



# Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur des Transports en France hexagonale

Juin 2026

*Étude réalisée par le Citepa pour la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC)*

## REDACTION

	Nom	Date	Organisme
Rédaction	Pierre Havez	15/05/2026	Citepa
Rédaction	Sarah Urbano	15/05/2026	Citepa

## VERIFICATION

	Nom	Date	Organisme
Vérification	Etienne Mathias	15/06/2026	Citepa
Vérification	Jean-Marc André	27/05/2026	Citepa

Pour citer ce document :

**Citepa, 2026. Analyse de l'évolution des émissions de GES du secteur des Transports**

© Citepa 2026 | Trame indice O | Référence projet CPO-2590



42 rue de Paradis  
75010 Paris, France

+33 1 44 83 68 83  
infos@citepa.org

[citepa.org](https://citepa.org)

# Sommaire

<b>Avant-propos .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Présentation du secteur des transports.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Identification des macro-facteurs explicatifs des évolutions des émissions de CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>9</b>
2.1 Périmètre de l'étude.....	9
2.2 Les facteurs explicatifs.....	10
2.2.1 Le choix des facteurs explicatifs étudiés.....	10
2.2.2 Description des macro-facteurs .....	11
2.3 Les modes de transport et données associées .....	13
2.3.1 Transport routier .....	13
2.3.2 Transport ferroviaire .....	18
2.3.3 Transport fluvial .....	22
2.3.4 Transport aérien.....	24
2.3.5 Les modes de transports exclus.....	27
2.4 La décomposition additive et multiplicative des facteurs explicatifs .....	27
<b>3. Résultats.....</b>	<b>31</b>
3.1 L'impact des différents macro-facteurs dans l'évolution annuelle des émissions de CO <sub>2</sub> .....	31
<b>4. Limites et pistes d'amélioration.....</b>	<b>44</b>
<b>5. Accronymes et abréviations .....</b>	<b>45</b>

# Avant-propos

Ce travail a été réalisé par le Citepa avec le soutien financier de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC). Il a pour objectif de mieux comprendre les facteurs expliquant l'évolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur des Transports.

Ce rapport présente la méthodologie retenue, les données mobilisées et les principaux résultats de l'analyse conduite en 2025, puis mise à jour en 2026.

Les résultats de la décomposition seront mis à jour annuellement, en cohérence avec la publication du prochain inventaire consolidé et dans le cadre de la publication Secten. Cette actualisation permettra d'intégrer les dernières données disponibles, ainsi que les éventuelles révisions méthodologiques ou statistiques apportées à l'inventaire national.

Un suivi régulier est donc prévu à un rythme annuel, afin de maintenir la cohérence entre les résultats de la décomposition, les données d'inventaire les plus récentes et les analyses publiées dans le rapport Secten. Par ailleurs, les baromètres du Citepa, publiés à un rythme trimestriel, pourront bénéficier de mises à jour de la décomposition à une échelle infra-annuelle, lorsque les données disponibles le permettent. Ces actualisations permettront de mieux documenter et expliquer les évolutions récentes des émissions au cours de l'année.

## Introduction

Le Citepa établit chaque année les inventaires des émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) et polluants atmosphériques de la France. De plus, pour répondre au besoin de réactivité lié aux enjeux d'urgence climatique et de qualité de l'air, le Citepa publie depuis 2020 son baromètre qui rapporte des estimations mensuelles des émissions de GES et de polluants atmosphériques pour l'année en cours. Le Citepa propose aussi, depuis juin 2025, une prévision des émissions de GES pour la fin de l'année en cours.

Malgré sa grande utilité en tant qu'outil d'aide à la décision publique, le baromètre affiche une limite. En effet, la méthodologie propose une estimation de l'évolution en cours d'année des émissions mais ne fournit pas d'éléments permettant de comprendre les liens avec les politiques et mesures ni de suivre l'avancée vers l'atteinte des objectifs fixés dans la Stratégie Nationale Bas-Carbone. Au regard de l'émergence croissante de commentaires relatifs aux évolutions des émissions, il devient important de développer des connaissances fiables autour des causes sous-jacentes de l'évolution des émissions au-delà de la simple observation des tendances de consommation ou production.

La présente étude s'organise autour d'un bloc central visant à décomposer les évolutions annuelles des émissions de GES selon un ensemble de facteurs explicatifs clés : la demande, le report modal, le taux de remplissage, l'efficacité énergétique, l'électrification des usages et l'intensité carbone. Cette approche permet de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des variations observées

et, ce faisant, d'identifier plus précisément les leviers d'action susceptibles de réduire l'empreinte climatique du secteur.

La suite de l'étude présentera les méthodes proposées pour assurer le suivi de ces facteurs explicatifs au fil des publications successives du Citepa liées à l'inventaire national des émissions dans l'air, avant d'aborder l'analyse des dynamiques infra-annuelles. L'ambition est de développer une méthodologie robuste permettant de mesurer, de manière cohérente, les effets démographiques, ceux liés aux usages de mobilités et pratiques de consommation et enfin ceux technologiques, ce qui pourrait permettre d'évaluer l'impact des politiques publiques et les transformations sociétales sur l'évolutions de ces différents facteurs.

# 1. Présentation du secteur des transports

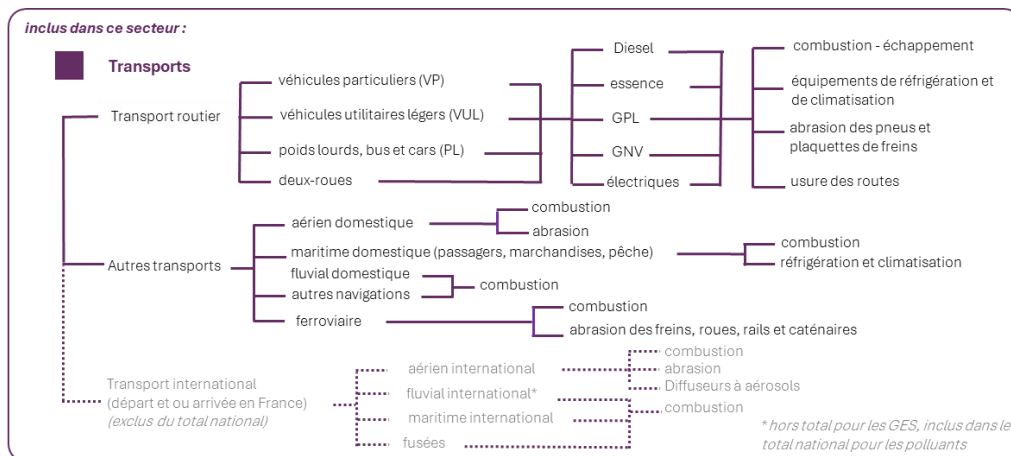
Le secteur des transports au format Secten intègre, d'une part, les sources routières des différentes catégories de véhicules et, d'autre part, les sources non routières. Ces dernières incluent les transports aérien, ferroviaire, maritime (dont pêche), fluvial de marchandises et autres modes de navigation (bateaux de plaisance et autres petits bateaux).

Chacun de ces sous-secteurs du transport peut lui-même être partagé en :

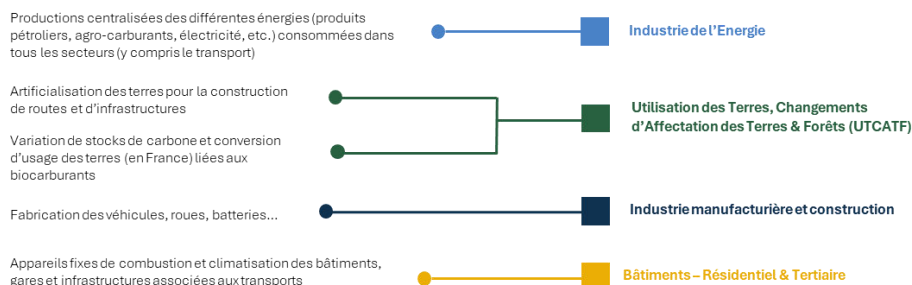
- trafic domestique : défini par les liaisons entre deux points situés dans le pays considéré, en l'occurrence la France ;
- trafic international : défini par liaisons entre deux points, l'un en France l'autre à l'étranger.

Dans le total national pour les GES, total pris en compte pour les différents objectifs nationaux (SNBC notamment), sont ainsi exclus les rejets :

- du trafic maritime international,
- du trafic aérien international (cycle décollage-atterrissage et croisière),
- du trafic fluvial de marchandises international.



## comptabilisé dans d'autres secteurs :



## Les transports au format Secten - Citepa

## *Evolution récente du secteur des transports*

Le secteur des transports constitue aujourd'hui la première source d'émissions de GES à l'échelle nationale. En 2024, il représente 34 % des émissions totales de GES du total national hors UTCAF, principalement du fait du transport routier, qui concentre entre 92 % et 94 % des émissions du secteur selon les années.

La trajectoire des émissions des transports se distingue de celle d'autres secteurs, comme les bâtiments ou l'industrie, dont la baisse est plus nettement engagée depuis 2010. Depuis 1990, les émissions du transport ont d'abord fortement augmenté, en lien avec la croissance du trafic, jusqu'au début des années 2000. Une première inflexion apparaît ensuite entre 2002 et 2007, avec une diminution progressive des émissions, sous l'effet combiné du recours accru aux agrocarburants, comptabilisés hors total national selon les règles internationales, et du renouvellement du parc automobile vers des véhicules moins énergivores.

La crise économique et financière de 2008 marque une rupture plus nette, avec une baisse importante des émissions par rapport à 2007, dans un contexte de ralentissement de l'activité, de hausse des prix des carburants et de mise en place de dispositifs tels que la prime à la casse et le bonus-malus. De 2008 à 2019, les émissions restent ensuite globalement stables, avec une baisse moyenne très limitée, traduisant l'absence d'une dynamique structurelle forte de réduction sur cette période.

L'année 2020 constitue un choc exceptionnel, lié à la pandémie de Covid-19 et aux restrictions de déplacement. Les émissions du secteur diminuent alors d'environ 16 %, soit près de 21 Mt CO<sub>2</sub>e sur le périmètre France hexagonale et Outre-mer, avec des baisses particulièrement marquées pour le transport routier et le transport aérien domestique. Après un rebond en 2021 et 2022, sous l'effet de la reprise du trafic, les émissions repartent à la baisse à partir de 2023. En 2024, elles atteignent 125,4 Mt CO<sub>2</sub>e, soit un niveau très proche de celui de 1990 hors contexte exceptionnel de la crise sanitaire, correspondant à une baisse de 1,2 % par rapport à 2023 et de 0,1 % par rapport à 1990.

L'évolution récente des émissions du transport routier est notamment influencée par les transformations du parc de véhicules particuliers, en particulier l'inversion progressive des ventes entre véhicules Diesel et essence depuis le début des années 2010, accentuée après le Dieselgate. Cette substitution a pu limiter les gains attendus en matière d'émissions, les véhicules essence présentant généralement une consommation plus élevée à segment comparable. Toutefois, depuis 2017, les émissions de CO<sub>2</sub>e du transport tendent à diminuer légèrement, sous l'effet combiné d'une baisse des ventes de carburants, du trafic en véhicules-kilomètres et de la consommation unitaire moyenne du parc.

Les autres modes de transport contribuent également aux évolutions observées, même si leur poids dans le total sectoriel reste nettement plus faible. Le ferroviaire, le maritime et le fluvial enregistrent des baisses importantes depuis 1990, tandis que les émissions liées à certaines activités de navigation et au transport aérien domestique ont progressé sur longue période.

Malgré les baisses récentes, le rythme de réduction des émissions du secteur reste inférieur aux trajectoires attendues par les objectifs nationaux et européens. Sur la période 2010-2019, les émissions des transports ont diminué très lentement, alors que la SNBC prévoit des réductions moyennes nettement plus soutenues sur les périodes à venir. Cette exigence est renforcée par le cadre européen, notamment le paquet « Fit for 55 », qui vise une réduction des émissions de l'Union européenne de 55 % en 2030 par rapport à 1990, ainsi que l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050.

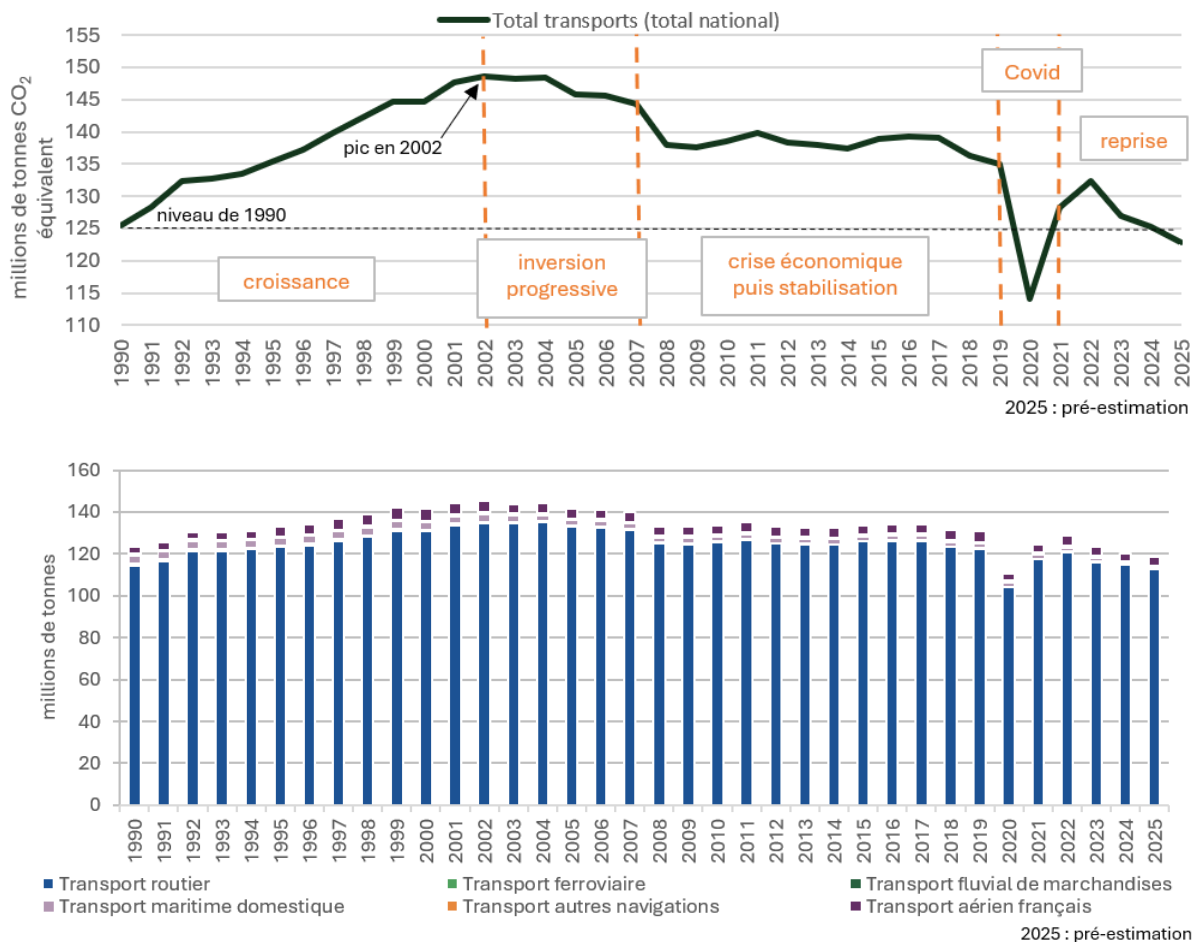


Figure 1 - Evolution des émissions dans l'air de CO<sub>2</sub> du secteur des transports depuis 1990 en France hexagonale et Outre-mer UE

De nombreux facteurs peuvent avoir un effet sur cette évolution. En effet, les émissions de GES du transport sont une conséquence de la demande, elle-même liée majoritairement à la démographie et aux changements de comportements (e.g. une évolution de la demande individuelle en lien avec le développement du télétravail), des politiques publiques (e.g. report modal et prime à la conversion des véhicules), du progrès technologique et de l'évolution du prix des carburants. Ceci a un effet combiné et associé avec le renouvellement du parc (plus ou moins important selon le mode de transport) et l'introduction des agro-carburants.

Au regard du poids du secteur et de sa dynamique, il devient nécessaire de pouvoir dissocier les différents effets, tant à la hausse qu'à la baisse, de ces grands facteurs sous-jacents.

# 2. Identification des macro-facteurs explicatifs des évolutions des émissions de CO<sub>2</sub>

## 2.1 Périmètre de l'étude

La période analysée s'étend de 2015 à 2025. Ce choix permet à la fois de retracer les tendances sur l'ensemble des deux derniers budgets carbone (2015-2018 et 2019-2023) déjà consommés et de replacer la faible baisse des émissions dans une perspective de plus long terme, en identifiant les éventuels effets des politiques environnementales et progrès technologiques mis en œuvre dans le secteur des transports. L'année 2025 est également intégrée à l'analyse sur la base des données du proxy Secten, bien que celles-ci ne soient pas encore définitives, afin de disposer d'une vision aussi récente que possible dans l'attente du prochain inventaire consolidé.

Le périmètre géographique se limite à la France hexagonale<sup>1</sup>, afin de disposer d'une série de données explicatives assez longue pour permettre de développer un modèle robuste. Pour le secteur des transports, la part des GES émises en France hexagonale en 2025 représente environ 96 % de l'ensemble des GES français.

L'analyse porte exclusivement sur les émissions de CO<sub>2</sub>, sans compter celles des agro-carburants, qui sont biogéniques en quasi-totalité. Les autres GES du secteur des transports ne sont pas pris en compte, alors qu'ils représentaient près de 2 % des émissions du secteur en 2025 selon le rapport Secten 2026. Ces émissions sont principalement liées aux hydrofluorocarbures (HFC, 0,8 %), au protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O, 1 %) et au méthane (CH<sub>4</sub>, 0,1 %), majoritairement issus du transport routier dans chaque cas. De même, les autres effets climatiques associés aux émissions du transport aérien (i.e. traînées de condensation) ne sont pas intégrés dans le périmètre de cette étude.

Seules les émissions directes sont considérées, également désignées comme émissions de scope 1 ou « du réservoir à la roue » (TTW - *tank-to-wheel*). Il s'agit des émissions émises à la sortie du pot d'échappement, ce qui exclut celles liées à la production et à l'acheminement de

---

<sup>1</sup> Corse incluse.

l'énergie utilisée dans les transports. Le choix des émissions directes à l'échelle du secteur du transport implique également qu'aucune émission n'est comptabilisée pour les moyens de transport totalement électrifiés. L'électricité dans les transports ne représente cependant que 2,0 % de ses consommations d'énergie finale en 2024. La prise en compte des émissions associées à la production d'électricité nécessaire aux transports augmenterait les émissions du transport ferroviaire notamment, ce qui ne changerait cependant qu'assez peu les termes des décompositions du fait du mix électrique bas-carbone de la France Hexagonale. Le ferroviaire resterait largement moins émetteur que le routier individuel par km parcouru.

Enfin, les émissions de CO<sub>2</sub> des agro-carburants ne sont pas comptabilisées dans cette étude. Dans les inventaires d'émissions du Citepa auprès de la CCNUCC (Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique), elles sont comptabilisées en « CO<sub>2</sub> biomasse hors bilan » et ne sont pas comptées dans le principal bilan des émissions des transports.

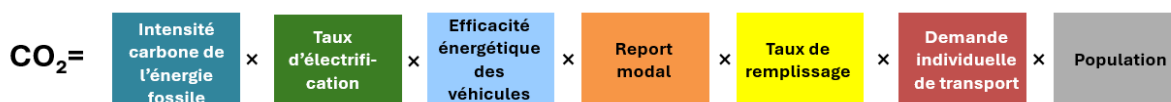
## 2.2 Les facteurs explicatifs

### 2.2.1 Le choix des facteurs explicatifs étudiés

Le Citepa mène une analyse visant à décomposer les principaux effets à l'origine des variations d'émissions de GES dans le secteur des transports.

Dans un premier temps, la décomposition s'appuie notamment sur six grands macro-facteurs identifiés dans le projet de SNBC 3, à savoir :

- La décarbonation des sources d'énergie fossile utilisées,
- Le taux d'électrification des modes de transport,
- Le gain d'efficacité énergétique des véhicules,
- L'amélioration du taux de remplissage des véhicules (passagers ou fret),
- Le report modal vers des modes de transport plus sobres,
- La modération de la demande de transport (réduction des besoins de déplacement), qui est subdivisée en deux :
  - La demande individuelle de transport
  - L'effet démographique



L'étude porte sur l'ensemble de l'historique de données disponibles. Toutefois, un focus particulier sur la période 2019-2023 est fait, correspondant au cadre temporel du 2<sup>ème</sup> budget carbone de la SNBC, et sur la période 2023-2025 pour afficher l'évolution la plus récente. Elle inclue le transport de passagers et de marchandises.

## 2.2.2 Description des macro-facteurs

L'analyse retenue dans cette étude retient donc 6 macro-facteurs :

- L'intensité carbone
- Le taux d'électrification
- L'efficacité énergétique
- Le taux de remplissage
- Le report modal
- La demande individuelle
- La population

L'**intensité carbone des carburants de la filière thermique, incluant les carburants fossiles et les biocarburants** est calculée comme le rapport entre la quantité de CO<sub>2</sub> émise dans l'air par unité d'énergie consommée. Comme indiqué précédemment, les émissions de CO<sub>2</sub> associées à la consommation d'électricité et de biocarburants sont exclues du périmètre considéré. Cet indicateur traduit deux effets qui sont parfois distingués dans la littérature : d'une part, les substitutions entre vecteurs énergétiques, notamment le recours accru aux biocarburants (considéré comme fossile pour la partie énergétique) qui peut réduire l'intensité carbone moyenne ; d'autre part, l'évolution de l'intensité carbone propre à chaque énergie fossile consommée.

Le **taux d'électrification** est appréhendé de manière indirecte, à partir du taux d'énergie non électrique, qui en constitue le complément à 100 %. Ce dernier est calculé comme le rapport entre la consommation d'énergie hors électricité, incluant les énergies fossiles et les biocarburants, et la consommation totale d'énergie, laquelle comprend également l'électricité.

L'**efficacité énergétique** est définie comme une consommation d'énergie finale de pouvoir calorifique inférieur par unité de trafic de véhicules (Mtep/veh.km). Elle englobe à la fois l'évolution de l'efficacité des véhicules thermiques, l'arrivée des véhicules hybrides et électriques, qui ont des consommations unitaires différentes, et la sobriété des pratiques de conduite.

S'agissant des effets associés à la sobriété, plusieurs facteurs interviennent mais restent difficilement quantifiables :

- **La vitesse moyenne des véhicules** : Les modèles utilisés par le Citepa intègrent comme données<sup>2</sup> d'entrée des vitesses moyennes par type de véhicule. Toutefois, l'évolution de ces vitesses ne constitue pas un indicateur suffisant pour caractériser un effet de sobriété. En effet, une vitesse moyenne plus élevée n'implique pas nécessairement des émissions par kilomètre plus importantes : celles-ci dépendent également de la dynamique du trafic, notamment des phases d'accélération et de freinage. Par exemple, une réduction des limitations de vitesse peut contribuer à fluidifier le trafic, limiter les ralentissements et, *in fine*, conduire à une augmentation de la vitesse moyenne.
- **Le poids des véhicules en circulation** : Plus les véhicules sont lourds, plus leur efficacité énergétique est réduite. Toutefois, les données actuellement disponibles ne permettent

---

<sup>2</sup> Source : ONISR (Observatoire national interministériel de la sécurité routière)

pas de caractériser avec suffisamment de précision l'évolution du poids moyen des véhicules en circulation pour en quantifier l'impact sur l'efficacité énergétique.

Le **taux de remplissage** s'exprime en nombre de voyageurs ou en tonnes par véhicule (voy/veh ou t/veh). Dans le cadre de cette étude, et pour répondre aux besoins de la modélisation mathématique, il est formalisé sous la forme de son inverse. Il conserve toutefois son interprétation usuelle : une augmentation du taux de remplissage se traduit par une baisse des émissions, puisqu'à demande donnée un nombre moindre de circulations est nécessaire pour y répondre.

Le **report modal** désigne le transfert d'une part des flux associés à un mode de transport donné vers un autre mode ou une autre catégorie de transport. Par exemple, lorsqu'un voyageur choisit de prendre le train plutôt que la voiture pour parcourir une même distance, on parle de report modal de la voiture vers le train. Ce report peut être mesuré en voyageurs-kilomètres ou en tonnes-kilomètres selon qu'il s'agit de transport de personnes ou de marchandises. Dans le cadre de cette étude, l'analyse consiste à suivre l'évolution des parts modales des différents modes de transport et à attribuer ces variations au report modal. Il convient toutefois de souligner qu'en pratique, il est difficile d'établir avec certitude que ces évolutions traduisent exclusivement un effet de report d'un mode vers un autre, plutôt qu'une variation plus globale de la demande ou des usages de transport.

Ce facteur est largement mobilisé dans la littérature et a historiquement contribué, dans la plupart des analyses, à une hausse des émissions. En effet, les évolutions modales observées au cours des dernières décennies se sont majoritairement faites au profit de modes plus carbonés, en particulier la voiture particulière et le transport routier de marchandises par poids lourds. Il constitue toutefois l'un des leviers centraux de la SNBC, qui vise précisément à inverser cette dynamique, en favorisant un transfert des flux depuis les modes routiers individuels vers les transports collectifs et, plus largement, vers des modes moins émetteurs. La présente étude ne prend pas en compte les modes de transport dits « actifs » comme la marche et vélo faute de données suffisantes (cf. section données). Or, leur développement dans certaines agglomérations pourrait atténuer marginalement l'impact de ce facteur sur l'évolution des émissions de GES s'ils étaient intégrés à l'analyse.

La **demande individuelle moyenne** est la quantité moyenne de transport par habitant français, elle s'exprime en voyageur-kilomètre (ou tonne-kilomètre) par habitant. Ce facteur est l'un des effets composant la demande globale de transport, qui est le produit de l'effet de population et une demande individuelle. Le choix a été fait de séparer ces effets afin de mesurer plus finement l'impact de la demande individuelle, qui est la seule composante sur lequel il existe des leviers d'action. En effet, il a l'avantage de directement représenter les comportements de mobilité ou des flux physiques effectivement transportés.

Enfin, la **population** est un facteur structurant de la demande totale de Transport. Une version alternative de nos travaux présentés dans cette étude consistera à étudier la décomposition des effets en prenant le PIB à la place de la population, afin de mesurer l'impact de l'activité économique. Historiquement, les facteurs population, PIB et demande ont été identifiés comme des moteurs majeurs de la hausse des émissions dans la quasi-totalité des études, le PIB apparaissant le plus souvent comme le déterminant dominant.

## 2.3 Les modes de transport et données associées

### 2.3.1 Transport routier

Voyageurs

Types de véhicule concernés : voitures particulières (VP), véhicules utilitaires légers (VUL), deux-roues (2R), autocars et bus (AB)

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions de passagers-kilomètres	Citepa (à partir du Bilan des transports (SDES))	-VP et Deux-roues et Autocars/Bus/Tram : Calcul interne consistant à appliquer le taux de remplissage des voyageurs observés dans le bilan des transports du SDES aux données de circulation du Citepa -VUL : Utilisation des taux moyens de remplissage fourni par le SDES. Ces derniers sont appliqués aux données de circulation du Citepa ( <i>détails des calculs plus bas</i> )	La demande a été construite en prenant les circulations observées en 2025 multipliées par les taux de remplissage observés en 2024.
<b>Circulation</b>	Millions de véhicules-kilomètres	Citepa (à partir du Bilan des transports (SDES))	-Calcul interne pour ventiler la circulation des véhicules hybrides entre énergie fossile et électricité. -Calcul interne pour ventiler la circulation des VUL entre voyageur et marchandise aboutissant à une répartition proche de 60% pour le transport de voyageur et 40% pour la marchandise ( <i>détails des calculs plus bas</i> ).	La circulation est calculée à partir du modèle COPERT. Les parts respectives des usages voyageurs et marchandises observées pour les VUL en 2024 sont appliquées à l'année 2025.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa	-Répartition de la consommation selon la ventilation voyageur/marchandise de la circulation, en supposant une consommation unitaire différenciée entre les deux	Calcul Secten 2026

			catégories ( <i>détails des calculs plus bas</i> ). -Calcul interne pour ventiler la circulation des véhicules hybrides entre énergie fossile et électricité.	
<b>Emissions</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa	Répartition des émissions selon la ventilation voyageur/marchandise de la consommation.	Calcul Secten 2026

Tableau 1 - Synthèse des données nécessaires pour la branche voyageur du transport routier

Marchandises

Types de véhicule concernés : véhicules utilitaires légers (VUL) et poids-lourds (PL)

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions de tonnes-kilomètres	Citepa (à partir du Bilan des transports (SDES))	- Les VUL étrangers ne sont pas comptabilisés. L'ensemble du transport de marchandise sous pavillon étranger du Bilan des transports du SDES est attribué aux PL. -VUL : Utilisation des taux moyens de remplissage fourni par le SDES. Ces derniers sont appliqués aux données de circulation du Citepa ( <i>détails des calculs plus bas</i> )	La demande a été construite en prenant les circulations en 2025 multipliées par les taux de remplissage observés en 2024.
<b>Circulation</b>	Millions de véhicules-kilomètres	Citepa (à partir du Bilan des transports (SDES))	Calcul interne pour ventiler la circulation des VUL entre voyageur et marchandise aboutissant à une répartition proche de 60% pour le transport de voyageur et 40% pour la marchandise ( <i>détails des calculs plus bas</i> ).	La circulation est calculée à partir du modèle COPERT. Les parts respectives des usages voyageurs et marchandises observées pour les VUL en 2024 sont appliquées à l'année 2025.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa	- VUL : Répartition de la consommation selon la ventilation voyageur/marchandise de la circulation en supposant une consommation unitaire	Calcul Secten 2026

			différenciée entre les deux catégories ( <i>détails des calculs plus bas</i> ). -Calcul interne pour ventiler la circulation des véhicules hybrides entre énergie fossile et électricité.	
<b>Emissions</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa	Répartition des émissions selon la ventilation voyageur/marchandise de la consommation.	Calcul Secten 2026

Tableau 2 - Synthèse des données nécessaires pour la branche marchandise du transport routier

### Détails des calculs appliqués aux VUL

Les données de circulation, de consommation énergétique et donc émissions de CO<sub>2</sub> pour les VUL ne sont pas directement disponibles selon la filière voyageur/marchandise. L'hypothèse d'allocation consiste dans un premier temps à définir la circulation selon la catégorie de transport et à appliquer dans un second temps cette répartition à la consommation, en prenant en compte les écarts de consommation unitaire, puis aux émissions.

La première étape consiste à récupérer les distances parcourues à partir des données RSVERO qui ont la qualité d'être doublement segmentées selon l'activité de la personne propriétaire (particuliers ou professionnel - si un numéro SIREN est associé ou non, à la carte grise) et selon type de véhicules (camionnette, camping-car, autres VASP légers, dérivés VP). Ces données sont disponibles sur la série 2011-2024.

A partir de ces données et des hypothèses du SDES (voir tableau ci-dessous) il est possible de ventiler la part de la circulation allouée au transport de voyageur et marchandise.

	<b>Voyageur</b>	<b>Marchandise</b>
distances veh. Particuliers	100%	0%
distances véh. Professionnel		
Camionnettes	30%	70%
Camping-car	100%	0%
Dérivés VP	70%	30%
Autres VASP légers	50%	50%

Tableau 3 - Synthèse des hypothèses de part de circulation entre Voyageur et Marchandises pour les catégories de VUL

La quantité de circulation affectée à une filière correspond donc à la somme des kilomètres parcourus par les différentes catégories de véhicules, pondérés par la part de leur activité attribuée à cette filière. Les quantités de circulation selon les filières voyageurs et marchandises s'écrivent donc :

$$Q_{voyageur} = \sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{v,c}^u$$

$$Q_{marchandise} = \sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{m,c}^u$$

Où  $K_c^u$  représente les kilomètres parcourus par la catégorie de véhicule  $c$  selon l'usage  $u$ , particulier ou professionnel et  $p_{v,c}^u$  désigne la part des kilomètres de la catégorie  $c$ , pour l'usage  $u$ , affectée au transport de voyageurs (et respectivement  $m$  pour marchandise).

Dans le cas présent, les clés d'affectation retenues conduisent aux expressions suivantes :

$$Q_{voyageurs} = K_{total}^{part} + 0,30 \cdot K_{cam}^{pro} + K_{cc}^{pro} + 0,70 \cdot K_{DVP}^{pro} + 0,50 \cdot K_{VASP}^{pro}$$

$$Q_{marchandise} = 0,70 \cdot K_{cam}^{pro} + 0,30 \cdot K_{DVP}^{pro} + 0,50 \cdot K_{VASP}^{pro}$$

Avec :

- $K_{VP}^{part}$  = kilomètres des véhicules particuliers
- $K_{cam}^{pro}$  = kilomètres des camionnettes professionnelles
- $K_{cc}^{pro}$  = kilomètres des camping-cars professionnels
- $K_{DVP}^{pro}$  = kilomètres des dérivés VP professionnels
- $K_{VASP}^{pro}$  = kilomètres des autres VASP légers professionnels

Appliquer cette répartition aboutit à une estimation d'environ 60% des déplacements sont effectués pour transporter des voyageurs et 40% pour la marchandise. Cette répartition évolue légèrement au cours de la série temporelle.

Une fois la distinction faites entre voyageur et marchandise, une répartition des consommations unitaire différenciées selon chaque type de VUL (Camionnette, Camping-Car, Dérivés VP, autres VASP légers) est appliquée. Les données internes du Citepa venant du logiciel de calcul « COPERT » permettent d'identifier 3 types de VUL selon leur PTAC (Poids Total Autorisé en Charge):

CATEGORIE COPERT	DENOMINATION
VUL < 1,25 t	Petit
VUL 1,25 – 1,7 t	Intermédiaire
VUL 1,7 – 3,5 t	Grand

Tableau 4 – Description des catégories de VUL selon leur PTAC

Afin d'affecter les kilomètres parcourus aux usages « voyageurs » et « marchandises », les catégories de véhicules disponibles dans les données ont été rapprochées des classes de taille utilisées dans la méthodologie. Le tableau ci-dessous présente la correspondance retenue entre les catégories de VUL et les classes « petit », « intermédiaire » et « grand » pour chacun des usages. Lorsque plusieurs tailles sont indiquées pour une même catégorie, la moyenne des consommations unitaires correspondantes a été utilisée afin de construire une consommation unitaire composite. Par exemple, lorsqu'une catégorie est associée aux classes « petit » et « intermédiaire », la consommation unitaire composite correspond à la moyenne des consommations unitaires de ces deux classes. Lorsque la part affectée à une filière est nulle,

comme pour les camping-cars affectés aux marchandises, aucune consommation n'est allouée à cette filière.

CATEGORIE DE VEHICULE	VOYAGEURS	MARCHANDISES
Camionnette	intermédiaire / grand	grand
Camping-car	grand	
Dérivés VP	petit / intermédiaire	intermédiaire
Autres VASP légers	petit / intermédiaire / grand	petit / intermédiaire / grand

Tableau 5 - Synthèse des hypothèses Citepa pour ventiler les consommations unitaires des VUL selon leur PTAC

La répartition des kilomètres entre les filières « voyageurs » et « marchandises » ne suffit pas à elle seule à répartir la consommation énergétique des VUL, car les consommations unitaires diffèrent selon les catégories de véhicules et les classes de taille retenues. La consommation affectée à chaque filière est donc estimée en multipliant les kilomètres ventilés par la clé d'allocation voyageurs/marchandises, puis par la consommation unitaire moyenne ou composite associée à la catégorie de véhicule concernée.

La consommation affectée aux voyageurs s'écrit :

$$E_v = \sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{v,c}^u \cdot \overline{CU}_{v,c}$$

La consommation affectée aux marchandises s'écrit :

$$E_m = \sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{m,c}^u \cdot \overline{CU}_{m,c}$$

La répartition finale de la consommation entre les deux filières est ensuite obtenue ainsi :

$$R_v = \frac{E_v}{E_v + E_m}$$

$$R_m = \frac{E_m}{E_v + E_m}$$

Avec en détails :

$$R_v = \frac{\sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{v,c}^u \cdot \overline{CU}_{v,c}}{\sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{v,c}^u \cdot \overline{CU}_{v,c} + \sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{m,c}^u \cdot \overline{CU}_{m,c}}$$

$$R_m = \frac{\sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{m,c}^u \cdot \overline{CU}_{m,c}}{\sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{v,c}^u \cdot \overline{CU}_{v,c} + \sum_c \sum_u K_c^u \cdot p_{m,c}^u \cdot \overline{CU}_{m,c}}$$

Avec

- $K_c^u$  = kilomètres parcourus par la catégorie de véhicule c selon l'usage u
- $p_{v,c}^u$  = part des kilomètres affectée aux voyageurs

- $p_{m,c}^u$  = part des kilomètres affectée aux marchandises
- $\overline{CU}_{v,c}$  = consommation unitaire moyenne/composite retenue pour les voyageurs
- $\overline{CU}_{m,c}$  = consommation unitaire moyenne/composite retenue pour les marchandises

Ces calculs sont réalisés en ajoutant la distinction par type de carburant (Diesel, essence, etc.) mais ces spécifications ne sont pas ajoutées aux équations pour ne pas encombrer la lecture.

## 2.3.2 Transport ferroviaire

Voyageurs

Types de véhicule concernés :

- Transports ferrés
  - Transports ferroviaires
  - Trains à grande vitesse (TAGV)
  - Trains interurbains (dont TET)
  - Trains sous convention des Conseils Régionaux
  - Réseau d'Île-de-France (trains et RER)
- Métros
  - Métros d'Île-de-France (RATP)
  - Métros hors Île-de-France
- Les tramways ne sont pas comptabilisés

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions de passagers-kilomètres	Bilan des transports (SDES)		Estimation à partir des données de conjoncture du SDES sur l'évolution du nombre de voyageurs (TFV1006_BT, TFV1202_BT, TFV2101_BT) auxquels les voyageurs du réseau de bus de la RATP sont retirés (TFV2101_BT)
<b>Circulation</b>	Millions de véhicules-kilomètres	Bilan des transports (SDES)	Calcul interne pour ventiler la circulation selon l'énergie utilisée.	Les données de circulation sont fournies par SNCF Réseau. La répartition entre transport de voyageurs et de marchandises, ainsi que la ventilation par énergie, sont celles observées en 2024 et reconduites en 2025.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa	Répartition de la consommation d'énergie suivant la répartition de la circulation pour les trains thermiques et électriques	Calcul Secten 2026
<b>Emissions</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa	Répartition des émissions suivant la répartition de la circulation pour les trains thermiques	Calcul Secten 2026

Tableau 6 - Synthèse des données nécessaires pour la branche voyageur du transport ferroviaire

Marchandises

Types de véhicule concernés : trains de marchandises (national, international entrant, international sortant, transit)

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions de tonnes-kilomètres	Bilan des transports (SDES)		Evolution des tonnes-kilomètre calculée à partir de l'évolution des tonnes transportées en 2025 selon les données de conjoncture (TFM0000_BT)
<b>Circulation</b>	Millions de véhicules-kilomètres	Bilan des transports (SDES)		Les données de circulation sont fournies par SNCF Réseau. La répartition entre transport de voyageurs et de marchandises, ainsi que la ventilation par énergie, sont celles observées en 2024 et reconduites en 2025.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa	Répartition de la consommation d'énergie suivant la répartition de la circulation pour les trains thermiques et électriques	Calcul Secten 2026
<b>Emissions</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa	Répartition des émissions suivant la répartition de la circulation pour les trains thermiques	Calcul Secten 2026

Tableau 7 - Synthèse des données nécessaires pour la branche marchandise du transport ferroviaire

Le Citepa distingue les circulations de trains thermiques et électriques, séparément pour le transport de voyageurs et de marchandises. Cette approche permet d'estimer la part de la consommation énergétique imputable à la filière « voyageurs » selon la relation suivante :

% consommation (voyageurs)

$$= \frac{circulation_{voy}^{elec} \times conso_{u_{voy}}^{elec} + circulation_{voy}^{therm} \times conso_{u_{voy}}^{therm}}{circulation_{tot}^{elec} \times conso_{u_{tot}}^{elec} + circulation_{tot}^{therm} \times conso_{u_{tot}}^{therm}}$$

Où :

- *Circulation* désigne les circulations (en train-km),
- *Conso\_u* les consommations unitaires,
- les indices *voy* et *march* renvoient respectivement aux filières voyageurs et marchandises,
- *élec* et *therm* distinguent les trains électriques et thermiques.

Cette formulation suppose que les consommations unitaires des trains électriques et thermiques soient exprimées dans des unités homogènes.

Pour la répartition des émissions, seule la traction thermique est considérée, les émissions directes étant nulles pour la traction électrique. La part des émissions imputable à la filière voyageurs est alors estimée par :

$$\text{Part des émissions de la filière voyageur} = \frac{\text{circulation}_{\text{voy}}^{\text{therm}}}{\text{circulation}_{\text{voy}}^{\text{therm}} + \text{circulation}_{\text{march}}^{\text{therm}}}$$

Ces deux estimations reposent sur les hypothèses suivantes :

- la consommation unitaire des trains électriques est identique entre les filières voyageurs et marchandises ;
- la consommation unitaire des trains thermiques est identique entre les filières « voyageurs » et « marchandises ».

Ces hypothèses permettent d'utiliser les seules données de circulation pour ventiler les consommations et les émissions entre les deux filières.

## 2.3.3 Transport fluvial

Marchandise

Types de transport concernés : bateaux de transport fluvial, y compris fluvio-maritime

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions de tonnes-kilomètres	Bilan des transports (SDES)		Calcul de variation à partir de la demande 2024 en tonne kilomètre et de l'évolution de la demande en tonne dans les données de conjoncture (cf. la série « Transport terrestre total de marchandises pavillon français (ferroviaire + routier + fluvial) »)
<b>Circulation</b>	Millions de véhicules-kilomètres	Bilan des transports (SDES)	Calcul interne Citepa en prenant une approximation du tonnage moyen des bateaux en fonction de la répartition des tonnages moyens théoriques	L'évolution de la circulation en 2025 par rapport à 2024 est équivalente à celle de la demande de transport fluvial.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa		Calcul Secten 2026
<b>Emissions</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa		Calcul Secten 2026

Tableau 8 - Synthèse des données nécessaires pour le transport fluvial de marchandise

La circulation fluviale n'étant pas disponible comme donnée directe, elle doit être reconstruite à partir d'hypothèses et de variables connexes. Nous disposons d'information sur la taille de la flotte de bateaux par Port en Lourd (PEL) moyen, de la quantité totale de marchandises transportées en tonne (SDES).

La demande totale de transport, exprimée en tonnes-kilomètres, est définie comme la somme des tonnages transportés sur chaque flux, multipliés par la distance parcourue :

$$D = \sum_i t_i k_i$$

où :

- $D$  est la demande totale de quantité transportée,
- $t_i$  est le tonnage associé au flux  $i$ ,
- $k_i$  est la distance de circulation associée à ce flux  $i$

Si l'on fait l'hypothèse que tous les bateaux transportent un tonnage identique, ou que l'on utilise un tonnage moyen  $t_m$ , alors on peut écrire :

$$\forall i, \quad t_i = t_m$$

Dans ce cas, la demande totale devient :

$$D = t_m \times \sum_i k_i$$

Cette relation permet ainsi d'estimer la circulation fluviale totale à partir de la demande agrégée et d'un tonnage moyen  $t_m$ , sous l'hypothèse d'homogénéité des flux.

Afin d'obtenir le tonnage moyen par flux et par année, le Citepa calcule la moyenne pondérée des tonnages de la flotte fluviale selon les données disponibles dans le bilan des transports (tableau G4.h).

## 2.3.4 Transport aérien

Voyageurs

Types de véhicule concernés : avions

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions de passagers-kilomètres	DGAC - bulletins statistiques trafic aérien		Calcul de variation à partir de la demande 2024 en tonne-kilomètre et de l'évolution de la demande en tonne dans les données de conjoncture (cf. TAV1500_BM_ARR - Fréquentation de passagers vols intérieurs - France hexagonale).
<b>Circulation</b>	Millions de véhicules-kilomètres	DGAC - bulletins statistiques trafic aérien	Calcul interne à partir du nombre de dessertes annuelles et des distances orthodromiques entre aéroports. La part résiduelle des dessertes pour lesquelles nous ne connaissons pas les points de départ et arrivée (dénommée « Autres » se voient attribuer la distance moyenne entre deux aéroports en France.	En gardant constante par rapport à 2024 la distance moyenne effectuée par les avions, il est possible d'approximer une donnée de circulation à partir des données de vols en 2025 fournies par la DGAC.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa	Répartition de la consommation d'énergie suivant la répartition des unités de trafic (UDT) entre le transport de voyageur et le fret, pondéré par les km parcourus	Calcul Secten 2026
<b>Emissions</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa	Répartition de la consommation d'énergie suivant la répartition des unités de trafic (UDT) entre le transport de voyageur et le fret, pondéré par les km parcourus	Calcul Secten 2026

Tableau 9 - Synthèse des données nécessaires pour la branche voyageur du transport aérien

Marchandises

Types de véhicule concernés : avions

Sources et retraitements :

Variable	Unité	Source	Retraitement	Hypothèse Proxy 2025
<b>Demande</b>	Millions tonnes-kilomètres	Bilan des transports (SDES)		Le ratio entre la quantité de marchandise et le nombre de voyageurs transportés par voie aérienne a été gardée constant entre 2024 et 2025, ce qui a permis d'extrapoler la demande en fret pour 2025
<b>Circulation</b>	Millions véhicules-kilomètres	Bilan des transports (SDES)	Calcul interne à partir du nombre de dessertes annuelles et des distances orthodromiques entre aéroports. La part résiduelle des dessertes pour lesquelles nous ne connaissons pas les points de départ et arrivée (dénommée « Autres » se voient attribuer la distance moyenne entre deux aéroports en France.	En gardant constante par rapport à 2024 la distance moyenne effectuée par les avions, il est possible d'approximer une donnée de circulation à partir des données de vols en 2025 fournies par la DGAC.
<b>Energie</b>	Mtep	Citepa	Répartition de la consommation d'énergie suivant la répartition des unités de trafic (UDT) entre le transport de	Calcul Secten 2026

			voyageur et le fret, pondéré par les km parcourus	
<b>Emission</b>	Mt CO <sub>2</sub>	Citepa	Répartition de la consommation d'énergie suivant la répartition des unités de trafic (UDT) entre le transport de voyageur et le fret, pondéré par les km parcourus	Calcul Secten 2026

Tableau 10 - Synthèse des données nécessaires pour la branche marchandise du transport aérien

La circulation aérienne n'est pas diffusée directement comme indicateur par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC). Le Citepa reconstruit donc cette variable à partir des *Bulletins statistiques du trafic aérien* publiés annuellement. Ces documents fournissent, pour la France hexagonale, le nombre annuel de liaisons radiales et transversales effectuées.

La circulation totale annuelle est alors estimée comme la somme, pour l'ensemble des liaisons  $l$ , du produit entre le nombre de dessertes et la distance associée :

$$\text{Circulation} = \sum_l (\text{desserte}_l \times \text{distance}_l)$$

où :

- $\text{desserte}_l$  désigne le nombre annuel de vols effectués sur la liaison  $l$ ,
- $\text{distance}_l$  est la distance moyenne de cette liaison.

Cette approche permet de reconstituer un indicateur de circulation exprimé en kilomètres parcourus par l'ensemble des vols domestiques.

Pour la circulation des marchandises, seules les liaisons pour lesquelles la DGAC déclarent une quantité non nulle de marchandises transportées sont comptabilisées.

La ventilation de l'énergie consommée et des émissions se fait à partir de la répartition des unités de trafic (UDT) selon la convention :

$$\text{UDT} = 1 \text{ passager ou } 100 \text{ kg de fret}$$

Le calcul de la circulation du transport aérien de passagers et de marchandises comporte plusieurs limites méthodologiques.

Le trafic, exprimé en véhicule-kilomètres, est estimé à partir d'un calcul interne fondé sur le nombre annuel de dessertes et sur les distances orthodromiques (distance la plus courte à la surface du globe) entre aéroports. Toutefois, pour une part résiduelle des dessertes, regroupées par la DGAC sous l'intitulé « Autres < 5000 pax », les aéroports de départ et d'arrivée ne sont pas précisés. Pour ces liaisons, une distance moyenne calculée à partir des autres liaisons domestiques est attribuée de manière conventionnelle.

Or, la composition de cette catégorie varie d'une année à l'autre en fonction de la fréquentation des passagers et des dessertes renseignées par la DGAC. Par conséquent, le nombre de dessertes et la distance moyenne retenue peut évoluer d'une année sur l'autre, ce qui introduit une variabilité méthodologique indépendante des évolutions réelles du trafic.

Par ailleurs, pour le transport de fret, la totalité de la circulation aérienne d'une liaison est comptabilisée dès lors qu'une quantité non nulle de marchandises y a été transportée au moins

une fois dans l'année. Ainsi, par exemple, entre Paris et Nice en 2024, 546 tonnes de fret et de poste ont été transportées par voie aérienne. Selon la méthode retenue, l'ensemble des vols opérés sur cette liaison au cours de l'année est pris en compte dans le calcul des véhicule-kilomètres, et les tonnages transportés sont rapportés à la totalité de la distance parcourue sur ces vols.

Cette approche conduit une approximation de l'intensité réelle du transport de marchandises lorsque les volumes transportés sont ponctuels ou marginaux au regard du nombre total de vols opérés.

### 2.3.5 Les modes de transports exclus

Cette analyse ne prend pas en compte :

- Le transport maritime domestique (entre deux ports hexagonaux), avec les territoires d'Outre-Mer ou international ; Le transport domestique maritime est exclu, faute de données précises sur la circulation en navire-km de la flotte. Cette exclusion implique une réduction du périmètre de 1,6 Mt CO<sub>2</sub> en 2024, soit environ 1,4 % du total des émissions de CO<sub>2</sub> en France hexagonale. Par ailleurs, parmi ces émissions, une majeure partie est imputable aux navires de pêche et donc hors champ d'intérêt de cette étude.
- Le transport aérien avec les territoires d'Outre-Mer, qui représente une part importante des circulations d'avions pour le périmètre nationale. Cette exclusion réduit le périmètre des émissions de CO<sub>2</sub> de 30 % par rapport à celui de la France entière).
- Les modes de transport actif tels que le vélo ou la marche à pied ne peuvent pas être intégrés de manière robuste à l'analyse faute de données nationales disponibles en voyageurs-kilomètres, et en tonnes-kilomètres pour le transport de marchandises à vélo en milieu urbain. Il n'est donc pas possible de reconstituer une série temporelle cohérente sur la période étudiée. Par ailleurs, les données de vente de vélos ne constituent pas un proxy suffisamment fiable, dans la mesure où une part non négligeable des vélos est utilisée à des fins de loisir plutôt que comme mode de déplacement régulier.

## 2.4 La décomposition additive et multiplicative des facteurs explicatifs

L'objectif de cette première partie de l'étude est de pouvoir évaluer le poids de chacun des macro-facteurs explicatifs dans l'évolution des émissions de GES du secteur des transports. En effet, avant d'analyser l'impact de certains facteurs macro-économiques, mesures publiques et évolutions réglementaires (prix de l'énergie, prime à la casse, etc.), il est nécessaire de pouvoir décomposer l'évolution des émissions en grandes composantes.

Pour cela, une analyse de décomposition est employée sur les émissions du transport de voyageur et de marchandise en France hexagonale sur la période 2015-2025. Cette période a été définie en fonction des données d'analyse disponibles, notamment ici les données de circulation du transport aérien depuis 2015 seulement.

La méthodologie de décomposition utilisée est le *Log-Mean Divisia Index* (LMDI<sup>3</sup>). Cette méthodologie nécessite d'identifier de façon la plus exhaustive possible l'ensemble des macro-facteurs composant la variable d'intérêt<sup>4</sup>. Pour ce faire, des décompositions combinées sont réalisées afin de comprendre les dynamiques spécifiques aux niveaux inférieurs.

Pour plus de fluidité dans l'écriture mathématique du modèle et ainsi éviter la confusion avec l'indice « 2 », le CO<sub>2</sub> est désigné avec l'appellation GES, bien que ce soit le seul GES concerné par cette étude.

Les émissions de GES sont issues des deux types de transport :

$$GES_{total} = GES_{voyageur} + GES_{marchandise}$$

Avec :

$$GES_{voyageur} = GES_{voyageur}^{VP} + GES_{voyageur}^{VUL} + GES_{voyageur}^{2roues} + GES_{voyageur}^{Bus\&Car} + GES_{voyageur}^{Ferroviaire} + GES_{voyageur}^{Aérien}$$

Et

$$GES_{Marchandise} = GES_{Marchandise}^{PL} + GES_{Marchandise}^{VUL} + GES_{Marchandise}^{Ferroviaire} + GES_{Marchandise}^{Fluvial} + GES_{Marchandise}^{Aérien}$$

Une fois ces premières décompositions établies par filière et mode de transport, les impacts des macro-facteurs suivants peuvent être identifiés : intensité carbone, l'électrification des usages, efficacité énergétique, taux de remplissage, report modal, demande individuelle et population. Ces facteurs se traduisent par les effets quantifiables suivants :

- L'effet Intensité carbone (FE) correspondant à la quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> par unité d'énergie fossile et biocarburant consommée modélisé par  $FE = \frac{GES}{conso}$

<sup>3</sup> Méthode inspirée de l'approche LMDI présentée dans : Ang, B. W. (2005). *The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide*. *Energy Policy*, 33(7), 867–871.

<sup>4</sup> Méthode décrite dans A. Bigo, A.B. 2020. Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale de l'Institut Polytechnique de Paris (ED IP Paris)

- L'effet Taux d'Electrification (TE) est ici appréhendé ici par son complémentaire à 100, le taux d'énergie fossile, qui correspond à la quantité d'énergie fossile consommée par rapport à la quantité totale d'énergie et modélisé par  $TE = \frac{consoFossile}{conso}$
- L'effet Efficacité énergétique (EE) relatif à la quantité d'énergie consommée par km parcouru par type de transport et modélisé par  $EE = \frac{conso}{circu}$
- L'effet Taux de remplissage (TR) qui correspond à l'inverse du nombre moyen de voyageur par véhicule / quantité de marchandise transportée par véhicule et modélisé  $TR = \frac{circu}{demande}$
- L'effet Report Modal (RM) qui correspond à la part d'un mode de transport dans la demande totale de transport et modélisé par  $RM = \frac{demande}{\sum_j demande}$
- L'effet Demande de transport individuelle (DI), soit la distance moyenne parcourue par voyageur ou par tonne de marchandise, et modélisé par  $DI = \frac{\sum_j demande}{Pop}$
- L'effet Démographique représenté par  $Pop$

En désignant les usages (voyageur, marchandise) par l'index  $u$ , et les modes de transport (routier, aérien, ferroviaire, fluvial) par l'index  $j$ , on obtient donc la décomposition des émissions par usage et par mode de transport :

$$GES = \sum_u \sum_j FE_u^j \cdot TE_u^j \cdot EE_u^j \cdot TR_u^j \cdot RM_u^j \cdot DI \cdot Pop$$

où

$$GES_u^j = \frac{GES_u^j}{consoFossile_u^j} * \frac{consoFossile_u^j}{conso_u^j} * \frac{conso_u^j}{circu_u^j} * \frac{circu_u^j}{demande_u^j} * \frac{demande_u^j}{\sum_j demande_u^j} * \frac{\sum_j demande_u^j}{Pop} * Pop$$

Le changement total peut être décomposé :

$$\Delta GES = GES^T - GES^0 = \Delta FE + \Delta TE + \Delta EE + \Delta TR + \Delta RM + \Delta DI + \Delta Pop$$

Avec chaque terme calculé sous la forme :

$$\Delta X = \sum_{j,u} L(GES_{j,u}^T, GES_{j,u}^0) \cdot \ln \left( \frac{X_{j,u}^T}{X_{j,u}^0} \right)$$

Avec  $L(\cdot, \cdot)$  la moyenne logarithmique qui s'écrit comme suit :

$$L(x, y) = \frac{x - y}{\ln(x) - \ln(y)} \text{ si } x \neq y$$

Cette formule permet donc de décomposer, sous forme de variation absolue, la variation des émissions de GES. La méthodologie LMDi est intéressante et est utilisée dans cette étude, car elle permet également d'obtenir les évolutions sous forme de ratio :

$$\frac{GES^T}{GES^0} = D_{FE} \times D_{TE} \times D_{EE} \times D_{TR} \times D_{RM} \times D_{DI} \times D_{Pop}$$

Chaque terme  $D_x$  est un indice sans unité. S'il est supérieur à 1, alors le facteur associé contribue à la hausse des émissions de GES, et s'il est inférieur à 1, c'est un facteur réducteur.

A partir de la forme additive, on peut obtenir la forme multiplicative grâce à l'égalité suivante :

$$D_x = \exp\left(\left(\frac{\Delta X}{L(GES^T, GES^0)}\right)\right)$$

Où la moyenne logarithmique totale est ici égale à :

$$L(GES^T, GES^0) = \frac{GES^T - GES^0}{\ln(GES^T) - \ln(GES^0)}$$

Cette opération revient à normaliser chaque contribution additive puis passer à la forme exponentielle.

Décomposition multiplicative

Il est également possible d'obtenir ce résultat sans passer par la forme additive en calculant la forme canonique, qui s'obtient avec la formule suivante :

$$D_x = \exp\left(\left(\sum_i \frac{L(GES_i^T, GES_i^0)}{L(GES^T, GES^0)} \ln\left(\frac{X_i^T}{X_i^0}\right)\right)\right)$$

Cette méthode permet d'éliminer les résidus et est parfaitement cohérente avec la forme additive.

# 3. Résultats

L'objectif de cette partie est de présenter les résultats et conclusions tirées de la décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports.

## 3.1 L'impact des différents macro-facteurs dans l'évolution annuelle des émissions de CO<sub>2</sub>

Année 2024

La Figure 2 met en évidence une baisse modérée des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports entre 2023 et 2024, de 116,1 à 114,7 MtCO<sub>2</sub>, soit -1,3 MtCO<sub>2</sub> au total. Cette évolution correspond à une diminution de -1,3 %, inférieure à la trajectoire de réduction attendue au regard des objectifs fixés par le projet de la SNBC 3, qui propose une baisse annuelle moyenne d'environ -5,0 % sur la période 2025-2030.

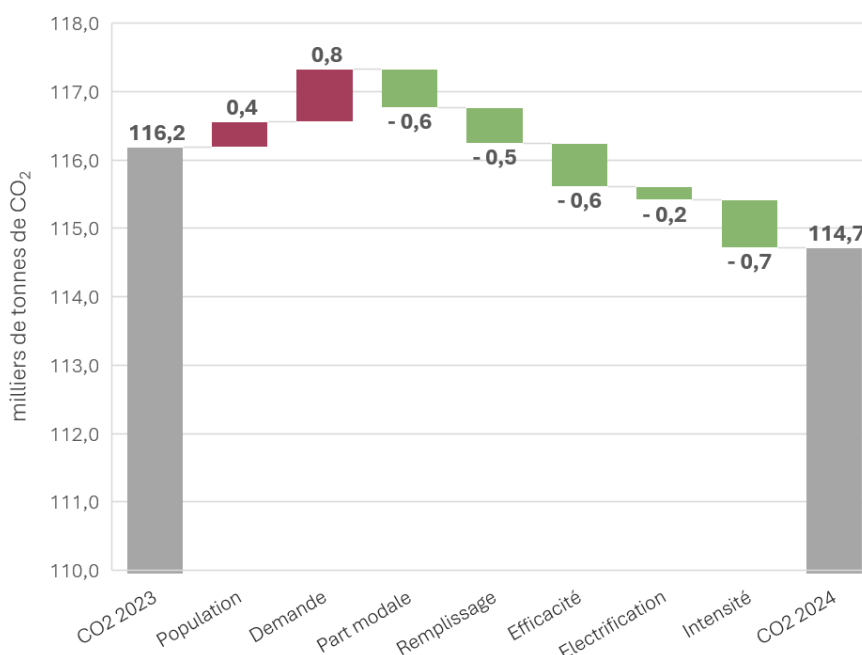


Figure 2 : Décomposition additive de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de 2023 à 2024.

Cette évolution résulte de dynamiques contrastées selon les macro-facteurs et la filière, comme le Tableau 11 en témoigne :

<b>Décomposition de la variation des émissions de CO2 du secteur Transport entre 2023 et 2024 (en Mt)</b>			
	<b>Voyageur</b>	<b>Marchandise</b>	<b>Total</b>
<b>CO2 2023</b>	<b>81,5</b>	<b>34,6</b>	<b>116,1</b>
Population	0,3	0,1	0,4
Demande	0,7	1,0	1,7
Part modale	-0,6	-0,4	-0,9
Remplissage	0,0	-1,0	-1,1
Efficacité	-0,4	-0,2	-0,6
Electrification	-0,2	0,0	-0,2
Intensité	-0,4	-0,1	-0,6
<b>CO2 2024</b>	<b>80,8</b>	<b>33,9</b>	<b>114,7</b>

Tableau 11 : Répartition des filières voyageurs et marchandises dans les évolutions sur secteur des Transports

L'effet démographique et l'effet lié à la demande individuelle de transport exercent tous deux une pression à la hausse sur les émissions, à hauteur de +0,4 MtCO<sub>2</sub> et +1,7 MtCO<sub>2</sub> respectivement. L'effet démographique est légèrement plus marqué pour le transport de voyageurs (+0,3 MtCO<sub>2</sub>) que pour le transport de marchandises (+0,1 MtCO<sub>2</sub>). L'effet lié à la demande est également réparti entre les deux filières, mais il est davantage porté par le transport de marchandises (+1,0 MtCO<sub>2</sub>) que par le transport de voyageurs (+0,7 MtCO<sub>2</sub>). Cette évolution s'explique par une hausse de la population de 0,3 % en 2024, accompagnée d'une progression plus soutenue de la demande totale de déplacement des voyageurs, qui augmente de 1,2 % sur la même période et de 3,3 % pour les marchandises.

À l'inverse, les effets modaux contribuent à une réduction nette des émissions de -0,9 MtCO<sub>2</sub>, indiquant un report partiel vers des modes moins émetteurs. Cet effet est porté à la fois par le transport de voyageurs (-0,6 MtCO<sub>2</sub>) et par le transport de marchandises (-0,4 MtCO<sub>2</sub>), avec, pour les voyageurs, une hausse de la part du train tandis que celle de l'avion diminue.

L'amélioration du taux de remplissage joue également un rôle significatif à la baisse, avec un effet total de -1,1 MtCO<sub>2</sub>. Cet effet est quasi exclusivement porté par le transport de marchandises (-1,0 MtCO<sub>2</sub>) et en particulier les poids lourds, ce qui suggère une meilleure efficacité d'usage des véhicules ou des capacités de transport dans le fret. Le remplissage des poids lourds a augmenté de près de 4 % en 2024, après une légère baisse en 2023.

Les gains d'efficacité énergétique contribuent à réduire les émissions de -0,6 MtCO<sub>2</sub>. Contrairement à l'interprétation précédente, cet effet est davantage porté par le transport de voyageurs (-0,4 MtCO<sub>2</sub>) que par le transport de marchandises (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). Il traduit l'amélioration des consommations unitaires du parc, liée notamment au renouvellement des véhicules, aux progrès technologiques et, dans une mesure plus difficile à isoler, à des évolutions de comportements ou d'usage relevant de la sobriété.

L'électrification constitue un effet spécifique, distinct de l'efficacité énergétique, et contribue à une baisse supplémentaire de -0,2 MtCO<sub>2</sub>. Cet effet est entièrement porté par le transport de voyageurs, tandis qu'il demeure négligeable pour le transport de marchandises. Cette situation traduit une progression de l'électrification principalement concentrée sur les véhicules

particuliers, alors qu'elle reste encore très limitée dans le fret, notamment pour les véhicules utilitaires et les poids lourds. Son effet agrégé demeure donc modéré à ce stade, malgré un impact unitaire important des véhicules électriques. En 2024, la filière électrique représente ainsi 2,6 % de la consommation totale d'énergie du secteur, contre 2,3 % en 2023. Cette hausse est presque entièrement portée par les véhicules particuliers électriques, dont le trafic a augmenté de près de 40 % en 2024.

Enfin, l'intensité carbone des énergies contribue à une baisse de -0,6 MtCO<sub>2</sub>, principalement portée par le transport de voyageurs (-0,4 MtCO<sub>2</sub>) et, dans une moindre mesure, par le transport de marchandises (-0,1 MtCO<sub>2</sub>). Cet effet reflète l'évolution du contenu carbone moyen des énergies consommées dans les transports, notamment sous l'effet de l'intégration progressive des biocarburants. La part des biocarburants dans les carburants de la filière thermique passe ainsi de 7,4 % en 2023 à 7,8 % en 2024, portée par leur progression dans le transport routier, mais également dans le transport aérien.

Au total, la baisse des émissions est principalement tirée par des facteurs organisationnels et technologiques — efficacité, intensité carbone des énergies, organisation des flux via le taux de remplissage — qui compensent partiellement la croissance de l'activité de transport, notamment pour le fret. Cela souligne que les progrès observés restent insuffisants et fortement dépendants de la poursuite des gains d'efficacité et des évolutions de pratiques, dans un contexte où la dynamique de la demande demeure un déterminant majeur des émissions du secteur.

## Année 2025

Les résultats de l'année 2025 doivent être interprétés avec davantage de prudence, dans la mesure où la construction de la base de données peut introduire une variabilité plus importante que les années précédentes.

En effet, si les méthodologies de calcul appliquées à chaque mode de transport restent inchangées entre 2024 et 2025, les sources de données mobilisées peuvent, quant à elles, varier. Par ailleurs, certaines approximations ont pu être nécessaires pour l'année 2025 lorsque les données disponibles étaient incomplètes ou encore inconnues (cf. section 2.3) ;

Les travaux menés par le Citepa au cours des derniers exercices de proxy montrent que l'estimation des consommations d'énergie et des émissions du secteur routier dans son ensemble est robuste. En revanche, la ventilation de ces résultats par type de transport repose sur des hypothèses et des données plus désagrégées, associées à un niveau d'incertitude plus élevé. Cette désagrégation peut donc entraîner des variations importantes d'une année à l'autre et conduire à des estimations plus incertaines des macro-facteurs associés.

Ainsi, pour l'année 2025, bien que les résultats soient présentés sous la même forme détaillée, il semble par exemple plus pertinent d'analyser l'évolution des émissions du transport de voyageurs ou du transport de marchandises dans leur ensemble, plutôt que de s'arrêter sur l'évolution du macro-facteur d'un mode de transport en particulier.

La Figure 3 présente les résultats pour l'année 2025 et met en évidence une baisse modérée des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports entre 2024 et 2025.

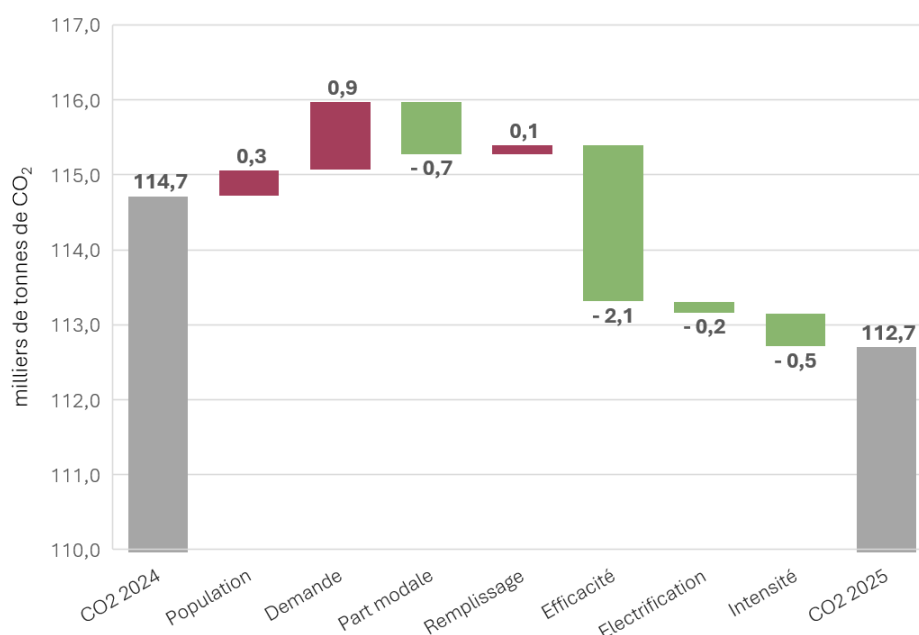


Figure 3 : Décomposition additive de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de 2024 à 2025.

Décomposition de la variation des émissions de CO <sub>2</sub> du secteur Transport entre 2024 et 2025 (en Mt)			
	Voyageur	Marchandise	Total
<b>CO2 2024</b>	<b>80,8</b>	<b>33,9</b>	<b>114,7</b>
Population	0,2	0,1	0,3
Demande	1,1	-0,2	0,9
Part modale	-0,5	-0,2	-0,7
Remplissage	0,1	0,0	0,1
Efficacité	-1,0	-1,0	-2,1
Electrification	-0,1	0,0	-0,2
Intensité	-0,3	-0,1	-0,5
<b>CO2 2025</b>	<b>80,2</b>	<b>32,5</b>	<b>112,7</b>

Tableau 12 : Répartition des filières voyageurs et marchandises dans les évolutions sur secteur des Transports entre 2024 et 2025

Entre 2024 et 2025, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports diminueraient d'environ 2,0 MtCO<sub>2</sub>, passant de 114,7 à 112,7 MtCO<sub>2</sub>. Cette baisse concernerait à la fois le transport de voyageurs, dont les émissions passeraient de 80,8 à 80,2 MtCO<sub>2</sub> (-0,6 MtCO<sub>2</sub>), et le transport de marchandises, dont les émissions diminueraient de 33,9 à 32,5 MtCO<sub>2</sub> (-1,4 MtCO<sub>2</sub>). Le léger écart entre la variation totale observée et la somme des effets décomposés présentés dans le tableau ci-dessus s'explique par les arrondis.

L'effet démographique et l'effet lié à la demande de transport exerceraient encore une pression à la hausse sur les émissions, à hauteur de +0,3 MtCO<sub>2</sub> et +0,9 MtCO<sub>2</sub> respectivement. L'effet démographique serait légèrement plus marqué pour le transport de voyageurs (+0,2 MtCO<sub>2</sub>) que pour le transport de marchandises (+0,1 MtCO<sub>2</sub>). L'effet lié à la demande serait principalement porté par le transport de voyageurs (+1,1 MtCO<sub>2</sub>), tandis qu'il serait légèrement négatif pour le transport de marchandises (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). Cette évolution s'explique par une progression de la population de 0,3 % en 2025, accompagnée d'une hausse plus marquée du volume total de voyageurs-kilomètres, estimée à +1,7 % sur la même période. À l'inverse, la demande de transport de marchandises suivrait une tendance légèrement baissière, avec une diminution de 0,2 % des quantités totales transportées, en partie liée au recul du fret routier, notamment des poids lourds (-0,9 %).

À l'inverse, la baisse des émissions reposerait principalement sur les gains d'efficacité énergétique, qui contribueraient à hauteur de 2,1 MtCO<sub>2</sub>. Cet effet serait réparti de manière comparable entre le transport de voyageurs (-1,0 MtCO<sub>2</sub>) et le transport de marchandises (-1,0 MtCO<sub>2</sub>), traduisant une amélioration des consommations unitaires via le renouvellement du parc automobiles notamment et des conditions d'usage.

Les effets de part modale contribueraient également à la baisse des émissions, à hauteur de 0,7 MtCO<sub>2</sub> au total. Cette contribution serait portée à la fois par le transport de voyageurs (-0,5 MtCO<sub>2</sub>) et par le transport de marchandises (-0,2 MtCO<sub>2</sub>), traduisant une évolution de la structure des déplacements et des flux vers des modes relativement moins émetteurs.

À l'inverse, l'effet lié au taux de remplissage serait légèrement haussier, avec une contribution totale de +0,1 MtCO<sub>2</sub>. Cet effet serait porté par le transport de voyageurs (+0,1 MtCO<sub>2</sub>), tandis qu'il serait nul pour le transport de marchandises.

Pour l'intensité carbone et l'électrification, ces effets contribueraient également à la baisse, à hauteur respectivement de 0,5 MtCO<sub>2</sub> et 0,2 MtCO<sub>2</sub>. Ces évolutions s'expliquent par une nouvelle hausse du taux d'incorporation des biocarburants, qui atteindrait 8,2 % dans les carburants de la filière thermique, ainsi que par une progression de la part de l'électricité dans les usages énergétiques du transport. Celle-ci atteindrait 2,9 % pour le transport de voyageurs, contre 0,8 % pour le transport de marchandises. L'électrification de cette dernière filière resterait toutefois très limitée, en raison notamment du retard observé sur les poids lourds, pour lesquels l'électricité représenterait seulement environ 0,03 % des consommations.

## Contribution de chaque mode de transport

L'analyse faite plus haut peut se décliner par mode de transport afin d'observer la contribution de chaque mode de transport à chaque macro-facteur.

Pour le transport de voyageur, on obtient le résultat suivant :

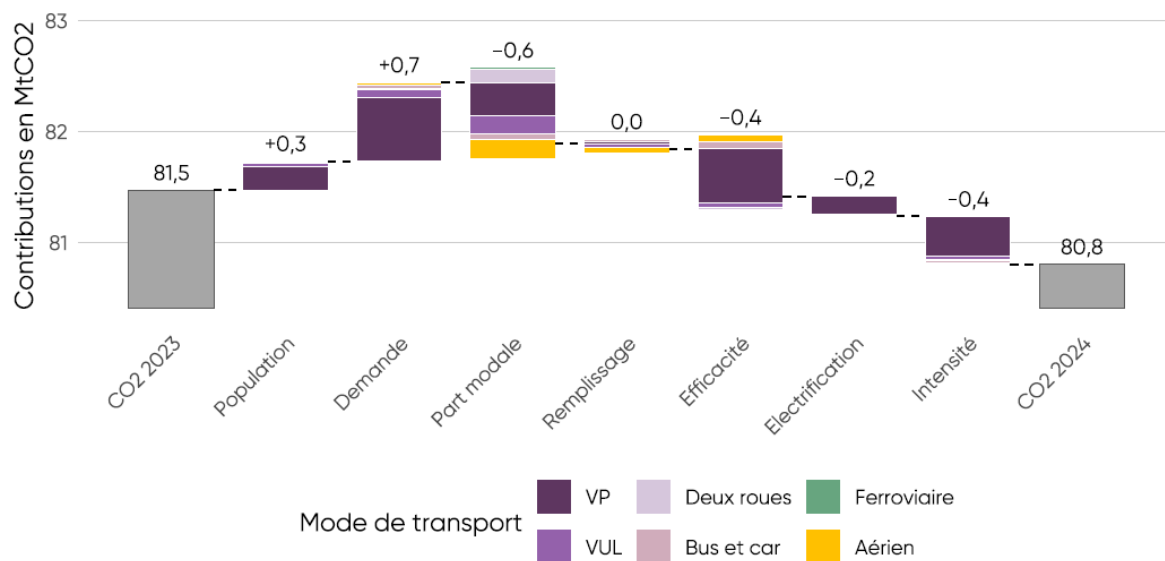


Figure 4: Décomposition additive de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageur de 2023 à 2024 selon les contributions de chaque mode de transport.

Sur la période 2023-2024, les émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs diminuent légèrement, passant d'environ 81,5 MtCO<sub>2</sub> à 80,8 MtCO<sub>2</sub>, soit une baisse de -0,7 MtCO<sub>2</sub>. Cette baisse reste modérée, car les effets à la hausse liés à la population (+0,3 MtCO<sub>2</sub>) et surtout à la demande individuelle de transport (+0,7 MtCO<sub>2</sub>) compensent une partie des effets de réduction observés sur les autres leviers.

La baisse est principalement portée par les véhicules particuliers, dont les émissions diminuent d'environ -0,5 MtCO<sub>2</sub>. Ce mode se distingue surtout par les gains liés à l'efficacité énergétique (-0,5 MtCO<sub>2</sub>), à la baisse de l'intensité carbone (-0,4 MtCO<sub>2</sub>) et, dans une moindre mesure, au report modal (-0,3 MtCO<sub>2</sub>) et à l'électrification (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). Ces effets sont toutefois partiellement compensés par la hausse de la demande (+0,6 MtCO<sub>2</sub>) et de la population (+0,2 MtCO<sub>2</sub>), ce qui limite la baisse nette.

Les VUL contribuent également à la baisse des émissions, mais de façon plus modérée (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). Leur évolution se distingue principalement par un effet de part modale favorable à la baisse des émissions (-0,2 MtCO<sub>2</sub>), traduisant une diminution de leur contribution relative. Les effets liés à l'efficacité énergétique, à l'intensité carbone et à l'électrification restent plus limités pour ce mode.

À l'inverse, les deux-roues enregistrent une légère hausse des émissions (+0,1 MtCO<sub>2</sub>), essentiellement liée à l'effet de part modale (+0,1 MtCO<sub>2</sub>). Les autres leviers jouent peu sur ce mode, même si l'efficacité énergétique et l'intensité carbone contribuent légèrement à limiter cette hausse.

Les bus et cars présentent également une hausse marginale (+0,03 MtCO<sub>2</sub>). Ce mode se distingue surtout par un effet défavorable de l'efficacité énergétique (+0,06 MtCO<sub>2</sub>), qui compense les effets de réduction liés au report modal (-0,05 MtCO<sub>2</sub>) et à la baisse de l'intensité carbone (-0,03 MtCO<sub>2</sub>). L'évolution reste cependant très faible en valeur absolue.

Le ferroviaire reste quasiment stable (+0,02 MtCO<sub>2</sub>). Sa contribution au total est très limitée, et aucun levier ne ressort fortement, même si l'effet de part modale est légèrement positif (+0,02 MtCO<sub>2</sub>). Cette faible variation s'explique aussi par le poids très réduit du ferroviaire dans les émissions directes de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs.

Enfin, l'aérien contribue à la baisse des émissions (-0,13 MtCO<sub>2</sub>). Cette évolution est principalement liée à l'effet de part modale (-0,17 MtCO<sub>2</sub>) et au taux de remplissage (-0,6 MtCO<sub>2</sub>),

qui compensent un effet défavorable de l'efficacité énergétique (+0,07 MtCO<sub>2</sub>). En revanche, les effets de l'électrification et de l'intensité carbone restent très limités pour ce mode sur la période.

Sur la période étudiée, la Figure 5 montre que les émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises diminuent, passant de 34,6 MtCO<sub>2</sub> à 33,9 MtCO<sub>2</sub>, soit une baisse d'environ 0,7 MtCO<sub>2</sub>. Cette baisse est principalement portée par les poids lourds, dont les émissions passent de 27,2 à 26,7 MtCO<sub>2</sub> (-0,5 MtCO<sub>2</sub>), et, dans une moindre mesure, par les VUL, qui diminuent de 7,2 à 7,0 MtCO<sub>2</sub> (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). Les autres modes — ferroviaire, fluvial et aérien — restent quasiment stables sur la période.



Figure 5 : Décomposition additive de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageur de 2023 à 2024 selon les contributions de chaque mode de transport.

Les effets liés à la population et à la demande exercent une pression à la hausse sur les émissions, à hauteur de 0,1 MtCO<sub>2</sub> et 1,0 MtCO<sub>2</sub> respectivement. Cet effet de demande est très majoritairement porté par les poids lourds (+0,8 MtCO<sub>2</sub>), et dans une moindre mesure par les VUL (+0,2 MtCO<sub>2</sub>), traduisant une hausse de l'activité de transport routier de marchandises.

À l'inverse, l'amélioration du taux de remplissage constitue le principal facteur de baisse, avec un effet total de 1,0 MtCO<sub>2</sub>. Cet effet est quasi exclusivement porté par les poids lourds (-1,0 MtCO<sub>2</sub>), ce qui suggère une meilleure efficacité d'usage des véhicules ou des capacités de transport dans le fret routier. L'effet est en revanche nul pour les VUL et les modes ferroviaire et fluvial, et très marginal pour l'aérien.

L'effet de part modale contribue également à la baisse des émissions, à hauteur de 0,4 MtCO<sub>2</sub>. Il est principalement porté par les VUL (-0,3 MtCO<sub>2</sub>) et, dans une moindre mesure, par les poids lourds (-0,1 MtCO<sub>2</sub>). Dans une décomposition LMDI, cet effet traduit une évolution de la structure relative des flux de transport : la contribution relative de ces catégories diminue, ce qui joue favorablement sur les émissions, indépendamment de l'évolution globale de la demande.

Les gains d'efficacité énergétique contribuent aussi à la baisse, mais de manière plus limitée (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). Ils concernent surtout les poids lourds (-0,2 MtCO<sub>2</sub>), tandis que l'effet reste faible pour les VUL (-0,03 MtCO<sub>2</sub>) et négligeable pour les autres modes. La baisse de l'intensité carbone des énergies joue également à la baisse (-0,1 MtCO<sub>2</sub>), là encore principalement via les poids lourds (-0,1 MtCO<sub>2</sub>).

Enfin, l'électrification reste quasiment sans effet sur le transport de marchandises (-0,01 MtCO<sub>2</sub>). Cela confirme que l'électrification demeure encore très limitée dans cette filière, en particulier pour les poids lourds, qui concentrent l'essentiel des émissions du fret routier.

## Evolution historique

La Figure 6 présente l'évolution temporelle des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports et permet d'identifier, au fil des années et des budgets-carbone, le rôle de chaque macro-facteur dans leur variation globale :

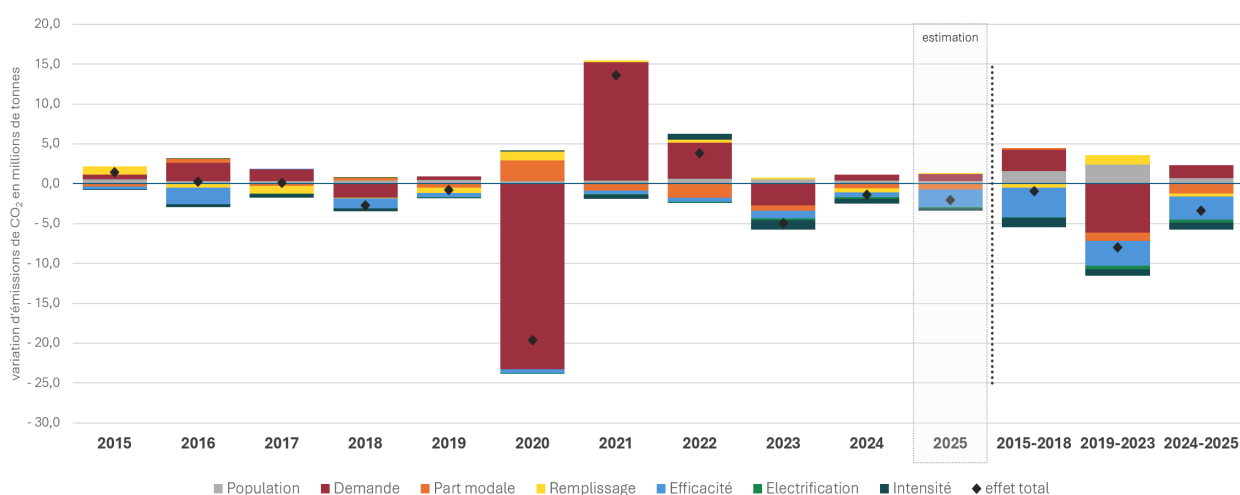


Figure 6 : Évolution temporelle des macro-facteurs pour l'ensemble des modes de transport

Depuis 2015, les émissions de CO<sub>2</sub> de ce sous-ensemble du transport suivent une tendance globalement baissière, mais avec des dynamiques très différenciées selon les périodes. Après un niveau de 125,1 MtCO<sub>2</sub> en 2015, les émissions restent relativement élevées jusqu'à la fin des années 2010 avant de diminuer plus nettement à partir de 2019. Elles atteignent 116,1 MtCO<sub>2</sub> en 2023 puis 114,7 MtCO<sub>2</sub> en 2024 selon les dernières données consolidées de l'inventaire, et 112,7 MtCO<sub>2</sub> en 2025 selon le proxy Secten.

Sur la période 2015-2018, correspondant au premier budget carbone de la SNBC représenté ci-dessus, la baisse reste limitée : les émissions diminuent de seulement 1,0 MtCO<sub>2</sub>. Cette quasi-stabilité s'explique par des effets haussiers importants liés à la population et surtout à la demande de transport, qui contribuent respectivement à hauteur de +1,6 MtCO<sub>2</sub> et +1,9 MtCO<sub>2</sub>. Ces hausses sont compensées par des gains liés à l'efficacité énergétique des véhicules (-3,7 MtCO<sub>2</sub>), à la baisse de l'intensité carbone (-1,2 MtCO<sub>2</sub>) et à l'amélioration du remplissage (-0,2 MtCO<sub>2</sub>). En revanche, l'effet de l'électrification reste encore marginal sur cette période (-0,1 MtCO<sub>2</sub>), de même que celui du report modal (+0,7 MtCO<sub>2</sub>). La baisse observée apparaît donc davantage portée par l'amélioration technique des véhicules et des carburants que par une transformation profonde des usages de transport.

Sur la période 2019-2023, la réduction est beaucoup plus marquée, avec une baisse de 8,0 MtCO<sub>2</sub>. Cette évolution s'explique principalement par la diminution de la demande de transport (-4,6 MtCO<sub>2</sub>), en grande partie attribuable aux effets persistants de la crise sanitaire et aux changements de comportements associés. Les gains d'efficacité énergétique contribuent également fortement à la baisse (-3,1 MtCO<sub>2</sub>), tandis que la part modale (-1,0 MtCO<sub>2</sub>), l'intensité carbone (-0,8 MtCO<sub>2</sub>), l'électrification (-0,5 MtCO<sub>2</sub>) et l'effet du remplissage (-0,4 MtCO<sub>2</sub>) participent également à la réduction des émissions. À l'inverse, la croissance de la population contribue à augmenter les émissions (+2,4 MtCO<sub>2</sub>). Par rapport à 2015-2018, la période 2019-2023 se caractérise donc par une baisse plus rapide, mais une part importante de cette réduction provient de la contraction de la demande, dont l'origine - conjoncturelle ou liée à un changement durable des habitudes de déplacement - n'est pas analysée en détail dans cette étude, ce qui interroge son caractère pleinement pérenne.

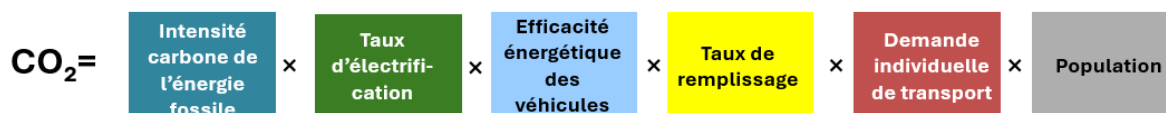
En 2024, dernière année consolidée dans l'inventaire, les émissions poursuivent leur baisse, passant de 116,1 à 114,7 MtCO<sub>2</sub>, soit une réduction totale de 1,3 MtCO<sub>2</sub>. Cette évolution intervient malgré des effets haussiers liés à la population (+0,4 MtCO<sub>2</sub>) et à la demande de transport (+1,7 MtCO<sub>2</sub>). Ces hausses sont compensées par plusieurs facteurs baissiers : la part modale (-1,1 MtCO<sub>2</sub>), le remplissage (-0,9 MtCO<sub>2</sub>), l'efficacité énergétique (-0,6 MtCO<sub>2</sub>), l'électrification (-0,2 MtCO<sub>2</sub>) et l'intensité carbone (-0,5 MtCO<sub>2</sub>). La baisse observée en 2024 apparaît ainsi plus diffuse, reposant sur la combinaison de plusieurs leviers plutôt que sur un facteur dominant.

## Focus sur les voitures particulières (VP) et poids-lourds (PL)

Après l'analyse réalisée sur l'ensemble du secteur des transports, un focus spécifique est proposé sur le transport des VP pour la partie voyageur et PL pour les marchandises uniquement, qui représente les principales sources d'émissions du secteur.

La méthodologie est légèrement adaptée par rapport à l'approche tous modes. Dans l'analyse globale, la décomposition inclut un effet de part modale, qui permet de mesurer les reports entre modes de transport, par exemple de la route vers le ferroviaire ou le fluvial. Dans le cas du routier seul, cet effet n'est pas pertinent, puisque l'analyse porte sur un seul mode. La composante « part modale » est donc neutralisée, et la variation des émissions est expliquée par les autres facteurs : population, demande de transport, remplissage, efficacité énergétique, électrification et intensité carbone de l'énergie.

La décomposition devient la suivante :



Pouvant se formuler également ainsi :

$$CO_{2u}^j = \frac{GES_u^j}{consoFossile_u^j} * \frac{consoFossile_u^j}{conso_u^j} * \frac{conso_u^j}{circu_u^j} * \frac{circu_u^j}{demande_u^j} * \frac{demande_u^j}{Pop} * Pop$$

Entre 2023 et 2024, les émissions de CO<sub>2</sub> du transport routier diminueraient de 1,1 MtCO<sub>2</sub>, passant de 92,3 MtCO<sub>2</sub> à 91,2 MtCO<sub>2</sub>. Cette baisse concernerait à la fois les véhicules particuliers et les poids lourds, dont les émissions diminueraient chacune d'environ 0,5 MtCO<sub>2</sub>, sous réserve des effets d'arrondis.

Cette diminution interviendrait malgré une pression à la hausse liée à la population (+0,3 MtCO<sub>2</sub>) et surtout à la demande de transport (+1,0 MtCO<sub>2</sub>). L'effet de la demande serait principalement porté par les poids lourds (+0,7 MtCO<sub>2</sub>), tandis que l'effet serait plus limité pour les véhicules particuliers (+0,3 MtCO<sub>2</sub>).

La réduction des émissions serait donc principalement expliquée par des effets compensateurs. Le premier serait l'amélioration du remplissage dans le transport de marchandises, qui contribuerait à une baisse de -1,0 MtCO<sub>2</sub>, avec une augmentation du tonnage moyen de près de 4 % entre 2023 et 2024, passant ainsi de 8,6 tonnes par véhicule à 8,3 sur la période. Les gains d'efficacité énergétique joueraient également un rôle important, avec une réduction de -0,7 MtCO<sub>2</sub>, davantage portée par les véhicules particuliers (-0,5 MtCO<sub>2</sub>) que par les poids lourds (-0,2 MtCO<sub>2</sub>).

L'électrification contribuerait plus modestement à la baisse des émissions, à hauteur de -0,2 MtCO<sub>2</sub>. Cet effet resterait principalement concentré sur les véhicules particuliers, dont le taux d'électrification progresserait de 0,6 % à 0,9 % sur la période. Enfin, la diminution de l'intensité carbone de l'énergie apporterait une contribution supplémentaire de -0,5 MtCO<sub>2</sub>, principalement portée par les véhicules particuliers (-0,4 MtCO<sub>2</sub>). Cette évolution s'explique notamment par la poursuite de la hausse du taux d'incorporation des biocarburants, qui atteindrait 8,3 % en 2024, contre 7,8 % en 2023. Une dynamique similaire est observée pour les poids lourds, avec une progression de 7,5 % à 7,8 % sur la même période.

Ainsi, la baisse des émissions routières ne traduirait pas une diminution de la demande, mais plutôt une amélioration des performances du système routier : meilleur remplissage côté marchandises, gains d'efficacité énergétique, électrification progressive du parc de véhicules particuliers et légère amélioration du contenu carbone des énergies utilisées.

<b>Décomposition de la variation des émissions de CO<sub>2</sub> des VP et PL entre 2023 et 2024 (en Mt)</b>			
	<b>VP</b>	<b>PL</b>	<b>Total</b>
<b>CO2 2023</b>	<b>65,1</b>	<b>27,2</b>	<b>92,3</b>
Population	0,2	0,1	0,3
Demande	0,3	0,7	1,0
Part modale	0,0	0,0	0,0
Remplissage	0,0	-1,0	-1,0

Efficacité	-0,5	-0,2	-0,7
Electrification	-0,2	0,0	-0,2
Intensité	-0,4	-0,1	-0,5
<b>CO2 2024</b>	<b>64,6</b>	<b>26,7</b>	<b>91,2</b>

Tableau 13 : Répartition des filières voyageurs et marchandises dans les évolutions des VP et PL

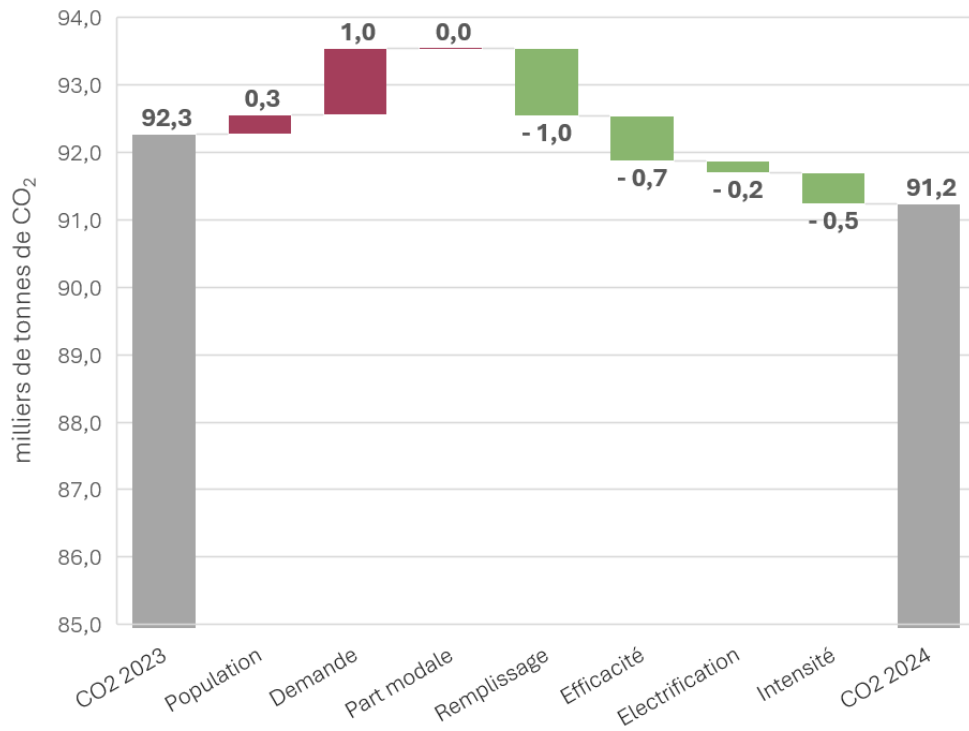


Figure 14 : Répartition des filières voyageurs et marchandises dans les évolutions des VP et PL.

## Impact de l'activité économique sur le transport de marchandise

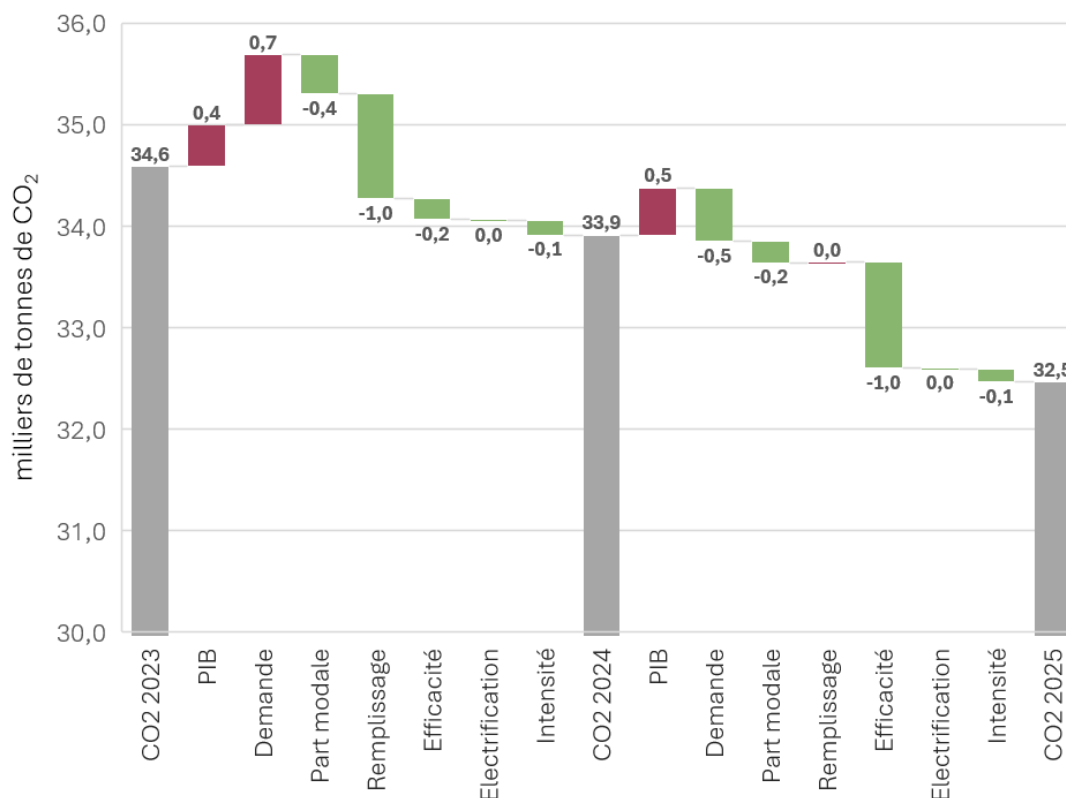


Figure 7 : Décomposition additive de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de 2023 à 2025

Lorsqu'on analyse l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises, largement dominé par le fret routier assuré par les poids lourds, la question de l'influence de l'activité économique se pose. Dans l'encadré suivant, il est proposé de remplacer la composante « population » par un indicateur reflétant l'activité économique. Cette approche alternative permet de confirmer qu'à court terme, la hausse des émissions est principalement tirée par la demande individuelle, exprimée en besoin de transport par habitant ou rapportée au milliard d'euros constants.

Le remplacement de la population par le PIB modifie principalement la répartition de l'effet entre le macro-facteur d'activité générale et l'effet de demande, sans changer substantiellement la dynamique globale des émissions.

Entre 2023 et 2024, l'effet associé au PIB ressort à +0,4 MtCO<sub>2</sub>, contre +0,1 MtCO<sub>2</sub> lorsque la population est utilisée. En parallèle, l'effet de demande est réduit, passant de +1,0 MtCO<sub>2</sub> avec la population à +0,7 MtCO<sub>2</sub> avec le PIB. Le remplacement de la population par le PIB conduit donc à attribuer une part plus importante de la hausse des émissions à la dynamique économique générale, et une part plus faible à la demande spécifique de transport. La somme des deux effets reste toutefois identique, à environ +1,1 MtCO<sub>2</sub>.

Entre 2024 et 2025, le même mécanisme s'observe : l'effet PIB est plus élevé (+0,5 MtCO<sub>2</sub>) que l'effet population (+0,1 MtCO<sub>2</sub>), tandis que l'effet de demande devient plus négatif avec le PIB (-0,5 MtCO<sub>2</sub>) qu'avec la population (-0,2 MtCO<sub>2</sub>).

Ainsi, l'utilisation du PIB plutôt que de la population ne modifie pas fortement le diagnostic global, mais elle change l'interprétation des facteurs : une partie de l'évolution auparavant attribuée à la demande de transport est réaffectée à la dynamique économique générale. Cette approche peut être pertinente pour le transport de marchandises, dont l'activité est davantage liée à l'évolution économique qu'à la seule population.

Cette observation se vérifie également sur les périodes précédentes : rapportée à l'activité économique, la demande de transport de marchandises apparaît comme un facteur contribuant à la baisse des émissions. Son effet à la baisse est estimé à 0,2 MtCO<sub>2</sub> sur le budget carbone 2015-2018 et à 3,0 MtCO<sub>2</sub> sur celui de 2019-2023.

# 4. Limites et pistes d'amélioration

Plusieurs limites méthodologiques doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats.

Tout d'abord, l'effet d'efficacité énergétique demeure agrégé dans le modèle actuel. Il rend compte de l'évolution des consommations unitaires des véhicules, mais ne permet pas encore d'identifier précisément les composantes qui expliquent cette évolution. Les gains observés peuvent en effet résulter de plusieurs facteurs distincts : le renouvellement du parc, l'amélioration technologique des motorisations, l'évolution de la répartition entre motorisations thermiques, hybrides et électriques, la variation de la masse moyenne des véhicules, les conditions de circulation, les vitesses pratiquées ou encore les comportements de conduite. Une décomposition plus fine de cet effet, grâce à des données plus granulaires, permettrait ainsi de mieux distinguer les gains relevant des progrès technologiques, de la transformation du parc, des conditions d'usage ou des pratiques de sobriété, et donc de relier plus directement les résultats aux leviers d'action publique.

Une autre limite concerne l'absence des transports actifs, notamment la marche et le vélo. Ces modes ne génèrent pas directement d'émissions de CO<sub>2</sub> à l'usage, mais ils jouent un rôle important dans l'analyse de la demande individuelle de transport et des reports modaux. Leur exclusion peut conduire à sous-estimer certains effets de report depuis les modes motorisés vers des modes non émetteurs, ou à interpréter de manière incomplète les évolutions de la demande de mobilité. Leur intégration permettrait ainsi de mieux représenter l'ensemble des pratiques de déplacement, en particulier pour le transport de voyageurs.

Le calcul du taux de remplissage présente également certaines limites. Dans le modèle, celui-ci est obtenu en rapportant la demande de transport par mode à la circulation correspondante. Cette approche permet d'obtenir un indicateur cohérent avec les données disponibles, mais elle revient souvent à retrouver implicitement les paramètres utilisés par les fournisseurs de données pour construire les séries d'activité. Or, ces paramètres peuvent provenir d'enquêtes ou d'hypothèses actualisées peu fréquemment. Les variations annuelles du taux de remplissage doivent donc être interprétées avec prudence, car elles peuvent refléter autant des choix méthodologiques ou des mises à jour de données que des évolutions réelles des comportements ou de l'organisation des flux.

Enfin, le périmètre géographique constitue une limite importante. L'analyse a été restreinte au périmètre pour lequel les données nécessaires étaient disponibles avec un niveau de détail suffisant, ce qui a conduit à ne pas intégrer les territoires d'Outre-Mer inclus dans l'Union Européenne. Cette restriction limite la représentativité de l'analyse par rapport au périmètre national complet et peut affecter la comparaison avec certains résultats agrégés des inventaires. Une extension future du modèle à ce périmètre permettrait d'améliorer la couverture territoriale de l'analyse et d'assurer une meilleure cohérence avec le périmètre national des inventaires d'émissions.

# 5. Acronymes et abréviations

<b>2R</b>	Deux roues
<b>DGAC</b>	Direction Générale de l'Aviation Civile
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>LMDi</b>	Log-Mean Divisia Index
<b>MT CO<sub>2</sub></b>	Million de tonnes de CO <sub>2</sub>
<b>MTEP</b>	Million de tonnes équivalent pétrole, unité d'énergie qui vaut 41,868 GJ
<b>PL</b>	Poids lourd
<b>POP</b>	Polluant Organique Persistant
<b>PTAC</b>	poids total autorisé en charge
<b>RSVERO</b>	Répertoire Statistique des Véhicules Routiers
<b>SDES</b>	Service des Données et études Statistiques, rattaché au Commissariat général au développement durable (CGDD), au sein des ministères Aménagement du territoire Transition écologique
<b>SNBC</b>	Stratégie nationale bas-carbone
<b>VASP</b>	Véhicule Automoteur Spécialement Aménagé
<b>VP</b>	Véhicule particulier
<b>VUL</b>	Véhicule utilitaire léger



**Le Citepa est une association qui guide les acteurs de la transition écologique en France et dans le monde.**

Elle évalue l'impact des activités humaines sur le climat et la pollution atmosphérique. Elle produit des données de référence et développe des solutions pour favoriser la réduction des émissions, l'amélioration de la qualité de l'air et l'adaptation au changement climatique.

Notre équipe pluridisciplinaire participe à la construction d'un monde durable.

**Citepa**  
Guider l'action  
Air & Climat