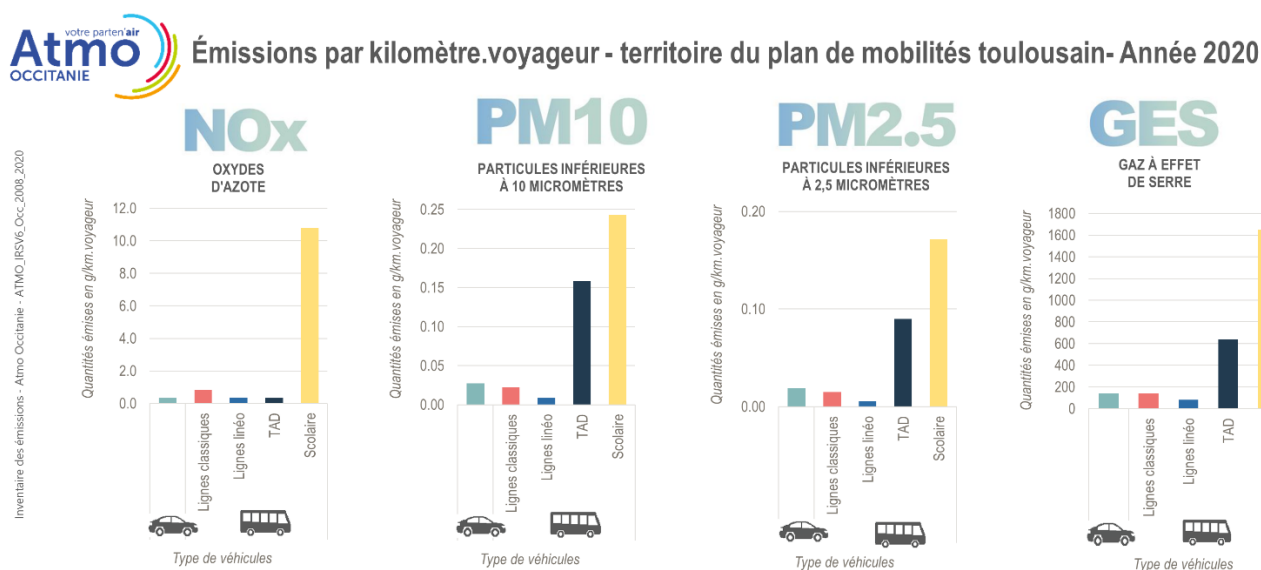
De même, grâce à leur fréquentation, les **lignes classiques** sont en moyenne moins émettrices que les véhicules particuliers, de 1,2 fois plus faibles pour les particules et équivalentes pour les émissions de GES.

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). Les lignes classiques émettent en moyenne 2,5 fois plus de NOx que les véhicules particuliers.

Les bus scolaires, de par la chute de leur fréquentation en 2020 avec la fermeture des écoles lors de la crise sanitaire, voient leurs émissions par kilomètre/voyageur de polluants atmosphériques et GES dépasser largement celles des véhicules particuliers.

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

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



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.**

## 3.2.5. Impact de la crise sanitaire




### 3.2.5.1. Sur les émissions du réseau routier

L'année 2020 a été marquée par des restrictions de circulation dues à la crise sanitaire, entraînant une diminution des distances parcourues sur l'ensemble du réseau routier. En ce qui concerne le réseau de bus, TISSEO a modifié son fonctionnement pendant la période de confinement (mars à mai 2020) en faisant circuler la majorité de ses lignes de bus en horaires de vacances scolaires et en suspendant plusieurs lignes de bus telles que les lignes scolaires. Ces modifications ont entraîné une baisse de 8 % des distances parcourues par les bus sur l'année 2020 en comparaison de 2019 tandis que, sur le même temps, les distances parcourues des véhicules particuliers et deux-roues diminuaient de 20 % et celles des véhicules utilitaires légers et les camions de 16 %.

Cette diminution des distances effectuées a conduit à la diminution des émissions des différents polluants atmosphériques étudiés.

Les restrictions de déplacement liées à la crise sanitaire ont eu un impact plus élevé sur les distances parcourues et donc sur les émissions de polluants des véhicules particuliers et commerciaux.

#### Évolution des émissions des bus du réseau Tisséo et des différents autres types de transports routiers entre 2019 et 2020 - territoire du plan de mobilité toulousain

	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	GES
	-25 %	-24 %	-25 %	-25 %
	-25 %	-19 %	-22 %	-16 %
 (réseau TISSEO)	-14 %	-9 %	-8 %	-10 %

Sur le réseau de bus Tisséo, la diminution des émissions est disparate selon la ligne de bus concernée en lien avec les aménagements menés par TISSEO pour adapter son fonctionnement lors de la crise sanitaire. En effet, le réseau TAD est celui sur lequel on observe les plus fortes baisses d'émission alors que les lignes Linéo sont celles pour lesquelles ce recul est le moins marqué.

#### Évolution des émissions des différentes lignes de bus du réseau Tisséo entre 2019 et 2020 - territoire du plan de mobilité toulousain


	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	GES
<b>Linéo</b>	-9 %	-7 %	-7 %	-4 %
<b>Classique</b>	-16 %	-7 %	-6 %	-11 %
<b>TAD</b>	-29 %	-33 %	-33 %	-31 %
<b>Scolaire</b>	-20 %	-10 %	-11 %	-16 %

### 3.2.5.2. Sur les émissions par kilomètre parcouru et par voyageur

La diminution de fréquentation liée à la crise sanitaire a entraîné un bond des émissions par kilomètre/voyageur sur le réseau Tisséo et tout particulièrement sur les lignes scolaires, TAD et classiques qui ont été les moins fréquentées du réseau tandis que les émissions par kilomètre/voyageur des véhicules particuliers sont restées relativement stables.

En effet, en 2020, le nombre de voyageurs annuel a diminué en moyenne de 33 % sur le réseau de bus Tisséo par rapport à 2019, tandis que les distances parcourues ont baissé de 8 %.

**Évolution des émissions par kilomètre / voyageur des bus des différentes lignes entre 2019 et 2020 - territoire du plan de mobilité toulousain <sup>-15</sup>**

	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	GES	Km parcourus	Nombre de voyageurs
	+27 %	+35 %	+36 %	+33 %	-8 %	-33 %
<b>Linéo</b>	-13 %	25 %	20 %	48 %	-5 %	-27 %
<b>TAD</b>	69 %	32 %	24 %	52 %	-32 %	-62 %
<b>Classique</b>	30 %	45 %	45 %	37 %	-6 %	-37 %
<b>Scolaire</b>	+1255 %	+1425 %	+1407 %	+1310 %	-6 %	-94 %

**Malgré une diminution des émissions liée à la baisse des kilomètres parcourus, la chute importante de la fréquentation du réseau Tisséo a entraîné une augmentation des émissions par kilomètre/voyageur pour les bus qui ne s'observe pas pour les véhicules particuliers.**

<sup>15</sup> Les données de distances et de fréquentations sont fournies par TISSEO entre 2008 et 2020. Le calcul des émissions s'effectue sur la base de ces informations.

## 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

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 2022 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 2008 à 2020. Cet inventaire des émissions s'est étoffé de nouvelles informations telles que les émissions des lignes de bus scolaires et celles des trajets sans voyageur entre le dépôt et le premier arrêt (dits « haut le pied »).

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 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.**

### Evolution entre 2008 et 2019

Entre 2008 et 2019, globalement, **les bus du réseau Tisséo ont parcouru plus de kilomètres (+50 %)** ce qui a engendré **une hausse de leurs émissions de GES (+27 %)**. En revanche, **leurs émissions de NOx et de particules ont diminué (-24 % pour les NOx, -44 % pour les PM<sub>10</sub> et -57 % pour les PM<sub>2.5</sub>) grâce au renouvellement de la flotte** qui a largement compensé la hausse des distances parcourues. Ainsi, les émissions de particules à l'échappement devraient se stabiliser dans les prochaines années tandis que les émissions de particules dues à l'usure devraient évoluer proportionnellement aux kilomètres parcourus.

L'évolution des émissions varie différemment selon lignes de bus :

- Les émissions des lignes classiques et des TAD diminuent grâce à la modernisation de la flotte de bus,
- Entre 2015, première année de fonctionnement des lignes Linéo, et 2019, les distances parcourues ont drastiquement augmenté. L'amélioration de la flotte de bus a permis de limiter l'augmentation des émissions de polluants (diminution pour les NOx et particules) sans toutefois la compenser (augmentation des émissions de GES).

Grâce à la fréquentation en hausse des lignes de bus (+66 % entre 2008 et 2019), leurs émissions par kilomètre/voyageur diminuent globalement plus rapidement que celles des véhicules particuliers.



## Année 2020

**En 2020, la contribution du réseau de bus de Tisséo à l'ensemble des émissions du territoire du plan de mobilité est très limitée** malgré 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 2,2 % des émissions de NOx, 0,8 % des émissions de GES et 0,3 % des émissions de particules 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 62 % des kilomètres parcourus et émettent 61 % des GES et entre 65 % et 67 % des polluants atmosphériques. Les secondes lignes de bus les plus émettrices sont les lignes Linéo avec 20 % des distances parcourues. Elles contribuent à 23 % des émissions de GES et entre 16 % et 19 % des émissions des polluants atmosphériques.

Les lignes de TAD correspondent à 6 % des kilomètres parcourus et les lignes scolaires à moins de 0,5 %. 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 14 % 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 13 fois plus de NOx, 4 fois plus de particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et 6 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** (1,2 fois plus faibles) et de GES (14 % inférieures), mais 2,5 fois plus élevées pour les NOx.

L'année 2020 a été marquée par des restrictions de circulation dues à la crise sanitaire, entraînant une diminution des distances parcourues sur l'ensemble du réseau routier. En ce qui concerne le réseau de bus, TISSEO a maintenu en l'allégeant son offre de transport pendant la période de confinement (mars à mai 2020). En comparaison, les véhicules particuliers et commerciaux ont nettement moins circulé. **Du fait de la baisse variable mais générale des distances parcourues selon les types de véhicules, leurs émissions ont diminué.** Cependant, **la chute de la fréquentation du réseau Tisséo nettement plus forte que celle des distances parcourues a entraîné une augmentation des émissions par kilomètre/voyageurs pour les bus contrairement aux voitures particulières.**

**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.**

## 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 (NO<sub>x</sub>, particules en suspension, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, 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.

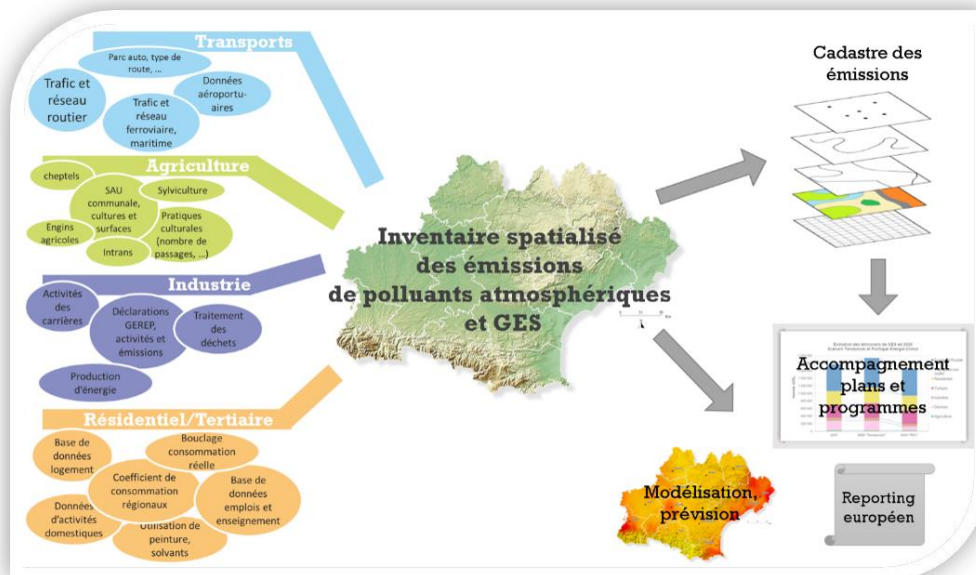
La méthodologie de calcul des émissions consiste en un croisement entre des données primaires (statistiques socioéconomiques, agricoles, industrielles, données de trafic...) et des facteurs d'émissions issus de bibliographies nationales et européennes.

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

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-envol 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, Airparif<sup>16</sup>, 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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.**

---

<sup>16</sup> 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 (NO<sub>2</sub>).

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/m<sup>3</sup>, 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>

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 (PM<sub>10</sub>), à 2,5 microns (PM<sub>2.5</sub>) et à 1 micron (PM<sub>1</sub>).

### Effets sur la santé

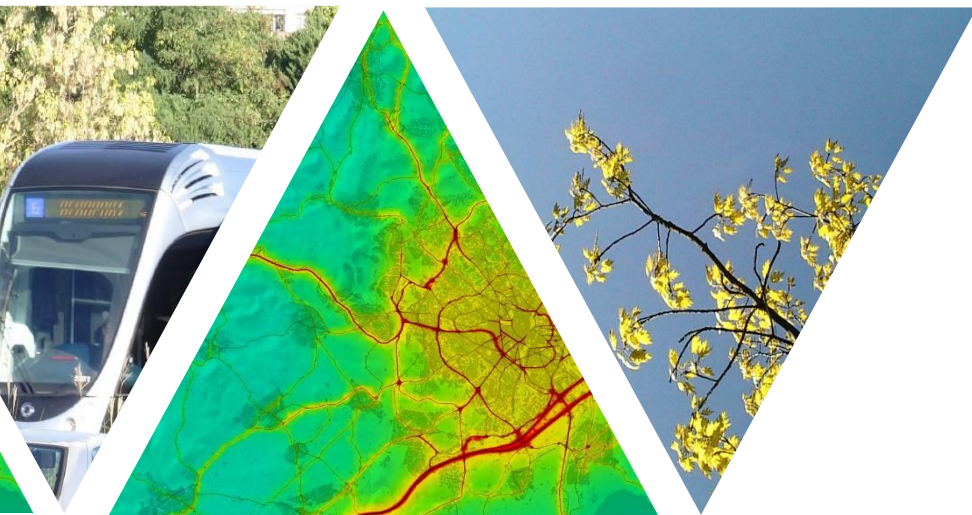
**Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.**

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 PM<sub>10</sub> 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](http://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