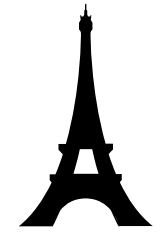


Évaluation de l'impact de l'abaissement de la vitesse et de la mise en place d'une voie dédiée au covoiturage sur le boulevard périphérique parisien sur les émissions de gaz à effet de serre et de particules

Élèves: Clara Dalon & Quentin Gaillard

Superviseurs Transitec: Martial Lumineau, Emilie Ball, Elio Guarino

Professeur EPFL: Michel Bierlaire

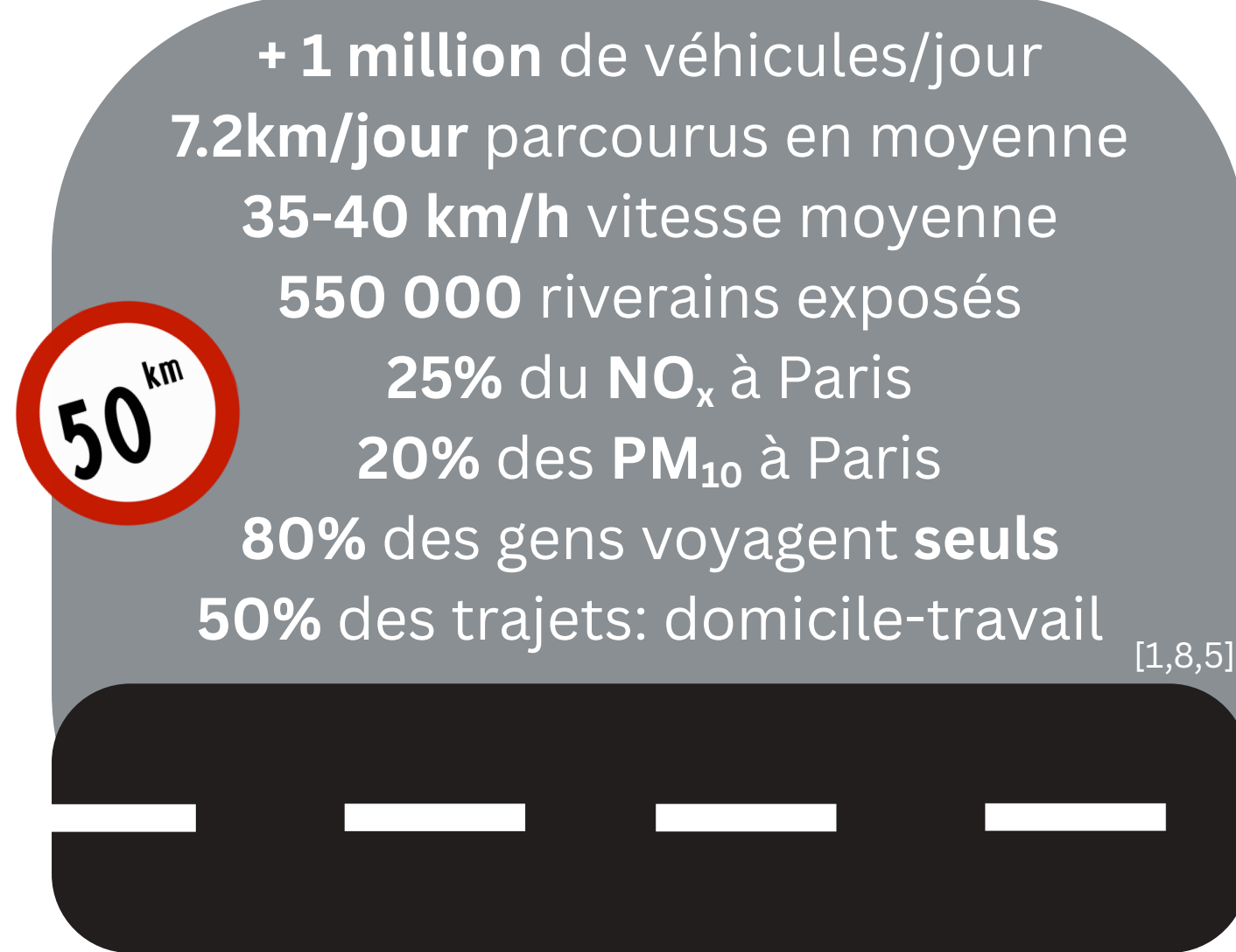


Contexte - Le périphérique Parisien

Le boulevard périphérique parisien, **axe de transit majeur** parisien, génère une forte pollution liée à la **congestion**, avec des **impacts sanitaires** pour les riverains. Pour y répondre, la **Ville de Paris** a mis en place deux mesures clés en 2024-2025:

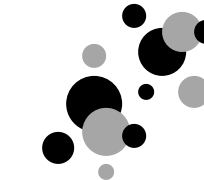
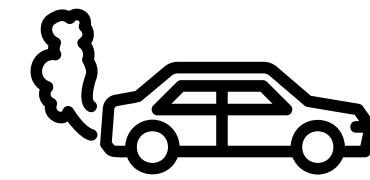
Réduction de la vitesse de 70 à 50 km/h

Création d'une voie réservée au covoiturage et transports prioritaires (VR2+)



Objectifs

- Établir un **modèle informatique** basé sur des observations et des approches empiriques
- Quantifier** les émissions de polluants: **CO₂**, **NO_x**, **PM₁₀**, **PM_{2.5}**
- Examiner** si la **limitation à 50km/h** réduit les émissions de polluants
- Examiner** si la mise en place de la **voie de covoiturage** réduit les émissions de polluants
- Comparer** avec les **valeurs réellement mesurées** issues des capteurs le long du périphérique parisien
- Proposer** des **pistes d'amélioration** quant à la politique actuelle



Données

Récupération des **profils horaires** des **débits moyens** (nombre de voitures sur le périphérique par tranches horaires) et des **vitesse**s moyennes sur le périphérique parisien. [11]

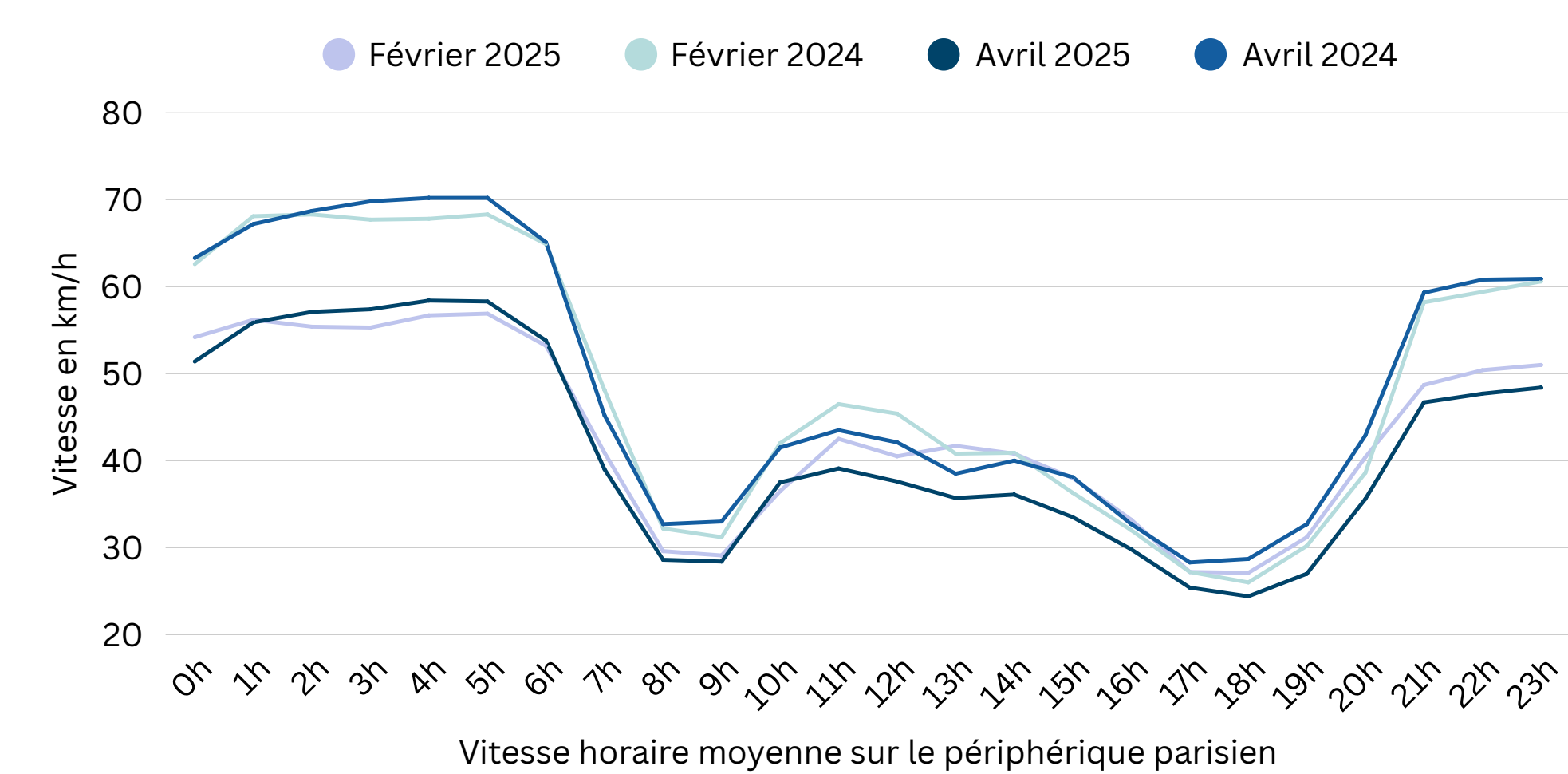
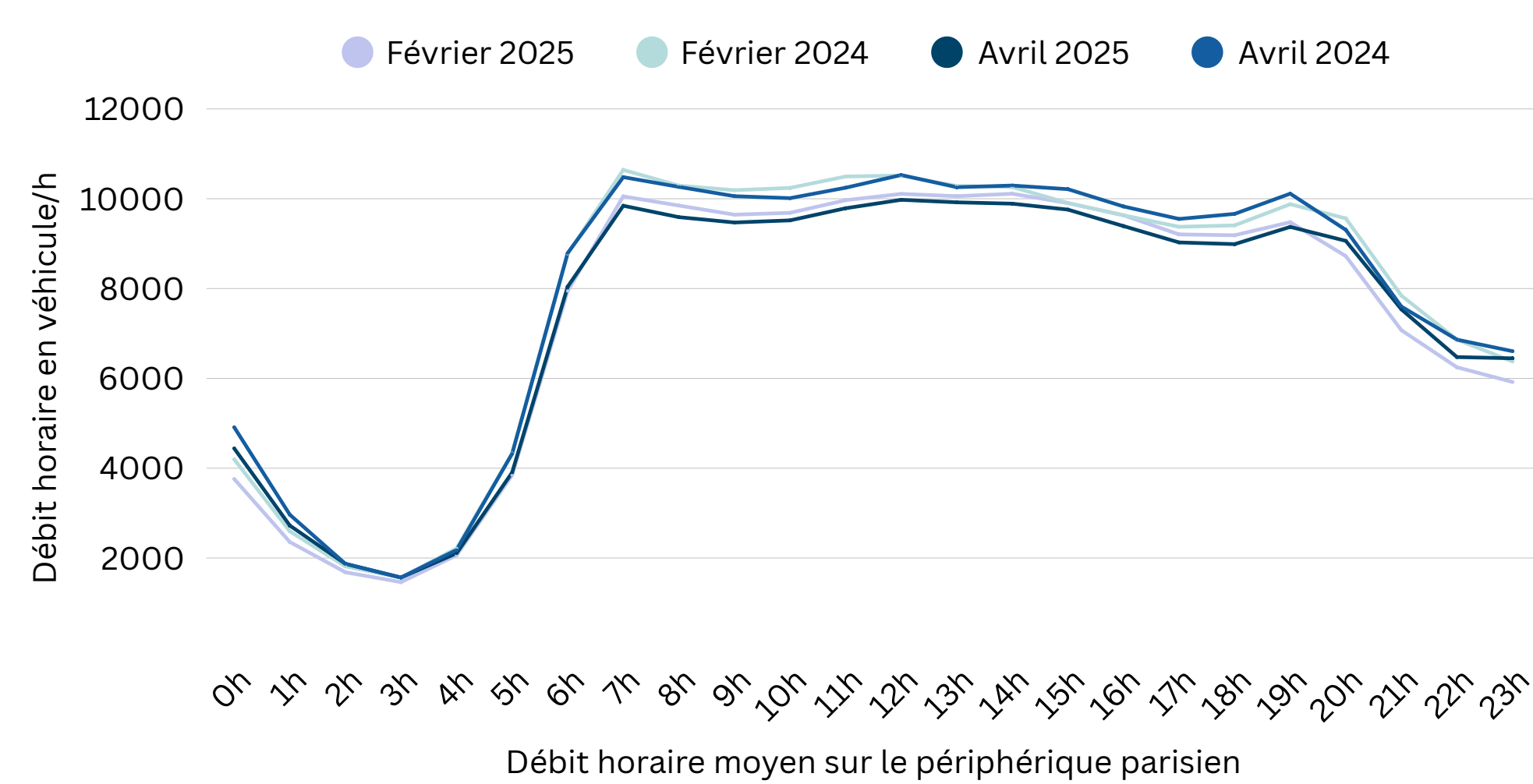
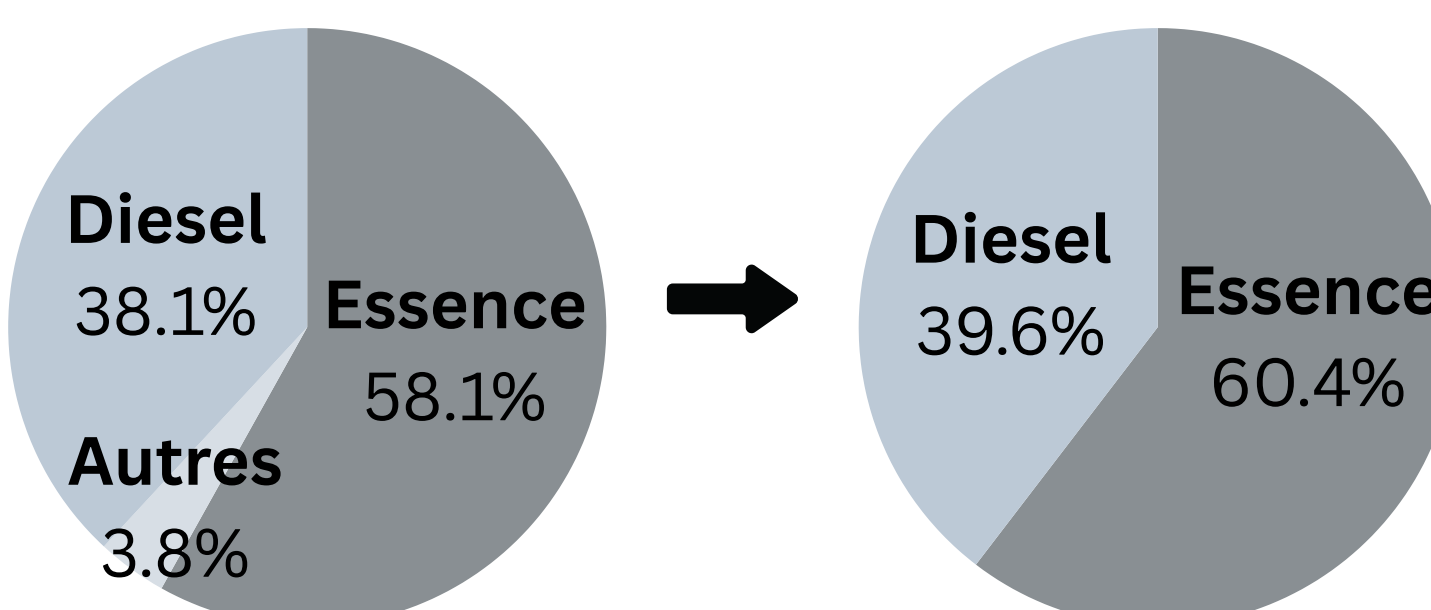


Schéma du processus de calcul des émissions de CO₂, NO_x, PM_{2.5} et PM₁₀

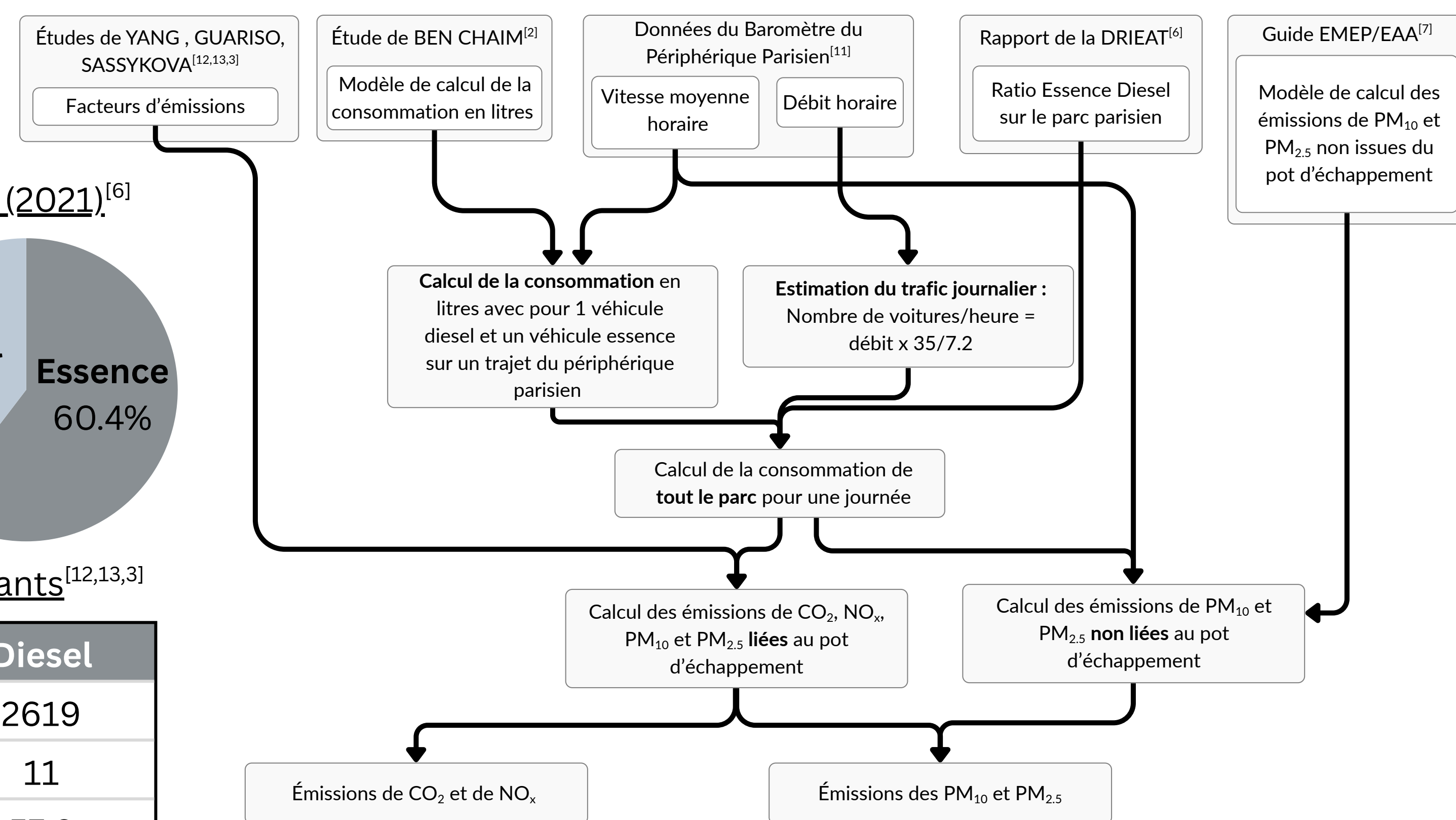
Répartition motorisations Paris (2021) [6]



Facteurs d'émissions des polluants [12,13,3]

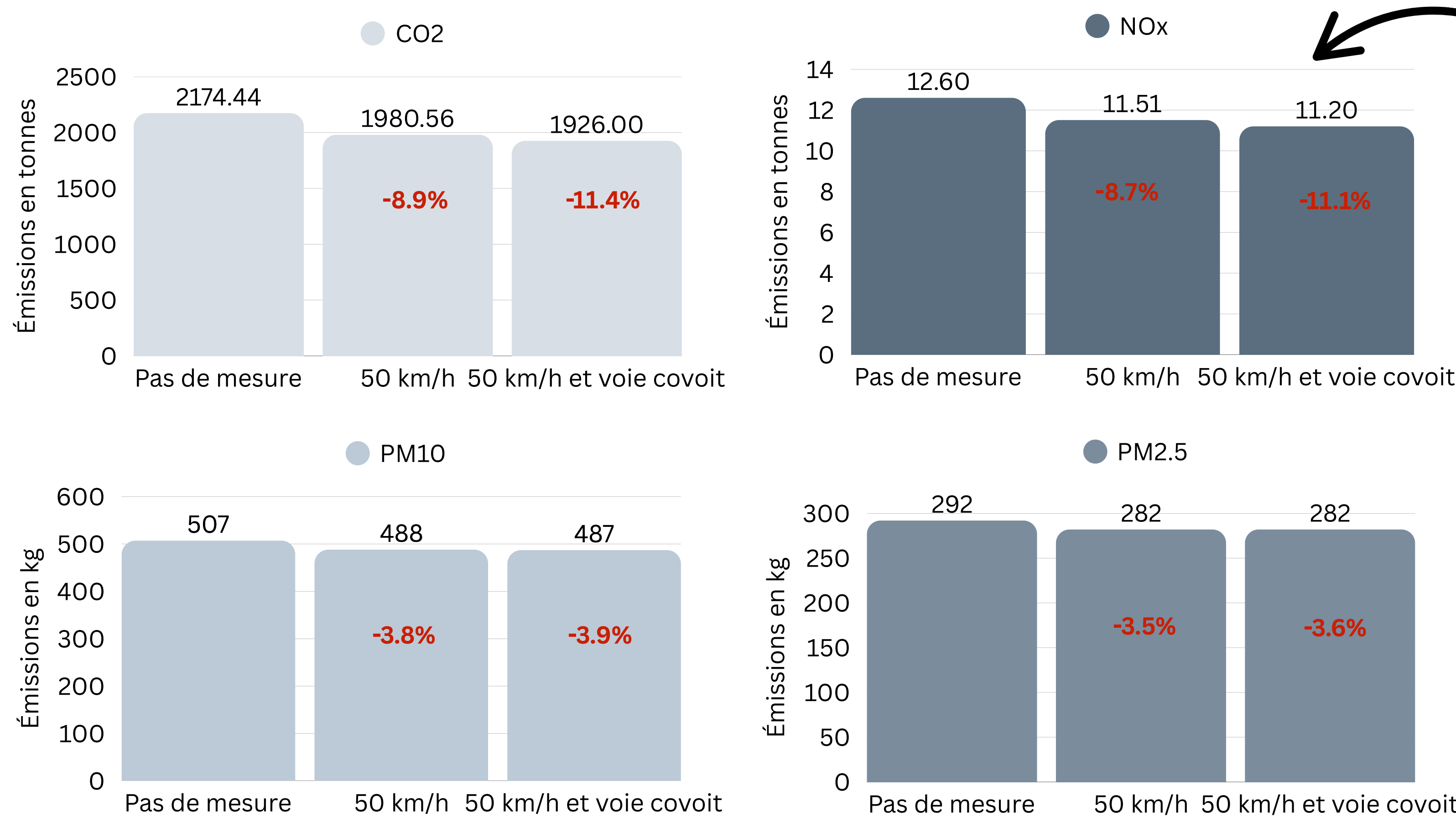
	Essence	Diesel
CO2 [g/L]	2019	2619
NOx [g/L]	13	11
PM2.5 [mg/km]	1.57	57.8
PM10 [mg/km]	26.26	79.77

Calcul de la consommation de carburant pour une distance d selon l'étude "Analytic Modeling of Vehicle Fuel Consumption" (2013) [2] et le guide de l'EMEP/EAA (2019) [7] basée sur une **voiture classique à combustion interne (ICE)**, d'un poids d'environ **1000kg**, parcourant **7.2km**.



$$\text{Consommation [L]} = \frac{\text{Énergie Mécanique pour parcourir la distance } d \text{ [J]}}{\text{Pouvoir calorifique inférieur du carburant [J/L]}}$$
$$\text{Energie mécanique [J]} = \frac{\text{Puissance mécanique [kW]} \times \text{durée à vitesse constante [s]}}{\text{Efficacité du moteur}}$$
$$\text{Emissions de PM [mg/km]} = \sum_{\text{pot}} \text{échappement} + \sum_{\text{frein}} + \sum_{\text{pneu}} + \sum_{\text{contact route}}$$

Résultats des scénarios



Analyses

Modèle: diminution générale des émissions au fur et à mesure de la mise en place des mesures de la ville de Paris: CO₂: jusqu'à -11%, NO_x: jusqu'à -11%, PM_{2.5} / PM₁₀: jusqu'à -3.9%

Données mesurées: Augmentation générale des émissions. Pas exactement les mêmes périodes de comparaison.

Explications possibles: trafic réel complexe à modéliser.

1 seul type de véhicule | Moyennes modélisées que sur 2 mois | Start & Stop non modélisé [10] | Stations de mesures impactées par autres sources | Conditions Météo [14]

Recommandations Politiques

- Analyses à faire sur **plus long terme**, au moins 1 an
- Promotion d'**application de covoiturage**
- Participation financière à des **bons de réduction/carte cadeau** essence, sur les applications de covoiturage
- Rajout d'**aires de covoiturage**, faciliter prise et dépose
- Aires de covoiturage stratégiquement placées aux **hubs de transport public**
- Assurer la **transparence** sur les résultats de l'étude [9]



Conclusion

Vitesse réduite à 50km/h + Mise en place voie covoiturage = Réduction ⇔ la voie de covoiturage est suffisamment utilisée (au risque de sur-congestionner les autres axes) Ville de Paris doit aider à la conversion vers le covoiturage Stationnarité/dispersion de la pollution en fonction de la météo

Références

[1] Le Boulevard périphérique parisien au cœur de la métropole - APUR (2016) | [2] Analytic Modeling of Vehicle Fuel Consumption - Ben Chaim et al. (2013) | [3] Main component of vehicle exhaust gases and their effective catalytic neutralisation - Sassykova (2019) | [4] Les transports face au défi de la transition énergétique - Bigot Aurélien (2020) | [5] Bilan de consultation préalable à la mise en place d'une voie réservée - CNDP (2023) | [6] Données sur le parc de véhicules immatriculé et en circulation en Île-de-France - DRIEAT (2021) | [7] Air pollutant emission inventory guidebook 2019: 1.A.3.b.vi Road transport tyre and brake wear - EMEP/EAA (2019) | [8] Fiche technique de plan climat 2024-2030 - Ville de Paris (2024) | [9] Appraising the environmental benefits of ride-sharing: The Paris region case study - Yin, Biao et al. (2018) | [10] Effect of a start and stop system for gasoline direct injection vehicles on fuel consumption and particulate emissions in hot and cold environment - Zhu, Rencheng et al. (2022) | [11] Baromètre du boulevard périphérique - IPR (2024) | [12] Chemical characterization of fine particulate matter in gasoline and diesel vehicle exhaust - Yang et al. (2019) | [13] Assessing the value of systematic cycling in a polluted urban environment - Guariso et al. (2017) | [14] Suivi des évolutions du Boulevard Périphérique d'octobre à avril 2025 - APUR (2025)