



ZONE A FAIBLES ÉMISSIONS MOBILITÉ DANS LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS

3^{ème} étape – janvier 2025

ÉTUDE PROSPECTIVE

**Évaluation des impacts de la restriction de
circulation des véhicules « Crit'Air 3 » dans le
périmètre de la Zone à faibles émissions Mobilité sur
les émissions du trafic routier, la qualité de l'air et
l'exposition de la population**

Mai 2024

Pour nous contacter

AIRPARIF - Surveillance de la Qualité de l'Air en Île-de-France

7 rue Crillon 75004 PARIS - Téléphone 01.44.59.47.64 - Site www.airparif.fr

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Glossaire

Généralités :

Émissions : rejets de polluants dans l'atmosphère liés à différentes sources telles que les transports (routier, aérien, fluvial, ferré), les secteurs résidentiel et tertiaire (production de chauffage et d'eau chaude sanitaire), l'industrie...

Concentrations : les concentrations de polluants qui caractérisent la qualité de l'air que l'on respire, s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Elles sont notamment très influencées par la proximité des sources polluantes.

Parc roulant : caractérise la répartition des véhicules circulant selon cinq types de véhicules : véhicules particuliers (VP) ; véhicules utilitaires légers (VUL) ; poids lourds (PL) ; bus et cars (TC) et deux-roues motorisés (2RM).

Parc technologique : caractérise, pour chacun des cinq types de véhicules (VP, VUL, PL, TC et 2RM), la répartition des véhicules en termes de carburant, de norme « euro » et de puissance du moteur (PTAC pour les PL et les TC).

ZAPA : Zone d'Action Prioritaire pour l'Air

ZCR : Zone à Circulation Restreinte

ZBE : Zone à Basses Émissions

ZFE : Zone à Faibles Émissions

ZFE-m : Zone à Faibles Émissions Mobilité

Normes :

Objectif de qualité (OQ) : un niveau défini par la réglementation française à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite (VL) : un niveau fixé par la réglementation européenne, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint. Ce sont des valeurs réglementaires contraignantes. En cas de dépassement de valeur limite, des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite.

Valeur cible (VC) : un niveau fixé par la réglementation européenne, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée. Elle se rapproche dans l'esprit des objectifs de qualité français, puisqu'il n'y a pas de contrainte contentieuse associée à ces valeurs, mais des enjeux sanitaires avérés.

Accusé de réception en préfecture 094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE Date de télétransmission : 30/09/2024 Date de réception préfecture : 30/09/2024

Polluants atmosphériques :

NO_x : Oxydes d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

PM₁₀ : Particules de diamètre inférieur à 10 µm

PM_{2.5} : Particules de diamètre inférieur à 2.5 µm

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

Polluants primaires : polluants directement émis dans l'atmosphère par les sources de pollution, par opposition aux polluants secondaires

Polluants secondaires : polluants n'étant pas directement émis par les sources de pollution mais qui résultent de réactions chimiques dans l'atmosphère à partir d'autres polluants gazeux (par exemple l'ozone de basse altitude n'est pas émis en tant que tel par les activités humaines, ce gaz se forme par réaction chimique dans l'atmosphère notamment à partir de COVNM et de NO_x ; les particules et les COVNM sont pour partie primaire et pour partie secondaire)

GES : Gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, GES fluorés, etc.)

CO₂ : Dioxyde de carbone

Acronymes :

APUR : Atelier parisien d'urbanisme

DRIEAT : Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France

DIRIF : Direction des routes d'Île-de-France faisant partie de la DRIEAT

DVD : Direction de la voirie et des déplacements de la Ville de Paris

Île-de-France Mobilités : Autorité organisatrice des transports en Île-de-France (**ex STIF** : Syndicat des Transports d'Île-de-France)

LOM : Loi d'Orientation des Mobilités

Accusé de réception en préfecture 094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE Date de télétransmission : 30/09/2024 Date de réception préfecture : 30/09/2024

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	3
SOMMAIRE	5
1. INTRODUCTION.....	7
2. MISE EN ŒUVRE DE LA 3 ^{EME} ÉTAPE DE LA ZFE-M MÉTROPOLITAINE	9
2.1. MODALITES DE MISE EN ŒUVRE	9
2.2. PRESENTATION DES RESULTATS ET PERIMETRE D'ETUDE.....	11
2.3. DEMARCHE D'EVALUATION DES IMPACTS DE LA ZFE-M	11
2.3.1. Évaluation des impacts de la ZFE-m sur les émissions	11
2.3.2. Evaluation des concentrations.....	12
2.4. HYPOTHESES UTILISEES POUR L'EVALUATION	14
3. ÉTAT DES LIEUX DES ÉMISSIONS ET DE LA QUALITÉ DE L'AIR AU SEIN DE LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS	16
3.1. DES EMISSIONS IMPORTANTES LIEES AU TRAFIC ROUTIER	16
3.1.1. Les oxydes d'azote.....	16
3.1.2. Les particules PM ₁₀	18
3.1.3. Les particules PM _{2.5}	19
3.1.4. Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	21
3.1.5. Le dioxyde de carbone CO ₂	23
3.2. UNE POPULATION EXPOSEE A DES NIVEAUX DE POLLUTION AU-DELA DES VALEURS LIMITEES	24
3.2.1. Dioxyde d'azote NO ₂	24
3.2.2. Particules PM ₁₀	27
3.2.3. Particules PM _{2.5}	30
3.2.4. Benzène	33
4. IMPACTS DE LA 3 ^{EME} ÉTAPE DE ZFE-M SUR LES ÉMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER	34
4.1. TRAFIC ROUTIER	34
4.2. PARCS ROULANTS ET TECHNOLOGIQUES.....	35
4.2.1. Parc roulant de référence	36
4.2.2. Parc technologique de référence	37
4.2.3. Impact de la ZFE-m sur le parc technologique	39
4.3. ÉMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER.....	42
4.3.1. Émissions de polluants atmosphériques.....	42
4.3.2. Émissions de gaz à effet de serre	44
5. IMPACTS DE LA 3 ^{EME} ÉTAPE DE LA ZFE-M SUR LES CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS L'AIR.....	46
5.1. CONCENTRATIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	46
5.2. INDICATEURS D'EXPOSITION.....	49
5.2.1. Exposition de la population au-delà des valeurs réglementaires.....	49

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

5.2.2. Qualité de l'air au droit des axes routiers.....	51
5.2.3. Exposition des Etablissements Recevant du Public (ERP) sensible	53
6. CONCLUSION.....	56
ANNEXES.....	58
TABLE DES FIGURES	75

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

1. INTRODUCTION

Déjà déployées dans 315 villes à travers l'Europe¹, les Zones à Faibles Émissions « mobilité » (ZFE-m) sont reconnues comme étant une mesure efficace pour lutter contre la pollution atmosphérique liée au trafic routier. Elles s'avèrent être la mesure la plus efficace pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) en milieu urbain.

La ZFE-m métropolitaine s'inscrit dans une politique globale favorisant les mobilités douces, les mobilités propres et les transports en commun, actée par les Plans Climats Air Énergie de Paris (mars 2018) et de la Métropole (novembre 2018). La mise en place de ZFE-m vise à accélérer le renouvellement du parc de véhicules pour réduire les émissions de polluants atmosphériques qui contribuent à la dégradation de la qualité de l'air. Par ailleurs, l'instauration d'une ZFE-m dans le périmètre délimité par l'autoroute A86 est rendue obligatoire à compter du 31/12/2020 par la Loi d'Orientation sur les Mobilités (LOM) votée le 24 décembre 2019 et le décret n°2020-1138 du 16 septembre 2020.

Suite à la première étape de la ZFE-m métropolitaine mise en place en juillet 2019, et la deuxième au 1^{er} juin 2021 (interdiction des véhicules « Crit'Air 4 » en plus des « Crit'Air 5 » et « non classés »), la Métropole du Grand Paris souhaite étendre la restriction de circulation aux véhicules « Crit'Air 3 » au 1^{er} janvier 2025. Ces étapes progressives de restriction de circulation aux véhicules les plus anciens, ont été actées par délibération du Conseil métropolitain du 1^{er} décembre 2020 et en accord avec le PCAEM approuvé en novembre 2018. La date de mise en œuvre de l'étape 3 au 1^{er} janvier 2025 a été délibérée au Conseil métropolitain du 13 juillet 2023.

Dans ce cadre, et conformément aux axes stratégiques de l'association à l'horizon 2030 et au programme régional de surveillance 2016-2021 prolongé jusqu'en 2030, qui prévoient un appui au dimensionnement et au suivi des plans d'actions, **Airparif a accompagné la Métropole du Grand Paris et ses partenaires dans la réalisation d'une étude prospective de l'impact sur la qualité de l'air de la mise en place de la troisième étape de la ZFE-m métropolitaine, à savoir la restriction de circulation des véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » au sein du périmètre ZFE-m défini.**

L'étude prospective permet d'évaluer les impacts attendus sur les **émissions de polluants du trafic routier** – oxydes d'azote (NO_x), particules PM₁₀ (de diamètre inférieur à 10 µm) et PM_{2.5} (de diamètre inférieur à 2.5 µm) –, sur la **qualité de l'air** respiré par les Franciliens (concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) et de particules PM₁₀ et PM_{2.5}) et sur **l'exposition à la pollution de l'air** de la population francilienne au regard des valeurs réglementaires actuelles, mais également au regard des futures valeurs limites réglementaires à respecter d'ici 2030. En effet, dans le cadre de la révision en cours de la directive européenne sur l'air ambiant, et en lien avec l'abaissement des recommandations de l'OMS, il est prévu que ces valeurs limites réglementaires soient abaissées à partir de 2030 pour poursuivre la diminution de l'impact de la pollution de l'air sur la santé ².

Ces travaux d'évaluation reposent sur des scénarii de trafic routier produits par les services de l'État (DRIEAT), et sur les données de caractérisation du parc technologique disponibles les plus récentes. Ces travaux ont été co-financés par la Métropole du Grand-Paris. Ce rapport présente la méthodologie mise en œuvre pour l'évaluation de cette nouvelle étape de la ZFE-m en 2025 ainsi que les résultats attendus.

¹ ADEME, Benchmark des Zones à Faibles Emissions - mobilité à travers l'Europe - Monographies. Version 2023 – Rapport 219 pages. La mise à jour 2023 de ce rapport de l'ADEME (dernière édition publiée en 2020) a été effectuée en collaboration avec Algoé Consultants.

² « Révision de la directive européenne sur l'air ambiant » (adoption par le Parlement le 24/04/2024) : Cette directive viendra se soustraire aux deux précédentes directives sur l'air ambiant de 2004 et 2008. A la date de sortie de ce rapport, le Conseil européen doit encore voter pour que la nouvelle directive soit définitivement promulguée.

Accusé de réception en préfecture le 09/09/2024 à 10h09
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 09/09/2024
Date de réception en préfecture : 09/09/2024

Des noms différents pour des dispositifs identiques

Zone à Circulation Restreinte (ZCR), Zone à Basses Émissions (ZBE), Zone d'Actions Prioritaires pour l'Air (ZAPA), Zone à Faibles Émissions (ZFE), Zone à Faibles Émissions mobilité (ZFE-m) ...

Ces acronymes désignent des dispositifs équivalents, dont l'objectif est de diminuer les impacts du trafic routier sur la qualité de l'air en accélérant le processus de renouvellement du parc technologique. **En anglais, ce sont toutes des LEZ (Low Emission Zones*) qui existent dans 315 villes en Europe.**

Leur mise en œuvre s'appuie sur un classement des véhicules en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques (norme Euro). En France, ces dispositifs s'appuient sur l'arrêté du 21 juin 2016, qui a instauré la nomenclature des vignettes Crit'Air (cf. Annexe 1). Cette nomenclature repose sur une classification des véhicules selon leur norme Euro (type, motorisation). Les différentes catégories sont ainsi fonction du niveau d'émission de polluants atmosphériques des véhicules.

*** Zones à Faibles Émissions**

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

2. MISE EN ŒUVRE DE LA 3^{ème} ÉTAPE DE LA ZFE-m MÉTROPOLITAINE

2.1. Modalités de mise en œuvre

Les restrictions de circulation étudiées sont basées sur la nomenclature Crit'Air (arrêté du 21 juin 2016) qui classe les véhicules en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques (Annexe 1).

Le tableau ci-dessous détaille le scénario de référence et les modalités du **scénario étudié pour la mise en œuvre de la troisième étape de la ZFE-m métropolitaine au 1^{er} janvier 2025 dans le périmètre ZFE-m défini, pour les différents types de véhicules concernés.**

Scénario	Zone	Crit'Air	Véhicules concernés	
			Semaine (hors jours fériés) 8h00-20h00	7j/7 8h00-20h00
Référence Janvier 2025	 Zone intra A86*			
ZFE-m : 3^{ème} étape Janvier 2025	 Zone intra A86*			

(*) Le périmètre ZFE-m est détaillé ci-dessous

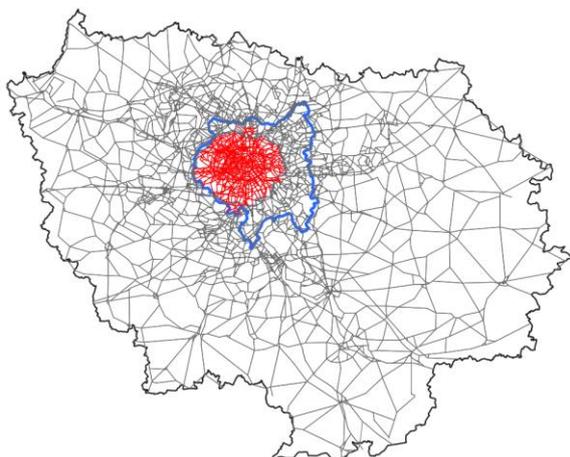
Tableau 1 : Scénario de référence et modalités du scénario étudié pour la mise en œuvre de la troisième étape de la ZFE-m métropolitaine. VP = véhicules particuliers, VUL = véhicules utilitaires légers, PL = poids lourds, TC = bus et cars, 2RM = deux-roues motorisés

Il s'agit de restreindre l'accès au périmètre ZFE-m à une catégorie Crit'Air supplémentaire : « Crit'Air 3 », en plus des « Crit'Air 4 », « Crit'Air 5 » et « non classés ».

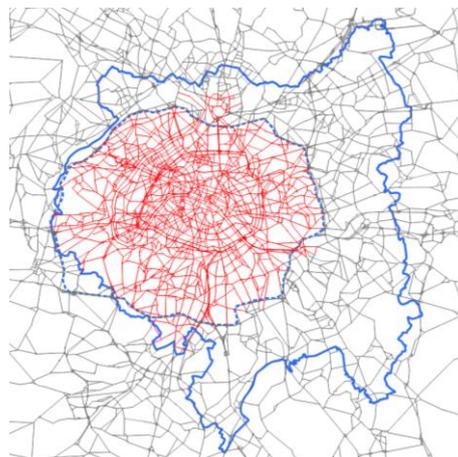
Les véhicules particuliers, les deux-roues motorisés et les véhicules utilitaires légers sont soumis à la restriction de circulation les jours ouvrés, uniquement de 8h00 à 20h00. Les poids lourds, les bus et les cars sont soumis à cette restriction tous les jours, sur la même plage horaire.

Le périmètre de la ZFE-m correspond à la zone à l'intérieur de l'autoroute A86, A86 exclue, avec un zonage spécifique des communes étant à cheval sur l'A86 (tout le territoire ou uniquement la partie à l'intérieur de l'A86 en ZFE-m). Par ailleurs sont exclues certaines communes (hors Métropole du Grand Paris) ou certains axes définis par arrêté. La Figure 1 illustre les axes routiers (en rouge) pris en compte dans la modélisation de la ZFE-m sur le périmètre défini.

Accusé de réception en préfecture
 094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
 Date de télétransmission : 30/09/2024
 Date de réception préfecture : 30/09/2024



a) Réseau routier modélisé à l'échelle régionale



b) Zoom sur le réseau routier modélisé sur la Métropole du Grand Paris

Figure 1 : Réseau routier pris en compte pour le calcul des émissions liées au trafic routier. Le contour de l'autoroute A86 est donné en pointillés. (Source : DRIEAT Île-de-France – traitement et image Airparif).

Pourquoi le périmètre à l'intérieur de l'A86 ?

Le choix de ce périmètre repose sur une étude de préfiguration menée en 2012³ ; elle avait montré que le périmètre à l'intérieur du périmètre A86, A86 exclue, est le périmètre apportant un **ratio bénéfique / coût** (au sens réduction de la population exposée / véhicules.kilomètres impactés) **maximal**. En effet, les bénéfices associés à un périmètre plus restreint seraient limités au regard du nombre de véhicules.kilomètres impactés. À l'inverse, un périmètre plus étendu engendrerait un report de circulation des véhicules interdits (véhicules les plus polluants) vers des axes routiers moins importants entourés d'habitations, induisant un potentiel impact négatif sur la population exposée. En Île-de-France, le dioxyde d'azote est le seul polluant atmosphérique présentant encore des dépassements de valeur limite annuelle en vigueur ; il est principalement émis par le trafic routier. **En 2022, la population exposée à des niveaux de dioxyde d'azote dépassant la valeur limite réglementaire annuelle est d'environ 40 000 personnes qui résident exclusivement dans la Métropole du Grand Paris, l'essentiel de cette population se situe à l'intérieur du périmètre A86, elle est de 5 000 personnes en 2023.**

Les communes de Vélizy-Villacoublay et Viroflay, dont le territoire est traversé par l'autoroute A86, ne font pas partie de la Métropole du Grand Paris et sont donc exclues du périmètre ZFE-m. Pour les communes étant traversées par l'A86 faisant partie de la Métropole du Grand Paris, le périmètre ZFE-m comprend selon les communes, soit l'ensemble de leur territoire, soit uniquement la partie à l'intérieur de l'A86. De plus, certains axes des communes faisant partie du périmètre ZFE-m sont exclus du périmètre, notamment pour garantir l'accès à l'A86.

³ Cf. rapport « Projet d'expérimentation d'une zone d'actions prioritaires pour l'air - ZAPA

2.2. Présentation des résultats et périmètre d'étude

Les émissions et les concentrations sont évaluées sur l'année 2025 pour le nouveau scénario de ZFE-m et comparées à celles calculées pour le scénario de référence. Ce dernier correspond au scénario intégrant la ZFE-m métropolitaine actuelle, à savoir l'interdiction des véhicules « Non classés », « Crit'Air 5 » et « Crit'Air 4 » (étape 2) sur le même périmètre.

Dans le scénario de référence comme pour le scénario ZFE-m, le taux de respect de la ZFE-m sur le périmètre défini est considéré comme étant de 100 %.

2.3. Démarche d'évaluation des impacts de la ZFE-m

Les impacts sur les **émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules (PM₁₀ et PM_{2.5})** sont quantifiés, ainsi que ceux sur les gaz à effet de serre (GES) via les **émissions de CO₂**. Ces polluants sont émis de façon importante à l'échelle urbaine par le trafic routier.

Les particules et le dioxyde d'azote⁴ sont des polluants réglementés dans l'air ambiant, dont les concentrations atteignent des niveaux problématiques en Île-de-France. Ceci est particulièrement observé dans le cœur dense de l'agglomération parisienne, où les teneurs dépassent de manière chronique et importante les valeurs de référence pour la protection de la santé. Les impacts sur les **concentrations de ces polluants (NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5})** et les **indicateurs d'exposition** associés ont été évalués.

Il est à noter que le Schéma Régional de Climat, de l'Air et de l'Énergie de l'Île-de-France (SRCAE) a défini une « zone sensible » pour la qualité de l'air, une zone dans laquelle lorsque qu'il existe un conflit entre les enjeux climat et les enjeux air, la préservation de la qualité de l'air doit être priorisée. Elle correspond à la « zone à risques - agglomération » (ZAG)⁵ qui comprend toute l'agglomération parisienne selon sa définition INSEE, l'agglomération de Meaux et les communes les reliant. L'impact de la ZFE-m métropolitaine sur les émissions de GES a cependant été estimé afin de s'assurer que la mesure instaurée n'est pas incompatible avec les objectifs de réduction d'émissions de GES.

Afin de tenir compte des impacts au-delà du périmètre de mise en œuvre du dispositif, **la zone d'étude s'étend sur l'ensemble de la Métropole du Grand Paris**. Cela permet de distinguer les impacts dus à la restriction de circulation des véhicules les plus anciens au sein du périmètre de la ZFE-m et d'étudier les effets de reports d'itinéraires et de renouvellement des véhicules en dehors.

2.3.1. Évaluation des impacts de la ZFE-m sur les émissions

L'évaluation prospective de l'impact de la mise en œuvre d'une ZFE-m sur les émissions de polluants s'appuie sur les outils de modélisation des émissions du trafic routier d'Airparif. Les données de trafic ont été fournies par la DRIEAT Île-de-France, pour le scénario de référence et le scénario de ZFE-m étudié (cf. Annexe 2).

⁴ Le dioxyde d'azote est réglementé, mais ce sont les émissions de NO_x qui sont évaluées car le dioxyde d'azote est émis directement dans l'atmosphère mais est aussi produit à partir du monoxyde d'azote.
⁵ Arrêté du 9 mars 2022 relatif au découpage des régions en zones administratives de l'air ambiant <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=rQ2vvOWQbTEmWm>

L'évaluation des émissions utilise les facteurs d'émission COPERT⁶ V.2, comme le préconise la méthodologie de référence au niveau européen décrite dans le guide EMEP⁷. Ces facteurs d'émission COPERT sont calculés à partir de données expérimentales (mesurées) recueillies dans différents programmes scientifiques et laboratoires européens : activités COPERT / CORINAIR⁸ (pour les véhicules particuliers et utilitaires des technologies les plus anciennes), projet ARTEMIS⁹ pour les véhicules plus récents. Les références détaillées figurent dans la documentation EMEP. Les données expérimentales intègrent des mesures suivant des cycles de conduite non réglementaires, permettant de couvrir une plage de fonctionnement du moteur plus large que les tests réglementaires et de refléter des conditions de conduite plus réalistes.

Plus de détails sur la méthodologie d'évaluation des émissions du trafic routier sont fournis dans le chapitre « 4. IMPACTS DE LA 3^{ème} ÉTAPE DE ZFE-m SUR LES ÉMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER ».

2.3.2. Evaluation des concentrations

Les cartographies des niveaux de polluants atmosphériques pour le scénario de ZFE-m et le scénario de référence sont issues, d'une part, de modélisations des concentrations de fond (description des concentrations de polluants en fond urbain et rural), et d'autre part, de modélisations des concentrations en proximité du trafic routier (cf. Figure 2). Les paragraphes suivants précisent la méthodologie adoptée et l'ensemble des hypothèses définies.

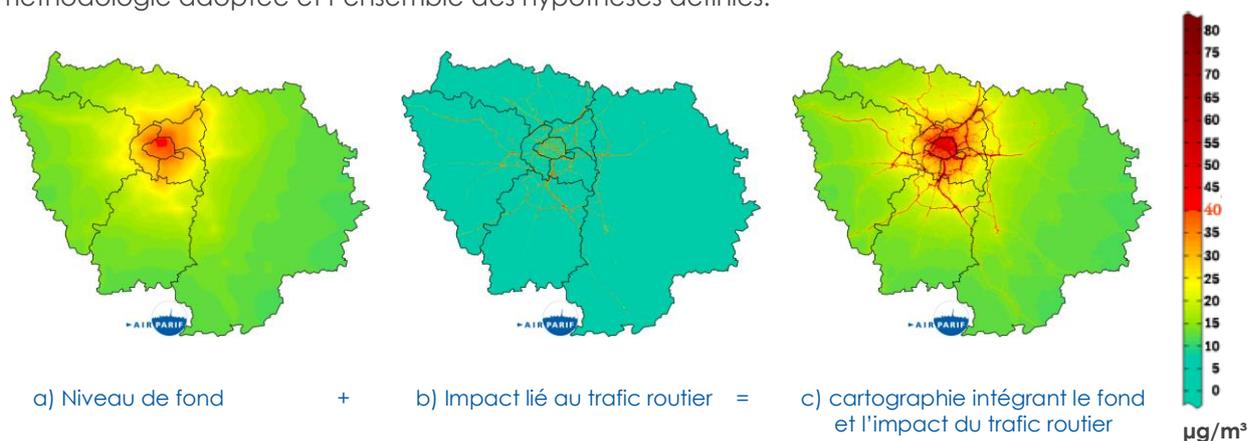


Figure 2 : Exemple du principe de modélisation des résultats de cartographie de la qualité de l'air (c) issu du croisement de la modélisation des niveaux de fond (a) et de l'impact issu du trafic routier (b).

2.3.2.1. Calculs du niveau de pollution en proximité du trafic routier

Les niveaux de polluants atmosphériques en proximité du trafic routier ont été calculés à l'aide d'un modèle statistique développé par Airparif. L'Annexe 3 détaille la méthodologie mise en œuvre. Ce modèle permet de déterminer l'impact du trafic routier sur les concentrations à proximité immédiate de l'ensemble du réseau routier modélisé et dans la zone d'influence propre à chaque polluant.

Ce modèle statistique a été développé sur la base de nombreux couples de données émissions-concentrations couvrant une gamme importante d'évolutions des émissions liées au trafic routier par rapport aux données de référence produites dans le cadre de l'inventaire des émissions

⁶ Computer Program to calculate Emission from Road Transport (COPERT) est outil européen pour le calcul des émissions du secteur du transport routier, développé par EMISIA et financé par l'Agence européenne pour l'environnement (EEA pour European Environment Agency).
Voir <https://www.emisia.com/>

⁷ EMEP pour « European Monitoring and Evaluation Programme » est un programme européen de coopération pour la surveillance et l'évaluation de la transmission à longue distance des polluants atmosphériques.

⁸ CORE INventory AIR emissions, ancienne version du Le programme d'inventaire des émissions de l'Agence européenne

⁹ Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems

d'Airparif (de 0 % à 120 %). Cela permet à l'outil de calculer les concentrations associées à différents scénarii de baisses (ou d'augmentations) d'émissions du trafic routier, notamment dans le cadre de mise en œuvre d'une ZFE-m.

2.3.2.2. Evaluation du niveau de fond « fil de l'eau » 2025

Le dioxyde d'azote (NO₂) montrant une tendance à la baisse depuis plusieurs années, les niveaux de fond « fil de l'eau » de NO₂ de l'année 2025 ont été déterminés par régression linéaire à partir des niveaux mesurés en 2018, 2019, 2022 et 2023. Pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, bien que leurs niveaux soient davantage soumis aux conditions météorologiques, les niveaux de l'année 2023 confirment une tendance à la baisse, c'est pourquoi les niveaux de fond « fil de l'eau » de ces deux polluants ont été déterminés selon la même méthodologie que pour le NO₂.

2.3.2.3. Evaluation du niveau de fond avec la mise en œuvre d'une ZFE-m

Lorsqu'une ZFE-m est mise en œuvre, les réductions des émissions liées à la modernisation du parc technologique impactent les teneurs en pollution au plus près du trafic routier et de sa zone d'influence, mais également les niveaux de fond.

Afin de prendre en compte l'influence de cette diminution des émissions du trafic routier sur l'ensemble de la zone d'étude, et non uniquement au droit des axes routiers et dans la zone d'influence du trafic, une méthodologie « simplifiée » a été appliquée aux niveaux de fond.

Pour le NO₂, une diminution relative est appliquée aux concentrations de fond sur la zone considérée à partir de la baisse des émissions attendue au sein et en dehors de la ZFE-m, pondérée par le poids des émissions du trafic routier par rapport aux émissions totales de chaque zone. Ainsi, plus le poids des émissions liées au trafic routier est important dans les émissions totales locales, plus la diminution des concentrations de fond y sera importante.

L'approche adoptée pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5} est un peu différente. En effet, si le NO₂ peut être considéré comme étant un polluant majoritairement local, cela n'est pas le cas pour les particules. Puisque les particules peuvent être transportées sur de grandes distances, une part importante des concentrations locales de PM₁₀ et PM_{2,5} est due à de l'import de particules émises sur d'autres territoires. La réduction du niveau de fond pour les particules est appliquée uniquement à la part des émissions émises sur le territoire francilien, représentant la contribution des émissions locales aux concentrations de PM₁₀ et PM_{2,5}. Les réductions sur des niveaux de fond sont ainsi moins marquées pour les particules que pour le NO₂.

A la date de réalisation de cette étude, les contributions de sources locales ou extérieures à la région aux particules PM₁₀ et PM_{2,5} se basent sur l'étude « Origine des particules en Île-de-France » (Airparif 2011) ¹⁰. L'amélioration des connaissances depuis cette étude indique que la contribution de l'import aux concentrations de particules PM₁₀ et PM_{2,5} y est potentiellement surestimée. Des travaux seraient nécessaires pour préciser et mettre à jour les connaissances sur l'identification des sources d'émissions qui contribuent aux concentrations ambiantes des particules sur le territoire francilien.

¹⁰ Synthèse des connaissances sur les particules en Ile-de-France, Airparif – avril 2021
<https://www.airparif.asso.fr/dossiers-fiches-thematiques/2021/synthese-des-connaissances-sur-les-particules-en-ile-de-france>

2.4. Hypothèses utilisées pour l'évaluation

Les évaluations réalisées par Airparif dans cette étude reposent sur les outils disponibles au sein de l'observatoire (utilisés en routine pour le suivi réglementaire de la qualité de l'air en Île-de-France) et sur les données disponibles dans le cadre de ce travail prospectif au début de celui-ci. Il convient de noter que **des hypothèses ont été retenues, validées par le groupe de travail mis en place par la MGP pour suivre l'élaboration de la ZFE-m métropolitaine, à partir des informations existantes au démarrage de l'évaluation.**

- En l'absence de données prospectives, la répartition du parc roulant est construite sur la base des données les plus récentes disponibles à la date de l'étude (voir le paragraphe « Parcs roulants » au chapitre 4). Par parc roulant, est désignée ici la part des différents grands types de véhicules : véhicules particuliers ; véhicules utilitaires légers ; poids lourds ; transport en commun de personnes (bus et cars) et deux-roues motorisés.
- Pour construire les parcs technologiques associés à la mise en œuvre de la ZFE-m, l'hypothèse retenue collectivement par les participants au projet¹¹ est que les véhicules concernés par les restrictions de circulation sont remplacés par des véhicules de la catégorie la plus vertueuse à cylindrée identique, au prorata des données les plus récentes sur les ventes de véhicules neufs selon leur type d'énergie. Pour les véhicules particuliers et les deux-roues motorisés, ce changement de véhicules est de 70 %. Pour la part non renouvelée (30 %), elle est considérée liée soit à un report modal vers les transports en commun et les modes doux (marche, vélo, trottinettes, etc.) soit à des changements d'itinéraire pour éviter le périmètre de la ZFE-m. Cette hypothèse avait été préconisée par le Ministère en charge de l'Environnement, lors des études de faisabilité d'une ZAPA (Zone d'Actions Prioritaires pour l'Air) menées entre 2010 et 2012. Deux études spécifiques ont été menées par Île-de-France Mobilités et la DRIEAT Île-de-France pour réévaluer l'hypothèse de 70 % de renouvellement et de 30 % de report modal ou d'itinéraire. Les conclusions de ces deux études confirment ces taux.
- Les gains de la mise en place de l'étape 3 de la ZFE-m Métropolitaine (restriction de circulation des véhicules « Crit'Air 3 » et plus anciens) ont été évalués par rapport à la situation de référence (étape 2 : restriction de circulation des véhicules « Crit'Air 4 » et plus anciens) au sein du périmètre ZFE-m. Pour les deux scénarii, est considéré un taux de respect de la mesure égal à 100 % : cela permet d'évaluer l'impact individuel de l'ajout des véhicules « Crit'Air 3 » à la restriction au sein du périmètre ZFE-m.
- Les mesures de restriction de circulation sont effectives de 8h00 à 20h00. Elles sont applicables tous les jours pour les poids-lourds, les bus et les cars ; et seulement les jours ouvrés pour les véhicules légers¹².
Les outils de calcul des émissions permettent de prendre en compte un parc technologique spécifique à chaque heure et en distinguant jours ouvrés et week-end, sous réserve de disposer de données d'entrée adaptées. Ainsi, le distinguo a été fait dans les calculs entre jours ouvrés et week-ends : un parc technologique spécifique a été construit pour le week-end, en prenant en compte les résultats d'une enquête portant sur la fréquence d'utilisation des véhicules motorisés par les Franciliens en semaine et le week-end¹³. Aucun élément analogue permettant de décliner cette approche au niveau horaire n'était

¹¹ Notamment Métropole du Grand Paris, Ville de Paris, APUR, DRIEAT Ile-de-France, Institut de l'air de Paris, Ile-de-France Mobilités, Université Gustave Eiffel (ex IFSTTAR), Bruitparif, IFPEN, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), ADEME, 094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE

¹² À noter que des dérogations existent, notamment pour les véhicules de secours

¹³ Enquête TNS SOFRES sur le parc auto 2015 - volume Ile-de-France.

disponible. Par défaut, les calculs d'émissions ont donc été réalisés en supposant qu'avec le renforcement de la ZFE-m, le parc technologique évolue tout au long de la journée de la même manière que dans le scénario de référence. Cette simplification peut induire une surestimation des gains d'émissions liés à la ZFE-m, un certain nombre d'usagers étant amenés à se déplacer uniquement de 20h à 8h. Elle est cependant mineure car la grande majorité des kilomètres parcourus en Île-de-France est effectuée dans la plage horaire 8-20 heures (70 % des véhicules.kilomètres) durant les jours ouvrés.

- Les dérogations de circulation pour certains véhicules (tels que les véhicules « d'intérêt général prioritaire » ou « bénéficiant de facilités de passage » par exemple) ne sont pas prises en compte dans cette évaluation. En effet, les études menées à ce jour sur la composition de parc roulant ne permettent pas de prendre en compte spécifiquement la dérogation potentielle des véhicules et d'en connaître la part dans les kilomètres parcourus par l'ensemble du trafic routier.
- La méthodologie « simplifiée » de détermination du niveau de fond influencé par la réduction des émissions du trafic routier en lien avec la ZFE-m mise en œuvre présente des limites puisqu'elle considère une diminution relative du niveau de fond homogène et strictement délimitée par la ZFE-m. En-dehors du périmètre ZFE-m, l'impact de la ZFE-m est considéré homogène sur le reste de l'Île-de-France alors que la réduction des concentrations de fond est certainement plus importante au plus près de la ZFE-m et diminue en s'en éloignant. La conséquence sur les concentrations modélisées et les indicateurs d'exposition de la population est que les gains liés à une ZFE-m métropolitaine peuvent être légèrement sous-estimés près de sa délimitation et légèrement surestimés loin de celle-ci.

3. ÉTAT DES LIEUX DES ÉMISSIONS ET DE LA QUALITÉ DE L'AIR AU SEIN DE LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS

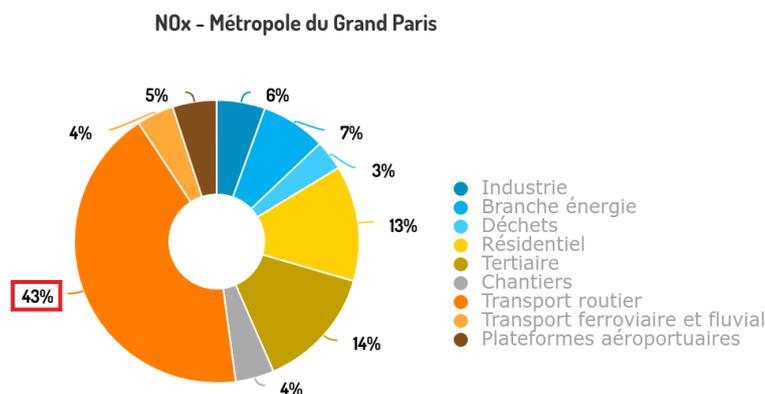
Les éléments suivants relatifs aux émissions sont issus de l'inventaire des émissions 2021 à l'échelle de la région¹⁴ et de la Métropole. Ceux concernant la qualité de l'air sont issus des résultats des bilans de qualité de l'air 2023 en Île-de-France¹⁵ et dans la Métropole du Grand Paris.

Un diagnostic à l'échelle des communes composant la Métropole du Grand Paris est disponible en annexe (cf. Annexe 5). Ces données sont les plus récentes disponibles à la date de rédaction de l'état des lieux de la qualité de l'air et des émissions pour ce projet.

3.1. Des émissions importantes liées au trafic routier

3.1.1. Les oxydes d'azote

La Figure 3 présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de NO_x au sein de la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021. Avec **un peu moins de la moitié des émissions (43 %), le transport routier est le principal contributeur aux émissions d'oxydes d'azote (NO_x) sur le territoire de la Métropole du Grand Paris**. Les secteurs résidentiel et tertiaire émettent conjointement 27 % des émissions de NO_x de la Métropole du Grand Paris (13 % pour le résidentiel et 14 % pour le tertiaire) ; les autres secteurs d'activités représentent chacun moins de 10 % des émissions totales sur le territoire.



AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

Figure 3 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'oxydes d'azote (NO_x) dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021.

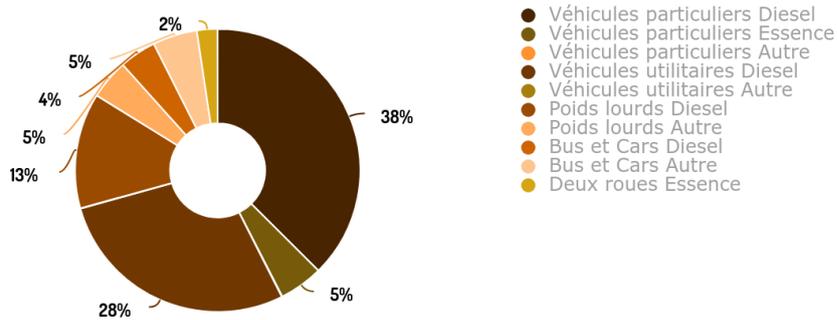
La Figure 4 (a) détaille la contribution des différents types de véhicules aux émissions du trafic routier ; la Figure 4 (b) présente la contribution des différents véhicules aux kilomètres parcourus au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021.

¹⁴ Inventaire des émissions 2021, Airparif 2023

¹⁵ Bilan de la qualité de l'air 2023 en Ile de France, Airparif 2024

Répartition des émissions - NOx

2021 - Métropole du Grand Paris

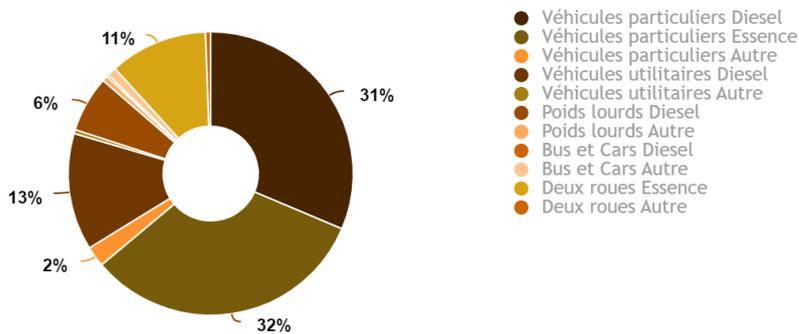


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

a) Contribution des différents types de véhicules aux émissions de NOx du transport routier

Répartition du trafic en véhicule.km

2021 - Métropole du Grand Paris



AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

b) Répartition des kilomètres parcourus selon les différents types de véhicules (en véhicules.km)

Figure 4 : Contribution des différents types de véhicules aux émissions d'oxydes d'azote du transport routier (a) et répartition des kilomètres parcourus selon les véhicules (b) au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021.

Les véhicules particuliers (VP) représentent 43 % des émissions de NOx du transport routier, soit 18 % des émissions métropolitaines totales tous secteurs confondus. Si l'on examine davantage la contribution des véhicules particuliers, on constate que **38 % des émissions sont dues aux seuls véhicules particuliers diesel** (alors que la distance totale parcourue dans la Métropole du Grand Paris par des véhicules particuliers diesel est équivalente à celle des véhicules particuliers essence). Les véhicules utilitaires légers (VUL), majoritairement des véhicules diesel, émettent 28 % des émissions du trafic routier au sein de la Métropole du Grand Paris. La part des deux-roues motorisés (2RM) est de 2 % alors qu'ils représentent 12 % des kilomètres parcourus (Figure 4b). Les bus et cars (TC) et les poids lourds (PL) représentent respectivement 9 % et 18 % des émissions métropolitaines de NOx du transport routier alors qu'ils représentent respectivement 1 % et 7 % des kilomètres parcourus dans la Métropole du Grand Paris.

En outre, les émissions des NOx du transport routier ont fortement diminué ces dernières années au sein de la Métropole du Grand Paris (-69 % entre 2005 et 2021), à l'instar des émissions totales qui ont été réduites de 62 % entre 2005 et 2021 (cf. Annexe 4). Plus précisément, entre 2015 et 2021, les émissions de NOx liées au transport routier ont baissé de 48 % ; les émissions de NOx tous secteurs confondus ont diminué de 33 % sur cette période.

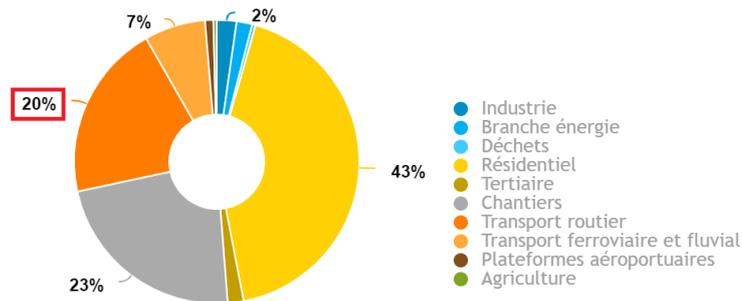
Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

3.1.2. Les particules PM₁₀

Les émissions de particules PM₁₀ présentées dans cette section correspondent uniquement aux particules primaires de PM₁₀. En outre, la remise en suspension de particules, par exemple par le passage de véhicules, n'est pas considérée.

La Figure 5 présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de PM₁₀ de la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a), elle explicite aussi la contribution des processus d'abrasion ou de combustion dans les émissions de PM₁₀ du transport routier (b) et elle détaille la part des différents types de véhicules dans les émissions de PM₁₀ du transport routier émises à l'échappement (c).

PM 10 - Métropole du Grand Paris

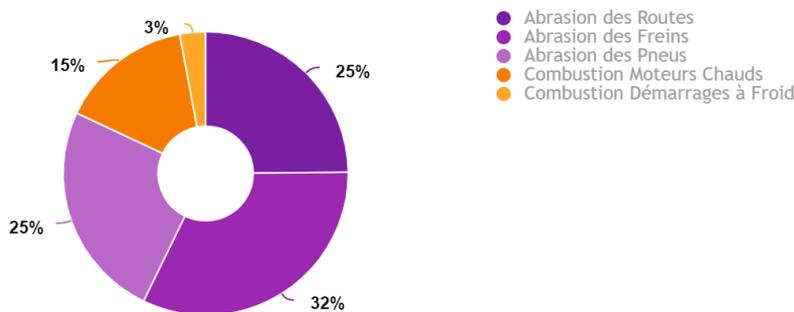


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

a) Contributions par secteur d'activité aux émissions de PM₁₀

Répartition des émissions - PM 10

2021 - Métropole du Grand Paris

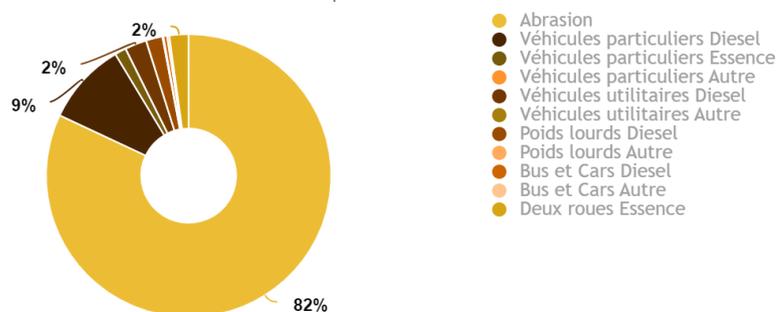


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

b) Contribution de l'abrasion et de la combustion aux émissions de PM₁₀ du transport routier

Répartition des émissions - PM 10

2021 - Métropole du Grand Paris



AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

c) Contribution des différents types de véhicules aux émissions de PM₁₀ du transport routier

Figure 5 : Contributions par secteur d'activité aux émissions primaires de particules PM₁₀ de la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a), et détail de la contribution du transport routier selon le processus de combustion (b) et selon le type de véhicule (c).

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception en préfecture : 30/09/2024

Le principal contributeur aux émissions de PM₁₀ est le secteur résidentiel (avec 43 % des émissions), notamment le chauffage et plus particulièrement le chauffage au bois. En effet, à l'échelle régionale, le chauffage au bois émet plus de 86 % des particules PM₁₀ du secteur résidentiel en 2021 (et 80 % au sein de la Métropole du Grand Paris). Les chantiers émettent 23 % des émissions de PM₁₀ de la Métropole du Grand Paris en 2021, ce qui en fait le deuxième principal contributeur en PM₁₀, alors qu'il s'agissait du trafic routier avant 2019. **En 2021, le trafic routier représente 20 % des émissions métropolitaines de particules PM₁₀.**

La principale source de particules PM₁₀ liées au trafic routier est l'abrasion (des routes, des pneus et des plaquettes de freins) : avec 82 % des émissions de PM₁₀ du transport routier, cette source est responsable de 16 % des émissions de PM₁₀ tous secteurs confondus au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021. Les processus d'abrasion des routes, des pneus et des plaquettes de freins contribuent chacun dans des proportions similaires aux émissions de PM₁₀ issues de processus d'abrasion liés au trafic routier, même si la part provenant des freins est légèrement plus importante (ils représentent respectivement 25 %, 25 % et 32 % des émissions de PM₁₀ du trafic routier).

Hors abrasion, les véhicules diesel sont responsables de 79 % des émissions primaires de particules PM₁₀ du trafic routier émises à l'échappement (i.e. associées à la combustion).

L'échappement des véhicules particuliers diesel contribue pour 9 % aux émissions métropolitaines de particules PM₁₀ du secteur du transport routier (et pour 2 % aux émissions tous secteurs confondus). En comparaison, la contribution de l'échappement des véhicules particuliers essence est de 1 % aux émissions de PM₁₀ du transport routier en 2021 (alors que la distance totale parcourue dans la Métropole du Grand Paris par des véhicules particuliers essence est équivalente à celle des véhicules particuliers diesel). A l'échappement, les véhicules utilitaires légers, les poids lourds et les deux-roues motorisés émettent chacun 2 % des PM₁₀ émises par l'ensemble du secteur transport routier métropolitain (et respectivement 14 %, 11 % et 12 % de ces émissions hors abrasion).

Les émissions des PM₁₀ du transport routier ont également fortement diminué ces dernières années au sein de la Métropole du Grand Paris (-66 % entre 2005 et 2021), à l'instar des émissions totales qui ont été réduites de 43 % entre 2005 et 2021 (cf. Annexe 4). Plus précisément, entre 2015 et 2021, les émissions de PM₁₀ liées au transport routier ont baissé de 38 % ; les émissions de PM₁₀ tous secteurs confondus ont diminué de 16 % sur cette période.

3.1.3. Les particules PM_{2.5}

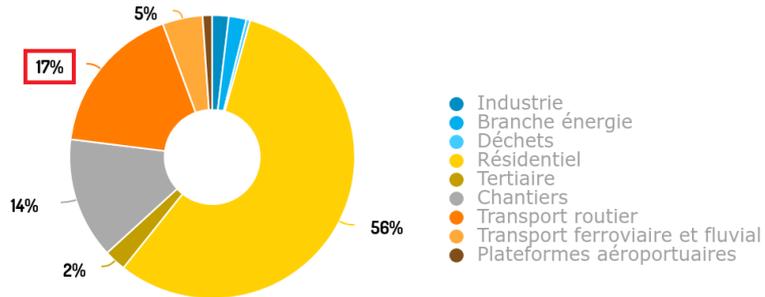
Les émissions de particules PM_{2.5} présentées dans cette section correspondent uniquement aux particules primaires de PM_{2.5}.

La Figure 6 présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de PM_{2.5} de la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a), elle explicite aussi la contribution des processus d'abrasion ou de combustion dans les émissions de PM_{2.5} du transport routier (b) et elle détaille la part des différents types de véhicules dans les émissions de PM_{2.5} du transport routier émises à l'échappement (c).

Comme pour les particules PM₁₀, le principal contributeur aux émissions de PM_{2.5} est le secteur résidentiel (responsable de plus de la moitié des émissions, avec une part de 56 %), notamment le chauffage et plus particulièrement le chauffage au bois. En effet, à l'échelle régionale, le chauffage au bois émet plus de 87 % des particules PM_{2.5} du secteur résidentiel en 2021 (et 81 % au sein de la Métropole du Grand Paris). La contribution du transport routier dans la Métropole du Grand Paris est également importante puisque **17 % des émissions primaires de PM_{2.5} sont engendrées par le transport routier.**

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

PM 2.5 - Métropole du Grand Paris

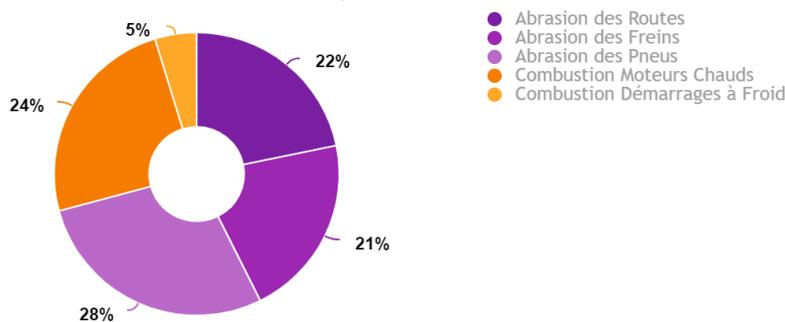


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

a) Contributions par secteur d'activité aux émissions de PM_{2.5}

Répartition des émissions - PM 2.5

2021 - Métropole du Grand Paris

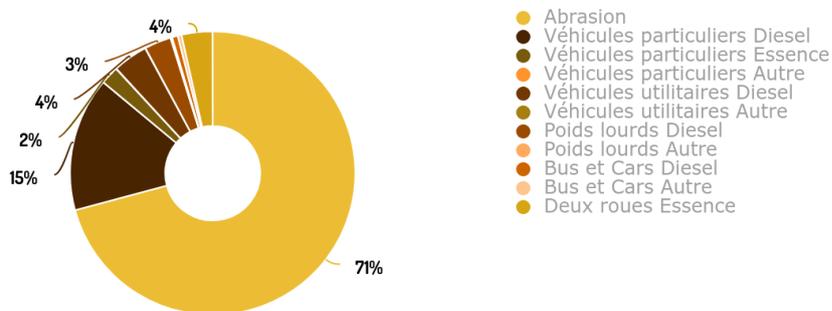


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

b) Contribution de l'abrasion et de la combustion aux émissions de PM_{2.5} du transport routier

Répartition des émissions - PM 2.5

2021 - Métropole du Grand Paris



AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

c) Contribution des différents véhicules aux émissions de PM_{2.5} du transport routier

Figure 6 : Contributions par secteur d'activité aux émissions primaires de particules (PM_{2.5}) dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a), et détail de la contribution du transport routier selon les processus d'abrasion ou de combustion (b) et selon le type de véhicule (c).

La contribution de l'abrasion est moins importante pour les PM_{2.5} que pour les PM₁₀ puisque les particules les plus fines sont davantage émises à l'échappement (i.e. associées à la combustion). Les émissions de particules PM_{2.5} du transport routier liées à la combustion représentent 29 % des émissions totales de particules PM_{2.5} du transport routier (contre 18 % pour les PM₁₀), et celles liées à l'abrasion représentent 71 % (contre 82 % pour les PM₁₀). L'abrasion des routes, des freins et des pneus est responsable de 12 % des émissions de PM_{2.5} tous secteurs confondus au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021. Les processus d'abrasion des routes et des freins contribuent chacun dans des proportions similaires aux émissions de

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

d'abrasion liés au transport routier (ils représentent respectivement 22 %, 28 % et 21 % des émissions de PM_{2.5} du transport routier). Parmi ces émissions de PM_{2.5}, la part provenant des pneus est légèrement plus importante, alors que pour les PM₁₀, les freins sont la source liée à des processus d'abrasion la plus importante.

Hors abrasion, les véhicules diesel sont responsables de 79 % des émissions primaires de particules PM_{2.5} du transport routier émises à l'échappement (i.e. associées à la combustion).

L'échappement des véhicules particuliers diesel contribue pour 15 % aux émissions métropolitaines de particules PM_{2.5} du secteur du transport routier (et pour 3 % aux émissions tous secteurs confondus).

En comparaison, la contribution de l'échappement des véhicules particuliers essence est de 2 % aux émissions de PM_{2.5} du transport routier en 2021 (alors que la distance totale parcourue dans la Métropole du Grand Paris par des véhicules particuliers essence est équivalente à celle des véhicules particuliers diesel). A l'échappement, les véhicules utilitaires légers émettent 4 % des PM_{2.5} émises par l'ensemble du secteur transport routier métropolitain, les poids lourds 3 %, et les deux-roues motorisés 4 % (et respectivement 14 %, 11 % et 12 % de ces émissions hors abrasion).

Les émissions des PM_{2.5} du transport routier ont également fortement diminué ces dernières années au sein de la Métropole du Grand Paris (-75 % entre 2005 et 2021), à l'instar des émissions totales qui ont été réduites de 49 % entre 2005 et 2021 (cf. Annexe 4). Plus précisément, entre 2015 et 2021, les émissions de PM_{2.5} liées au transport routier ont baissé de 48 % ; les émissions de PM_{2.5} tous secteurs confondus ont diminué de 19 % sur cette période.

3.1.4. Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

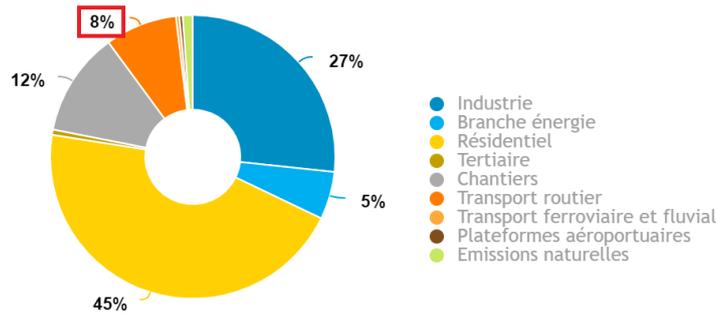
Les émissions de COVNM présentées dans cette section correspondent uniquement aux COVNM primaires. Le trafic routier est source de COVNM, qui sont émis par les véhicules à l'échappement, et également par évaporation, notamment au niveau du réservoir et du circuit de distribution du carburant. Les émissions de COVNM se produisant au moment du remplissage du réservoir dans les stations-service ne sont pas comptabilisées ici.

La Figure 7 présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de COVNM de la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a) et détaille la part des différents types de véhicules dans les émissions du trafic routier (b).

Les COVNM regroupent plusieurs centaines d'espèces qui sont recensées pour leur impact sur la santé (notamment le benzène) ou comme précurseurs impliqués dans la formation de l'ozone.

Les principaux contributeurs aux émissions de COVNM au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021 sont le résidentiel (45 %), l'industrie (27 %) et les chantiers (12 %). Le transport routier est émetteur de **COVNM à hauteur de 8 % dans la Métropole du Grand Paris.**

COVNM - Métropole du Grand Paris

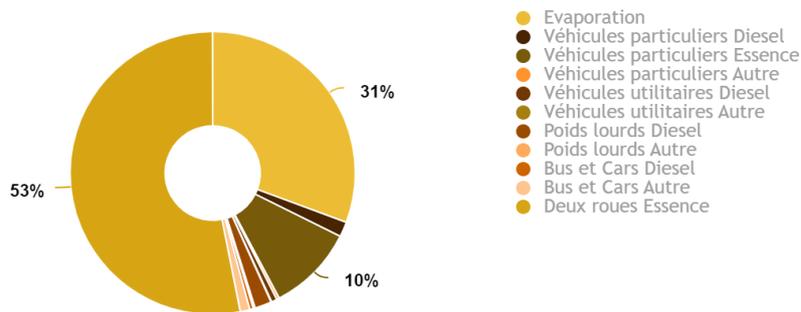


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

a) Contribution par secteur d'activité

Répartition des émissions - COVNM

2021 - Métropole du Grand Paris



AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

b) Contribution des différents types de véhicules aux émissions du transport routier

Figure 7 : Contribution par secteur d'activité (a) et détail des contributions au sein du transport routier (b) aux émissions primaires de COVNM dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021.

Contrairement aux particules et aux oxydes d'azote, principalement émis par les véhicules diesel, les émissions de COVNM du trafic routier proviennent principalement des véhicules fonctionnant à l'essence. Avec **plus de la moitié des émissions liées au transport routier métropolitain (53%), l'échappement des deux-roues motorisés est le principal émetteur de COVNM au sein du transport routier** (alors que ces véhicules représentent moins de 12 % des kilomètres parcourus dans la métropole) ; les deux-roues motorisés représentent ainsi 4 % des émissions totales de la Métropole du Grand Paris.

Le benzène est un des COVNM dont le transport routier est le principal émetteur. Les véhicules essence, notamment les deux-roues motorisés, émettent une part importante des émissions de benzène du transport routier.

Les émissions des COVNM du transport routier ont très fortement diminué ces dernières années au sein de la Métropole du Grand Paris (-84 % entre 2005 et 2021), à l'instar des émissions totales qui ont été réduites de plus de moitié (51 %) entre 2005 et 2021 (cf. Annexe 4). Plus précisément, entre 2015 et 2021, les émissions de COVNM liées au transport routier ont baissé de 39 % ; les émissions de COVNM tous secteurs confondus ont diminué de 6 % sur cette période. En effet, les émissions de COVNM dans le secteur du transport routier sont en nette diminution depuis la généralisation des pots catalytiques et la transition des deux-roues motorisés à moteur deux-temps à carburateur vers des véhicules quatre-temps à injection directe, moins émetteurs de COVNM à l'échappement comme à l'évaporation.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

3.1.5. Le dioxyde de carbone CO₂

La Figure 8 présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de CO₂ de la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a) et détaille la part des différents types de véhicules dans les émissions du transport routier (b).

Le secteur résidentiel et le transport routier sont les contributeurs principaux aux émissions de CO₂ au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021, puisqu'ils sont respectivement responsables de 28 % et 27 % de ces émissions. **Le secteur du transport routier représente donc plus d'un quart des émissions de CO₂ métropolitaines.**

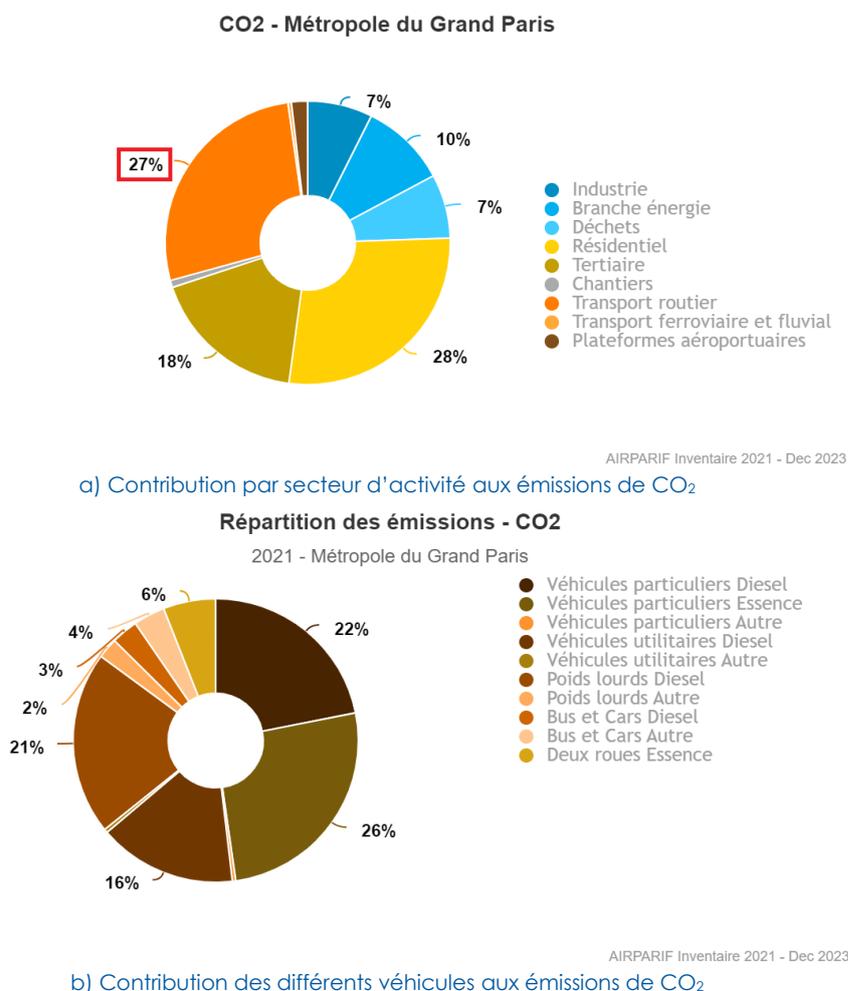


Figure 8 : Contributions par secteur d'activité (a) et détail des contributions au sein du transport routier (b) aux émissions de CO₂ dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021.

Les véhicules particuliers émettent près de la moitié (48 %) des émissions de CO₂ du transport routier, et représentent 13 % des émissions totales de CO₂ métropolitaines. Plus particulièrement, les véhicules particuliers diesel représentent 22 % (soit 7 % des émissions totales de CO₂ tous secteurs confondus) des émissions de CO₂ du transport routier sur le territoire de la Métropole du Grand Paris. Les véhicules essence y contribuent pour 26 % (soit 6 % des émissions totales de CO₂ tous secteurs confondus). Les véhicules utilitaires légers diesel contribuent respectivement à hauteur de 16 % aux émissions métropolitaines du trafic routier et les poids lourds diesel sont responsables de 23 % de ces émissions ; la part des bus et cars est de 7 % et celle des deux-roues motorisés est de 6 %.

Les émissions des CO₂ du transport routier ont sensiblement diminué ces dernières années au sein de la Métropole du Grand Paris (-32 % entre 2005 et 2021), à l'instar des émissions totales qui ont été réduites de 36 % entre 2005 et 2021 (cf. Annexe 4). La baisse est moins prononcée pour le transport routier (-15 %) ; les émissions de CO₂ tous secteurs confondus ont diminué de 12 % sur cette période.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de mise en ligne : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

La contribution du transport routier aux émissions de polluants et de gaz à effet de serre (GES) au sein de la Métropole du Grand Paris est importante. Le trafic routier représente ainsi un des leviers d'action permettant de réduire la pollution de l'air et l'exposition de la population.

Les émissions de polluants tous secteurs confondus ont nettement diminué ces dernières années ; il en est de même pour les émissions du transport routier. Ces baisses d'émissions ont participé à l'amélioration de la qualité de l'air observée au sein de la Métropole du Grand Paris, et plus largement en Île-de-France ces dernières années.

Ces baisses d'émissions sont à rapprocher des politiques publiques visant à réduire les émissions du trafic routier en favorisant les mobilités moins polluantes (transport en commun, covoiturage, véhicules électriques etc.) et les mobilités douces (marche, vélo etc.) déployées ces dernières années. La ZFE-m parisienne, instaurée dès 2016, puis la ZFE-m métropolitaine, mise en œuvre en juillet 2019, font partie intégrante de ces mesures ; elles permettent d'accélérer le renouvellement du parc technologique et ainsi de limiter les émissions de polluants de l'air liées au trafic routier.

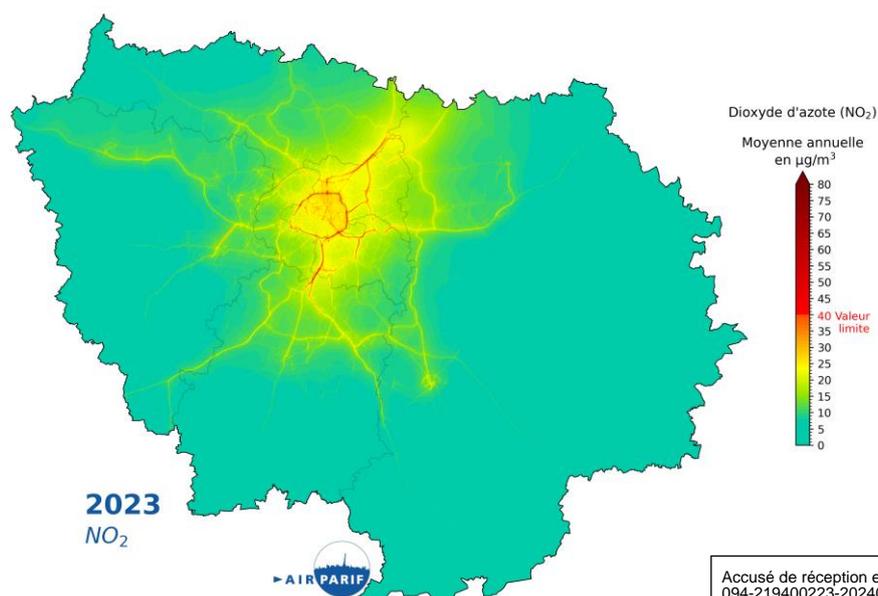
3.2. Une population exposée à des niveaux de pollution au-delà des valeurs limites

La baisse tendancielle des niveaux de pollution chronique de NO₂ et de particules PM₁₀ et PM_{2.5} se poursuit en 2023. Toutefois, les concentrations de NO₂ restent problématiques pour l'année 2023 en Île-de-France et plus particulièrement au sein de la Métropole du Grand Paris, avec des dépassements de la valeur limite réglementaire.

3.2.1. Dioxyde d'azote NO₂

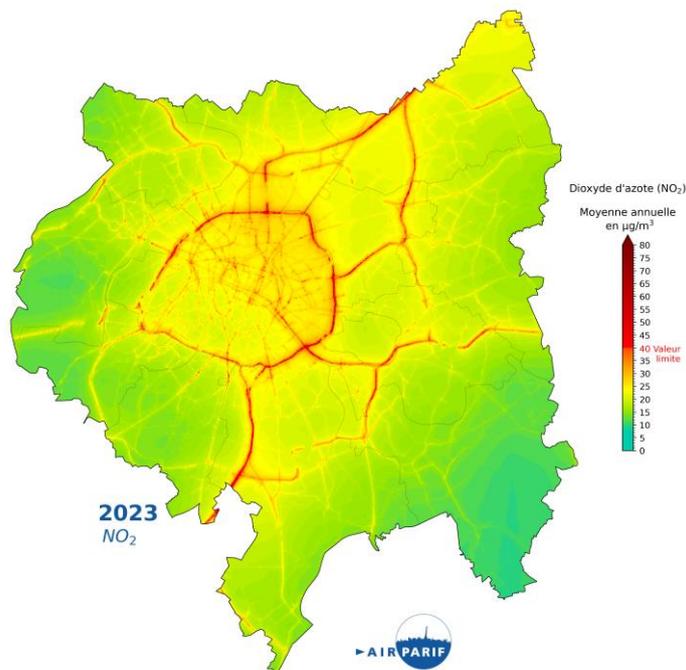
Les cartes de la Figure 9 présentent la concentration moyenne annuelle de NO₂ en 2023 en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b).

Les concentrations les plus élevées sont relevées au cœur de l'agglomération et plus particulièrement au voisinage des principaux axes routiers où d'importants dépassements de la valeur limite annuelle de NO₂ (40 µg/m³) ont été enregistrés. Ces dépassements sont relevés au droit et au voisinage des grands axes routiers (moyenne annuelle mesurée de 46 µg/m³ à la station trafic Boulevard Périphérique Est et à la station Autoroute A1 Saint-Denis).



a) Concentration moyenne de NO₂ en Île-de-France pour l'année 2023

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024



b) Concentration moyenne de NO₂ dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2023

Figure 9 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO₂) en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.

En 2023, environ 5 000 Franciliens sont exposés à un air dépassant la valeur limite annuelle. Ils résident exclusivement dans la Métropole du Grand Paris. **Le nombre d'axes routiers franciliens enregistrant des concentrations moyennes annuelles supérieures aux seuils réglementaires est en diminution** (comme pour les 3 années précédentes). En revanche, **la totalité des habitants de la Métropole du Grand Paris est exposée en 2023 à un air qui ne respecte pas les recommandations de l'OMS** annuelle (10 µg/m³ en moyenne annuelle) et journalière (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an). **Entre 2019 et 2023, une importante baisse des niveaux en NO₂ est observée tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, notamment dans le cœur de la Métropole du Grand Paris** (Figure 10) En 2019, environ 400 000 métropolitains étaient exposés à un air dépassant la valeur limite annuelle.

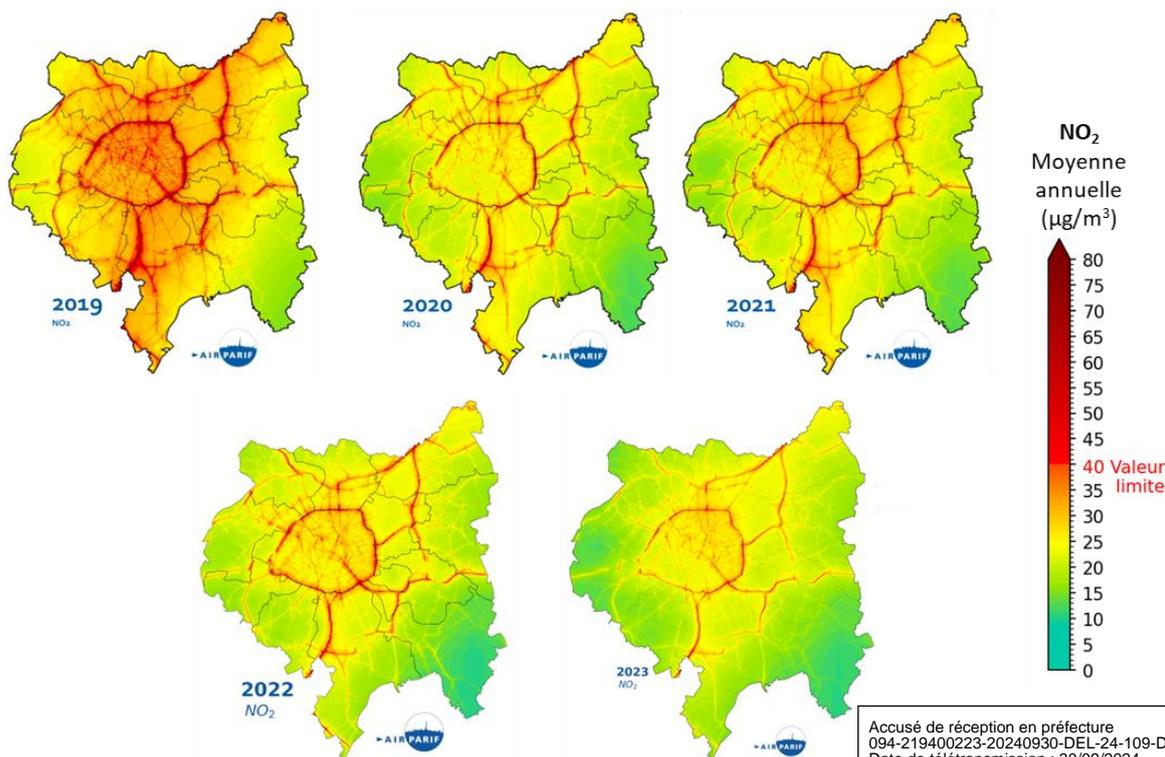


Figure 10 : Évolution de la concentration moyenne annuelle de NO₂ entre 2019 et 2023 dans la Métropole du Grand Paris.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception en préfecture : 30/09/2024

Ces 10 dernières années (2013 à 2023), une décroissance régulière des niveaux de NO₂ au sein de la Métropole du Grand Paris est observée, que cela soit à proximité des axes routiers (Figure 11) ou en situation de fond (Figure 12). Cette baisse est notamment expliquée par la baisse des émissions permise par le renouvellement du parc technologique et, dans une moindre mesure, la baisse du trafic routier dans Paris. Les concentrations en NO₂ aux stations dans Paris (Boulevard Périphérique compris) et dans la Métropole hors Paris ont diminué respectivement de 49 % et de 48 % en 10 ans. Cet écart de diminution au sein de la Métropole du Grand Paris s'explique par une diminution du trafic plus importante dans Paris et par des différences de composition du parc routier. Pour ce qui est de la station Autoroute A1 Saint Denis, les niveaux ont diminué en moyenne de 47 % entre 2013 et 2023.

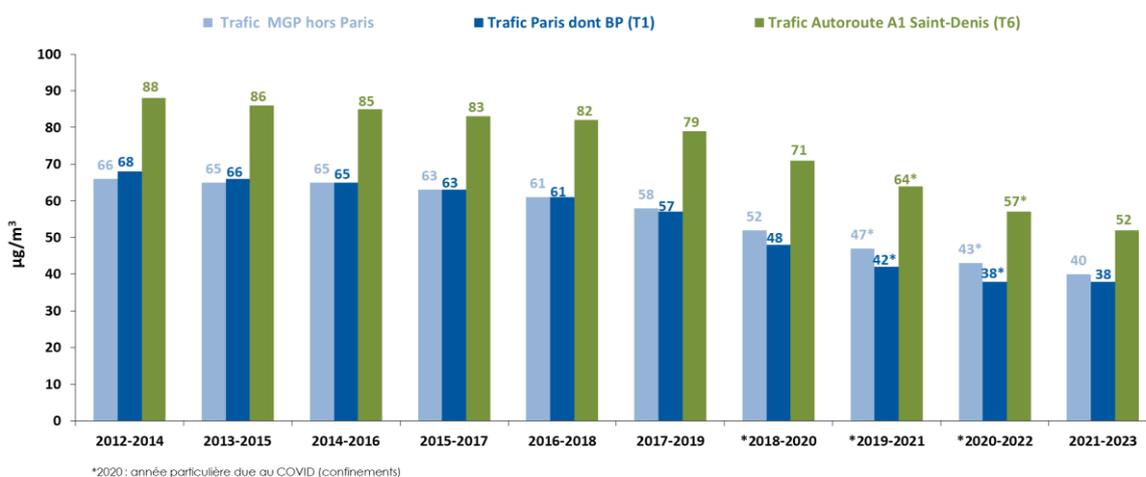


Figure 11 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en NO₂ des stations de proximité au trafic routier situées dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023

Sur les stations de fond, la baisse s'est particulièrement accentuée sur la période 2018-2020, en raison de la prise en compte des concentrations relevées lors de l'année 2020, année atypique en raison des mesures mises en place pour lutter contre l'épidémie de COVID-19. Par ailleurs, la moyenne trois ans (2021-2023) sur le fond parisien est pour la troisième fois plus faible que les niveaux de fond du reste de la métropole.

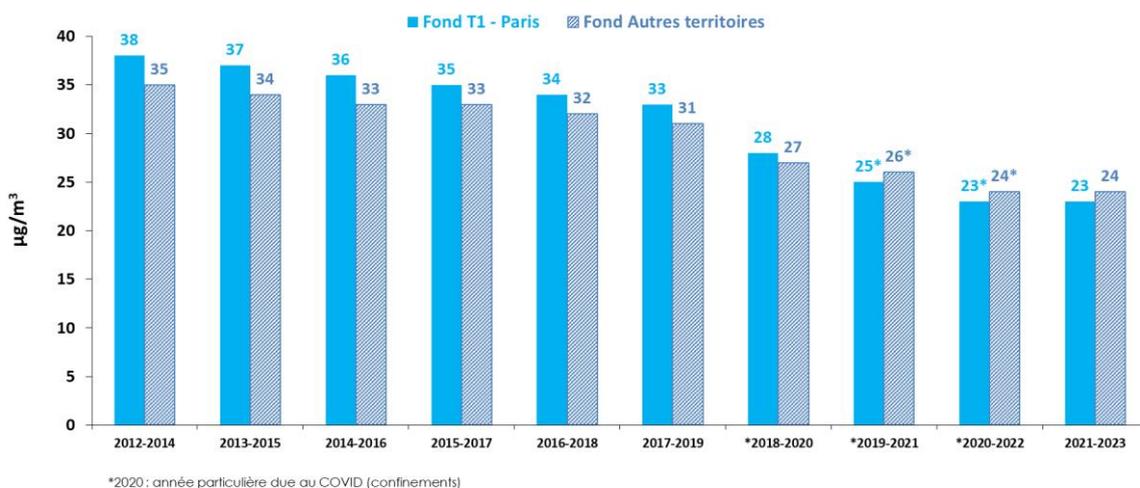
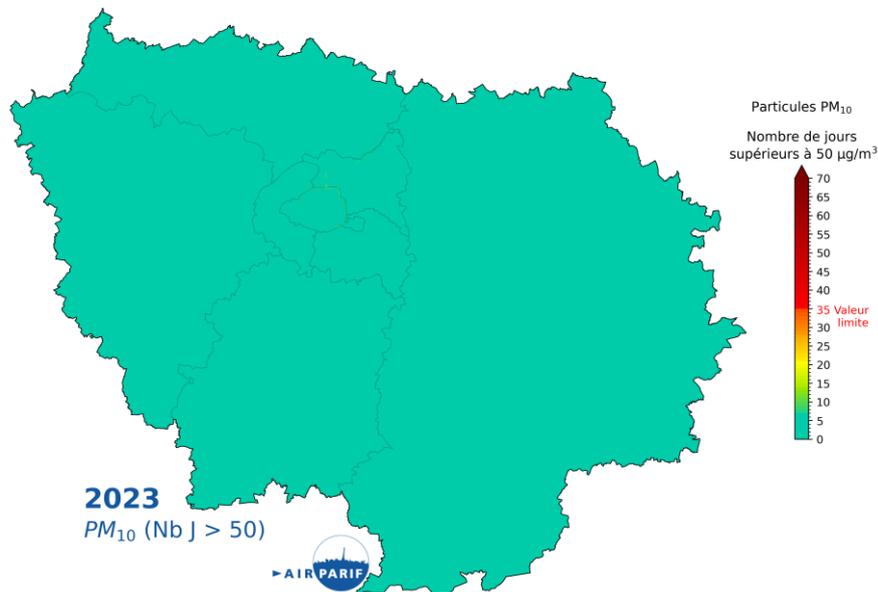


Figure 12 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en NO₂ des stations de fond situées dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023

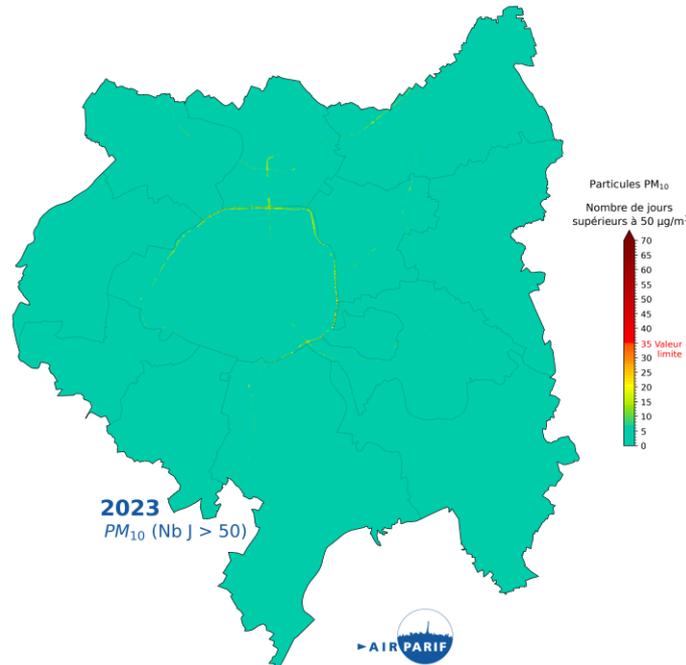
Accusé de réception en préfecture
 094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
 Date de télétransmission : 30/09/2024
 Date de réception préfecture : 30/09/2024

3.2.2. Particules PM₁₀

Les cartes de la Figure 13 présentent le nombre de jours de dépassement de la **valeur limite journalière** (au maximum 35 jours dépassant 50 µg/m³ en moyenne) en 2023 pour les particules PM₁₀, en Île-de-France (a) et au sein de la Métropole du Grand Paris (b).



a) Nombre de jours de dépassement du seuil journalier de PM₁₀ en Île-de-France pour l'année 2023



b) Nombre de jours de dépassement du seuil journalier de PM₁₀ dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2023

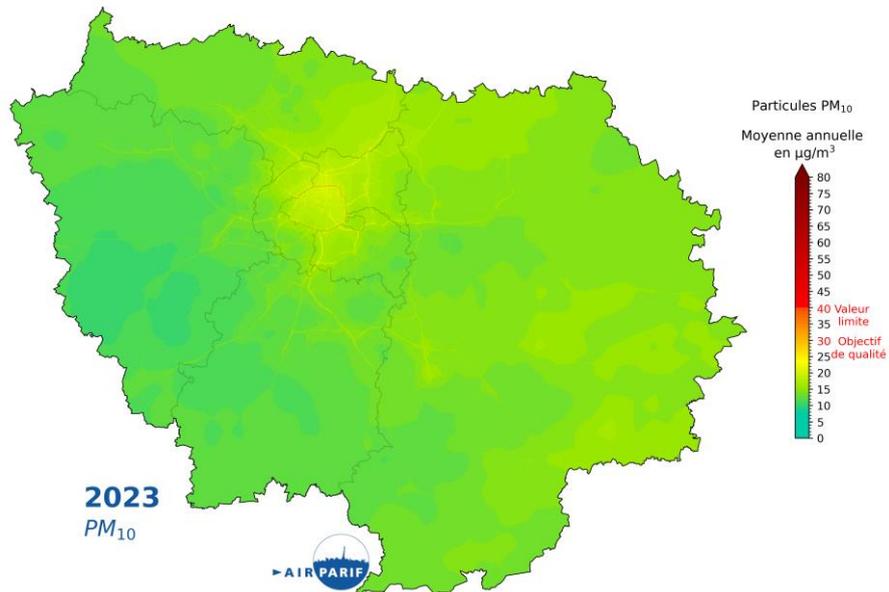
Figure 13 : Nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière pour les particules PM₁₀ en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.

Comme les années précédentes, **la valeur limite journalière est largement respectée en situation de fond en 2023. Le nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ pour les PM₁₀ en 2023 est légèrement supérieur à celui de 2022 en situation de fond** (2 à 5 jours de dépassement en 2023, contre 1 à 4 jours en 2022), **mais est inférieur à proximité du trafic routier** (entre 5 et 12 jours de dépassement en 2023, 5 jours pour la station de proximité au trafic Boulevard Haussmann et Place de l'Opéra à Paris, 12 jours pour la station Boulevard Périphérique Est ; contre 4 à 28 jours de dépassement en 2022) **et reste bien inférieur à la valeur limite journalière**. L'année 2023 a connu des conditions météorologiques globalement favorables à la dispersion de l'air.

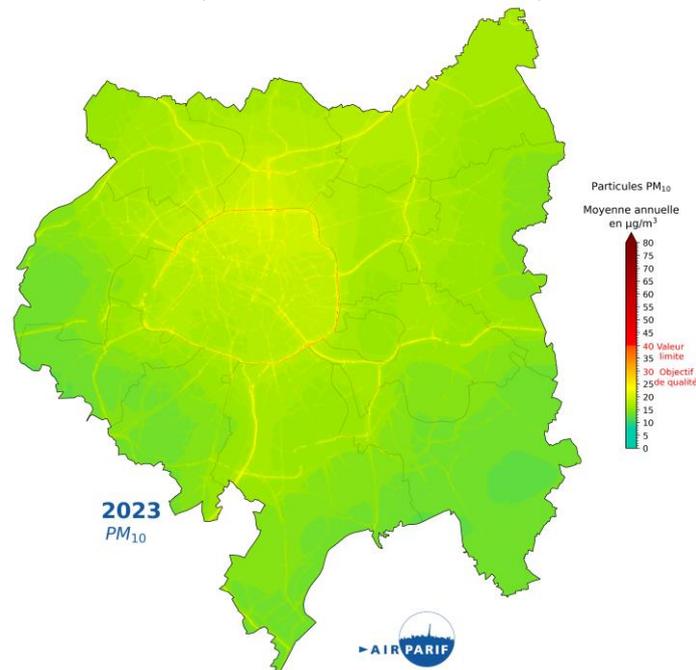
Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception en préfecture : 30/09/2024

En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (pas plus de 3 jours dépassant 45 µg/m³ en moyenne) n'est pas respectée sur l'ensemble du territoire.

Les cartes de la Figure 14 présentent la **concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀** en 2023 en Île-de-France (a), et dans la Métropole du Grand Paris (b). La valeur limite européenne associée à cet indicateur est de 40 µg/m³ en moyenne annuelle, l'objectif de qualité étant de 30 µg/m³.



a) Concentration moyenne de PM₁₀ en Île-de-France pour l'année 2023



b) Concentration moyenne de PM₁₀ dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2023

Figure 14 : Concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀ en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.

Les concentrations moyennes sont plus élevées aux abords des principaux axes de circulation régionaux. Au sein de la Métropole du Grand Paris, les concentrations sont plus élevées au cœur de l'agglomération et au voisinage des axes routiers majeurs.

En 2023, la valeur limite annuelle en PM₁₀ de 40 µg/m³ est respectée sur l'ensemble des sites de mesure de la métropole. La recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³) n'est pas respectée sur l'ensemble de la Métropole du Grand Paris. En 2019, la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ n'est pas respectée au sein de la Métropole du Grand Paris du fait de concentrations fortes aux abords des principaux

Accusé de réception en préfecture
094-21040223-20240930-DEI-24-108-05
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

axes de circulation ; la population exposée à des concentrations dépassant ce seuil était inférieure à 1 %.

La Figure 15 expose l'évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ entre 2019 et 2023. Les dépassements de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ d'une année sur l'autre sont très impactés par le contexte météorologique. Toutefois, on observe une baisse de nombre de jours de dépassement à proximité des axes routier, associée à une baisse des concentrations en proximité du trafic routier : la valeur limite journalière était dépassée sur le territoire de la Métropole du Grand Paris en 2019, en « dépassement peu probable » en 2021 et respectée en 2022 et 2023.

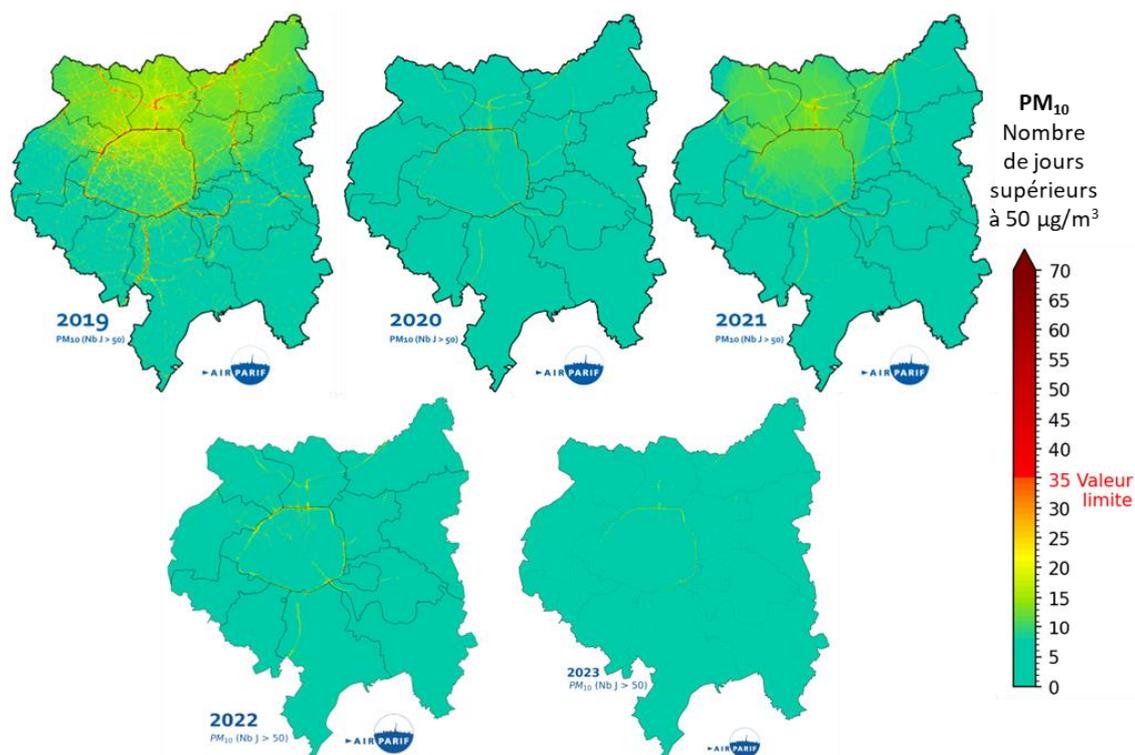


Figure 15 : Nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ en PM₁₀ de 2019 à 2023 dans la Métropole du Grand Paris.

La Figure 16 et la Figure 17 présentent l'évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en particules PM₁₀ mesurée au sein de la Métropole du Grand Paris, respectivement au niveau des stations de proximité au trafic routier et en situation de fond, de 2012-2014 à 2021-2023, en s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques.

Les teneurs moyennes en PM₁₀ dans la Métropole du Grand Paris montrent une tendance à la baisse régulière depuis les 10 dernières années. Entre 2013 et 2023, ces niveaux ont ainsi baissé d'environ 39 % sur les sites trafic du territoire de la Métropole du Grand Paris, et de 36 % sur les sites en situation de fond. Ces évolutions des concentrations de PM₁₀ sont à mettre en relation avec d'une part la diminution des émissions de PM₁₀ du secteur résidentiel, et d'autre part avec la baisse des émissions de particules primaires PM₁₀ du transport routier entre 2005 et 2021 de près de 66 %, liée principalement à l'évolution du parc routier et, dans une moindre mesure, à la baisse du trafic. **L'année 2023 s'inscrit bien dans la continuité de cette tendance à la baisse.**

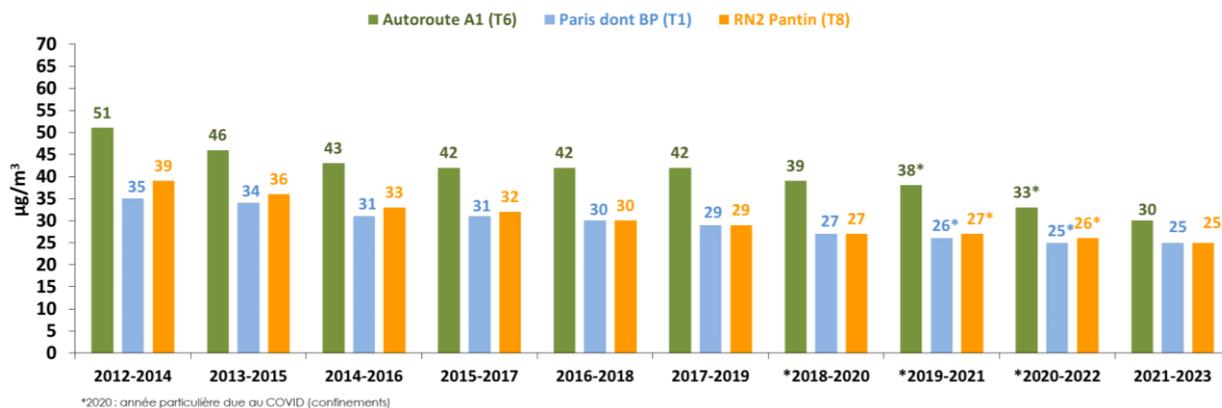


Figure 16 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en particules PM₁₀ mesurée sur les stations de proximité au trafic dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023

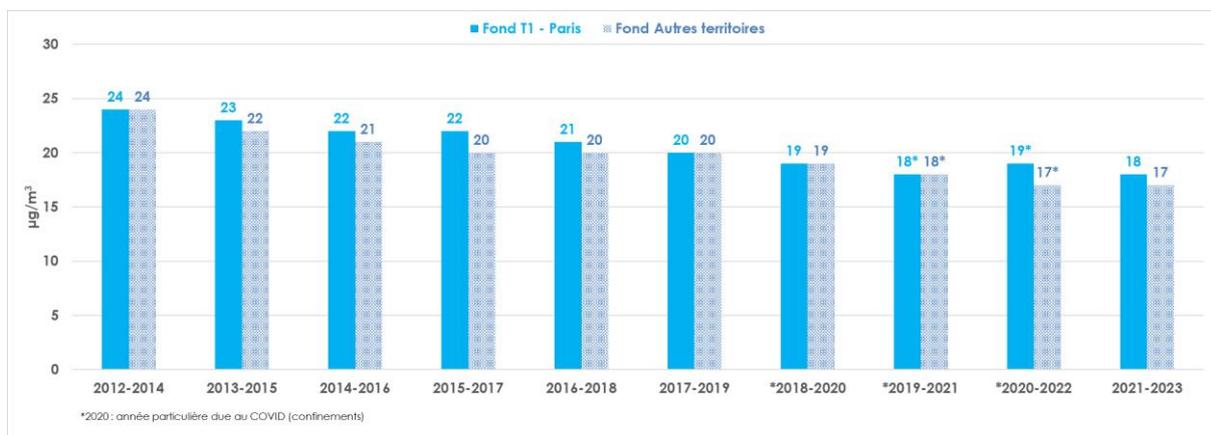
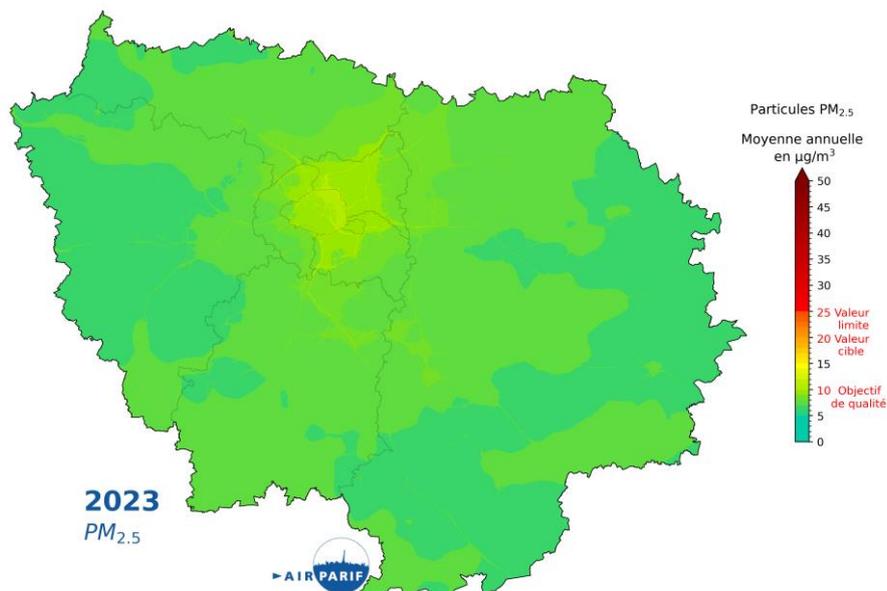


Figure 17 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en PM₁₀ des stations de fond situées dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023

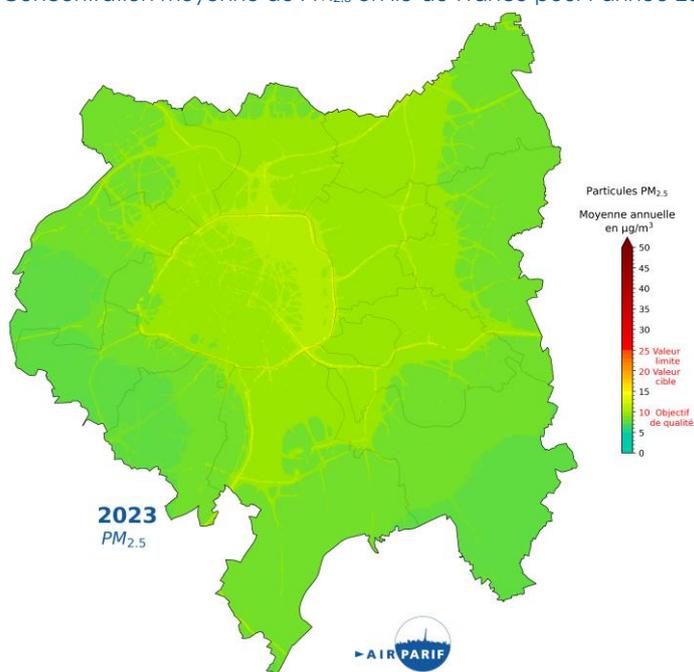
3.2.3. Particules PM_{2.5}

Les cartes de la Figure 18 présentent la concentration moyenne annuelle de particules PM_{2.5} en 2023 sur l'Île-de-France et la Métropole du Grand Paris.

Comme pour les PM₁₀, les concentrations moyennes de fond de PM_{2.5} sont assez homogènes sur le territoire métropolitain. Elles sont comprises entre 8 et 11 µg/m³ en 2023. Les concentrations les plus élevées sont relevées au voisinage des grands axes routiers, au cœur dense de Paris et au nord du territoire. **La valeur limite annuelle de 25 µg/m³ est respectée sur la totalité de la Métropole du Grand Paris en 2023.**



a) Concentration moyenne de PM_{2,5} en Île-de-France pour l'année 2023



b) Concentration moyenne de PM_{2,5} dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2023

Figure 18 : Concentration moyenne annuelle de particules PM_{2,5} en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.

En 2023, la recommandation annuelle de l'OMS (5 µg/m³) est dépassée sur l'ensemble du territoire, comme sur toute l'Île-de-France.

La Figure 19 expose l'évolution de la concentration moyenne annuelle de PM_{2,5} entre 2019 et 2023. Comme pour les PM₁₀, les teneurs annuelles de particules PM_{2,5} fluctuent du fait des conditions météorologiques. D'une année à l'autre, la localisation des concentrations les plus élevées varie spatialement, en lien avec les conditions météorologiques. Une tendance à la baisse est tout de même visible, notamment à proximité des axes routiers. La valeur limite annuelle était respectée en 2019 au sein de la Métropole du Grand Paris.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

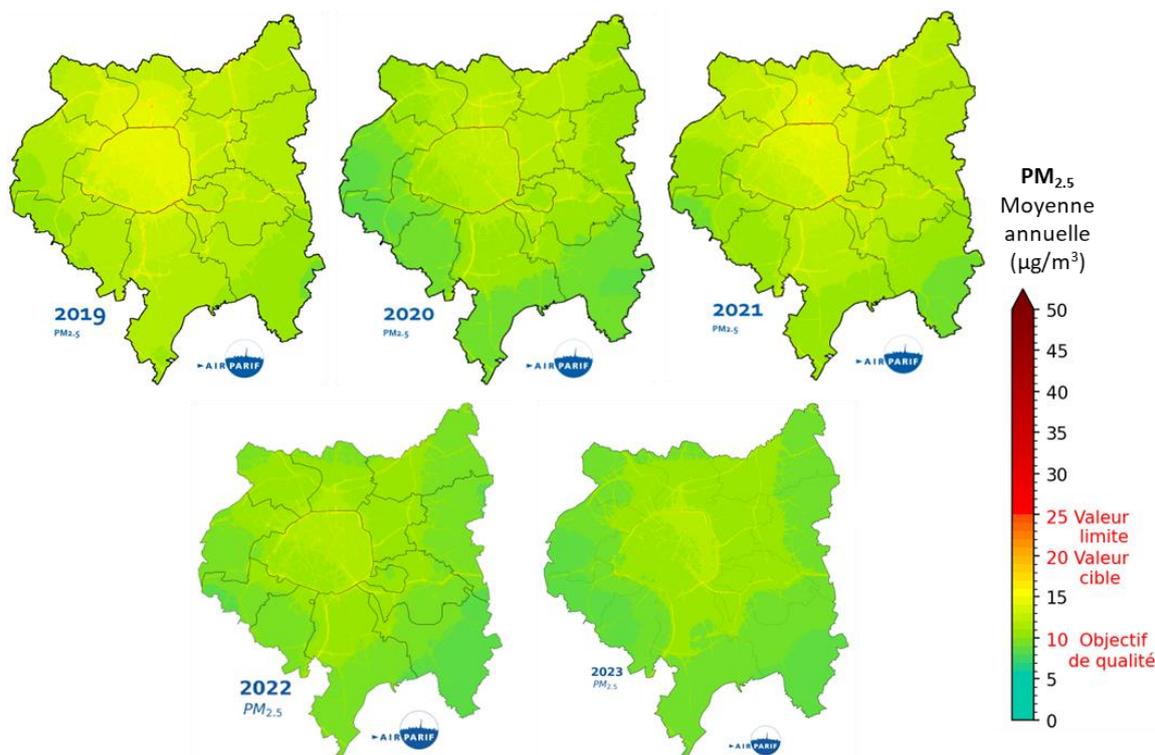


Figure 19 : Évolution de la concentration moyenne annuelle de $PM_{2.5}$ entre 2019 et 2023 dans la Métropole du Grand Paris.

Cette tendance à la baisse est illustrée par l'évolution de la population exposée à des seuils dépassant l'objectif de qualité ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) : celle-ci était de 6.5 millions de franciliens en 2019 et est de 1.1 million de franciliens en 2023. Elle est également illustrée par l'évolution des niveaux de $PM_{2.5}$ (moyenne glissante sur 3 ans) mesurée aux stations au sein de la Métropole (Figure 20). En effet, **les niveaux enregistrés par les stations urbaines de fond dans la Métropole du Grand Paris ont baissé de 41 % entre 2013 et 2023. Sur les sites trafic, représentés par les stations situées sur le Boulevard Périphérique Est et l'Autoroute A1 Saint-Denis, les niveaux moyens annuels de $PM_{2.5}$ ont baissé respectivement de plus de 41 % pour le premier et de 57 % pour le second sur les dix dernières années.**

Cette baisse s'explique par **la diminution des émissions de particules primaires émises par le transport routier, et par le secteur résidentiel (respectivement -75 % et -33 % entre 2005 et 2021)**. La baisse des émissions de $PM_{2.5}$ issues du trafic routier est plus importante que pour les PM_{10} car la majorité des $PM_{2.5}$ sont émises à l'échappement. Les particules PM_{10} comprennent une fraction importante liée à l'abrasion de la route, du moteur et des freins ainsi qu'à la remise en suspension des particules déposées sur la chaussée.

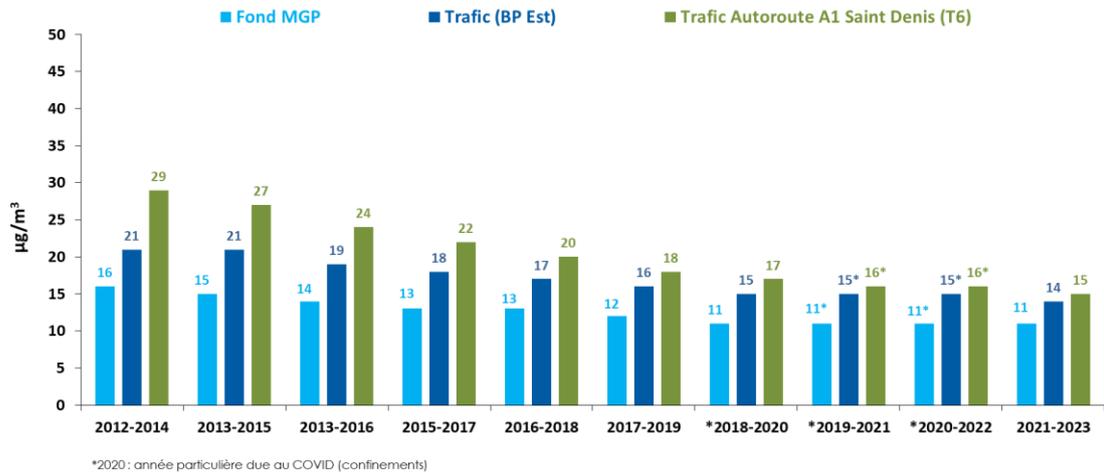


Figure 20 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en particules PM_{2.5} mesurée sur les stations dans la Métropole du Grand Paris

3.2.4. Benzène

Parmi les COVNM (composés organiques volatils non méthaniques) ayant un impact sur la santé, le benzène est un polluant dont les niveaux sont plus élevés à proximité du trafic routier.

En Île-de-France, des concentrations moyennes annuelles en benzène de 0,5 µg/m³ ont respectivement été mesurées en 2023 à la station de fond de Gennevilliers, tandis que la moyenne de ces concentrations pour les 6 stations de proximité au trafic est de 0,9 µg/m³. **Les concentrations de benzène les plus élevées sont relevées à proximité des axes de circulation**, lorsque les conditions de circulation sont souvent congestionnées, couplées à une configuration défavorable à la dispersion des polluants.

En 2023, la valeur limite européenne relative au benzène (5 µg/m³) est largement respectée dans la Métropole du Grand Paris, comme sur l'ensemble de l'Île-de-France.

Les niveaux des principaux polluants liés au trafic routier (NO_x, particules PM₁₀ et PM_{2.5}, et benzène) montrent une tendance à la baisse ces dernières années. Cette amélioration est particulièrement nette pour le NO₂, polluant local fortement associé au trafic routier et moins soumis aux variations météorologiques que les particules.

4. IMPACTS DE LA 3^{ème} ÉTAPE DE ZFE-m SUR LES ÉMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER

Préambule : L'ensemble des hypothèses, les choix des sources de données, les méthodologies de reconstitution des parcs technologiques et du trafic horaire pour la situation de référence et le scénario de ZFE-m ont été élaborés par Airparif à partir de données fournies par la DRIEAT Île-de-France, la Ville de Paris et la Métropole du Grand Paris, et validés par le groupe de travail « ZFE-m » formé par la Métropole du Grand Paris regroupant les spécialistes du trafic participants au projet : Ville de Paris, DRIEAT Île-de-France, Île-de-France Mobilités, APUR, Université Gustave Eiffel, Institut Paris Région, ADEME.

4.1. Trafic routier

L'évaluation des gains d'émissions nécessite de connaître le trafic routier heure par heure avec les vitesses associées, ainsi que le parc roulant et technologique pour les différents cas considérés (situation de référence et scénario ZFE-m). La DRIEAT fournissant des données aux heures de pointe, il a été nécessaire de reconstituer le trafic routier à l'échelle horaire.

La **DRIEAT a calculé le trafic routier aux heures de pointe du matin (HPM, 6h-10h) et du soir (HPS, 16h-20h)** sur l'ensemble de l'Île-de-France pour la situation de référence et le scénario de ZFE-m (cf. Annexe 2). Le trafic routier modélisé, illustré par la Figure 1, compte environ 10 000 km de voirie.

La répartition horaire du trafic a été réalisée en s'appuyant sur des profils de trafic (des flux de véhicules et des vitesses) à différentes échelles temporelles (mois, semaine, journée) et spatiales (Paris intramuros, Boulevard Périphérique, Routes et Autoroutes). Ces profils ont été établis à partir de données transmises par la Direction de la Voirie et des Déplacements (DVD) de la Ville de Paris¹⁶ pour le trafic parisien et du Boulevard périphérique et la Direction des Routes d'Île-de-France (DIRIF)¹⁷ pour les routes en dehors de la capitale et les autoroutes.

La Figure 21 présente, à titre d'exemple, les profils mensuels (a) et hebdomadaires (b) des flux de véhicules obtenus pour chacune des quatre zones considérées, à savoir Paris Intra-muros, le Boulevard Périphérique, les autoroutes et les axes routiers en dehors de Paris.

Dans les zones Paris intra-muros, autoroutes et routes, un minimum de trafic routier est observé en août, au cœur de la période estivale. Pour le Boulevard Périphérique, le trafic reste stable sur toute l'année. Le trafic en jour ouvré, le samedi ou le dimanche montre le plus de différences pour les zones Paris intra-muros, autoroutes et routes, pour lesquels on observe une baisse de trafic le samedi (respectivement -12 %, -14 % et -15 % par rapport à un jour ouvré) et encore plus le dimanche (respectivement -19 %, -19 % et -25 % par rapport à un jour ouvré). Pour le Boulevard Périphérique, la baisse de trafic le weekend est moins marquée.

À partir de ces profils mensuels, hebdomadaires et horaires, il est possible de reconstituer le trafic routier horaire (flux de véhicules et vitesses) pour n'importe quelle heure de l'année, sur tout type d'axe.

¹⁶ Source : bilan des déplacements 2014.

¹⁷ Autoroutes et routes : profil mensuel d'après les données autoroutes de la DIRIF avec les données de la DRIEAT Île-de-France. Pour un même axe, le calcul a été fait à partir de plusieurs points de comptage. Pour les routes, les données de la N118 dans les deux sens et de la N13, seules données mises à disposition, ont été utilisées.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception en préfecture : 30/09/2024

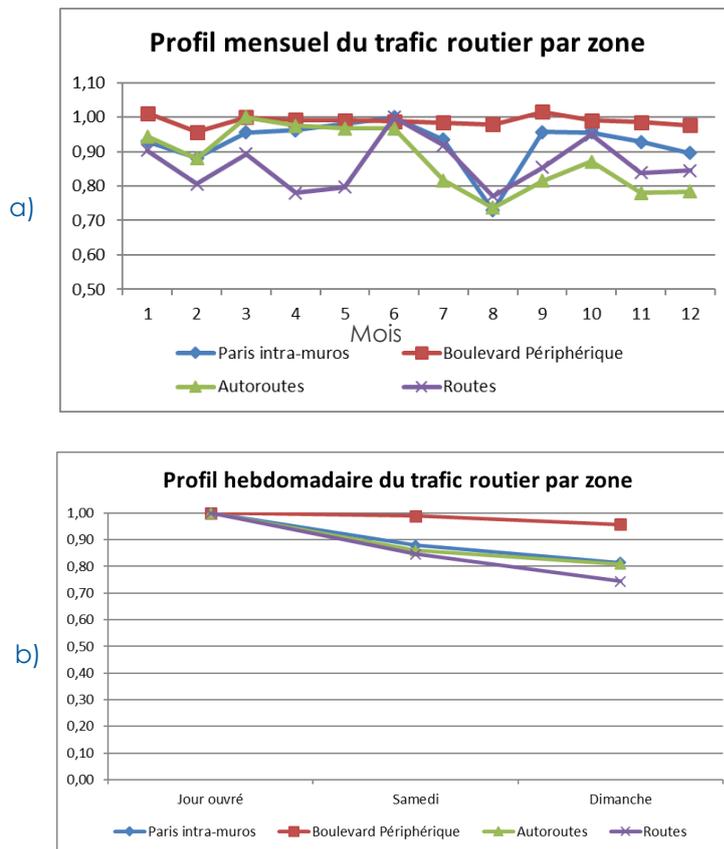


Figure 21 : Profils mensuels (a) et hebdomadaires (b) du trafic routier, par zone (Paris intramuros, Boulevard Périphérique, Autoroutes et Routes). Source : Airparif d'après les données DRIEAT, DIRIF et Ville de Paris.

Les évaluations de la DRIEAT montrent un volume du trafic routier stable entre le scénario de ZFE-m et la situation de référence à l'échelle de l'Île-de-France.

4.2. Parcs roulants et technologiques

Afin de réaliser l'évaluation la plus précise possible de l'impact des mesures prévues, Airparif s'est appuyée sur les données de **parc roulant** et de **parc technologique** les plus récentes et les plus précises disponibles au moment du lancement de l'étude.

La Métropole du Grand Paris a réalisé en juin 2022 sa deuxième « enquête plaques », suite à celle réalisée en septembre 2018. Ces études, consistant à relever les plaques d'immatriculation des véhicules en circulation sur un ensemble de sites routiers, permettent une caractérisation détaillée du parc circulant en termes de composition technologique. En effet, l'observation est réalisée 24h/24, sur une période de 15 jours pour l'enquête de 2018 et de 20 jours pour celle de 2022, ce qui permet de relever plusieurs millions de passages de véhicules observés et l'identification unique de plusieurs millions de véhicules immatriculés en France.

L'enquête de 2022 a été réalisée sur 10 sites déjà enquêtés en 2018, auxquels ont été ajoutés 14 sites supplémentaires, soit un total de 24 sites routiers (dont 3 sites sont situés en dehors du périmètre de la ZFE-m). Ainsi, ont pu être relevés 24,3 millions de passages de véhicules et 3,7 millions de véhicules uniques immatriculés en France lors de l'enquête 2022, contre 7,5 millions de passages de véhicules et 1,5 millions de véhicules immatriculés en France lors de l'enquête 2018. Ces données permettent d'enrichir les connaissances sur la composition technologique du parc en circulation observé aux différents sites, sur différentes typologies de routes et sur différentes zones géographiques, notamment la différence de parc entre les véhicules circulant au sein

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de réimpression : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

en dehors. Elles ont été exploitées pour constituer le parc technologique dans la ZFE-m métropolitaine.

Il est important de noter que ces deux « enquêtes plaques » ont permis de mettre à jour le parc technologique en dehors de Paris. Les derniers éléments dataient de 2013 (« enquête plaques » réalisée dans le cadre du projet ZAPARC) et les méthodologies d'échantillonnages sont relativement différentes. De ce fait, le parc technologique hors Paris a évolué par rapport à celui des précédentes études de préfiguration de ZFE-m.

Concernant le parc technologique parisien, des « enquêtes plaques » régulières effectuées par la Ville de Paris ont permis de mettre régulièrement à jour les données. La dernière enquête plaques spécifiquement réalisée par la ville de Paris et intégrée pour cette étude date de novembre 2019. Les relevés ont été effectués aux mêmes points que l'enquête plaques datant de 2016, à l'aide d'un dispositif mixte entre relevés par des agents et l'utilisation de caméras.

Les enquêtes plaques 2018, 2019 et 2022 permettent d'obtenir des informations sur le parc depuis la mise en place de la ZFE-m dans Paris et dans la Métropole du Grand Paris.

A noter que les données relatives au parc observé sont à différencier de celles du parc dit « statique » ou « en circulation » (comprendre « parc en capacité de circulation »), fournies annuellement par le SDES¹⁸. En effet, ce parc « statique » permet de connaître la composition du parc de véhicules détenus, la géolocalisation des véhicules se basant sur celle associée à l'immatriculation du véhicule. Les données obtenues lors des enquêtes plaques permettent de géolocaliser où le véhicule circule effectivement.

Les données de parcs utilisées ci-dessous sont des données exprimées en véhicules.kilomètres, c'est-à-dire la somme de la distance parcourue par les véhicules, avec un détail sur le type de véhicule (parc roulant) et la carburant, puissance-moteur, norme Euro (parc technologique).

4.2.1. Parc roulant de référence

Le **parc roulant** distingue les véhicules selon 5 types de véhicules : **véhicules particuliers (VP)** ; **véhicules utilitaires légers (VUL)** ; **poils lourds (PL)** ; **bus et cars (TC)** et **deux-roues motorisés (2RM)**. Il est spécifique à un type de route (Urbain, Boulevard Périphérique, Route et Autoroute) et varie selon le type de jour (jour ouvré, samedi/veille de jour férié et dimanche/jour férié) et chacune des 24 heures de la journée.

Les parcs roulants pour les types de route « Urbain » et « Boulevard Périphérique » sont construits sur la base des enquêtes plaques locales réalisées à intervalles réguliers sur le territoire de Paris et du Boulevard Périphérique¹⁹. Pour les types de route « Route » et « Autoroute », les parcs roulants sont construits sur la base de données de comptages SIREDO fournies par la DIRIF sur les routes nationales et autoroutes franciliennes.

La Figure 22 présente le parc roulant 2019 utilisé pour caractériser le trafic urbain les jours ouvrés. En moyenne, sans prendre en compte des volumes horaires de trafic, le parc urbain est composé à 68 % de VP, 12 % de VUL, 15 % de 2RM, et 3 % de PL et 2 % de TC. Quelle que soit l'heure de la journée, les VP représentent plus de la moitié du parc roulant urbain ; leur part varie entre 53 et 82 % selon les heures. Les VUL sont davantage présents dans la journée, entre 6h et 18h, également en soirée de 19h à 21h ; leur part maximale (21 %) est atteinte à 8h du matin. La part des 2RM est plus importante de 6h à 21h, mais reste stable autour de 17 %. La part des TC est plus importante la

¹⁸ Données sur le parc automobile français au 1^{er} janvier 2023 : <https://www.statistiques-solides.durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-automobile-francais-au-1er-janvier-2023>

¹⁹ Etudes de la ville de Paris : Composition du trafic - Paris intra-muros et Corridor

journée que la nuit et atteint un maximum de 4 %. Pour les PL, leur part est la plus importante en matinée (entre 4h et 9h), puis reste stable en journée.

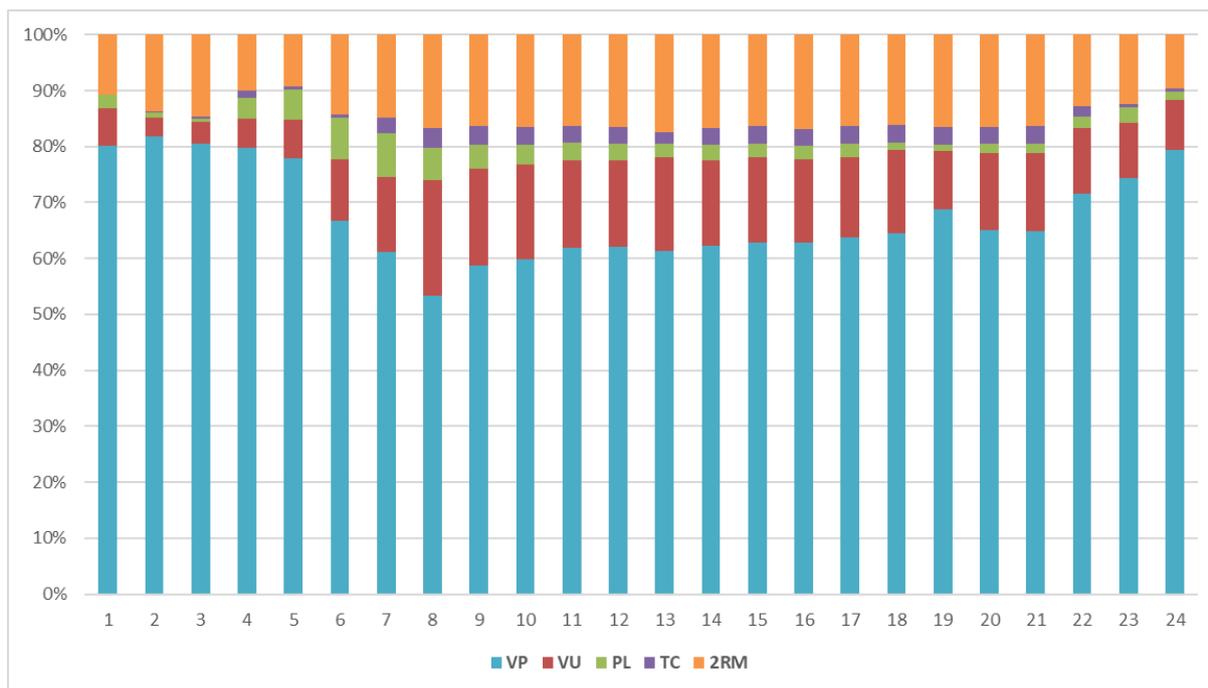


Figure 22 : Parc roulant les jours ouvrés (JO) sur les axes urbains, selon les heures de la journée.

Bien que les VP restent majoritaires, le parc périurbain présente davantage de VUL et de PL que le parc urbain, au détriment des VP et 2RM.

4.2.2. Parc technologique de référence

Pour les cinq types de véhicules (VP, VUL, PL, TC et 2RM), **la connaissance de la composition du parc roulant en termes de carburant, de norme euro et de puissance du moteur (PTAC pour les PL et les TC) est indispensable** pour calculer précisément les émissions de polluants atmosphériques qui varient en fonction des véhicules et de leur âge. Cette décomposition fine du parc roulant s'appuie sur la connaissance du **parc technologique**.

La caractérisation du parc technologique à l'échelle de la Métropole du Grand Paris pour la situation de référence 2025 et pour le scénario de ZFE-m métropolitaine a fait appel à plusieurs sources de données qui ont été étudiées et compilées (cf. Annexe). Les données des **enquêtes plaques réalisées par la Ville de Paris en novembre 2014, novembre 2016, novembre 2019, et celle faite par la Métropole du Grand Paris en septembre-octobre 2018, juin 2022 ainsi que les résultats du projet ZAPARC en 2013 ont été exploitées par Airparif** pour caractériser le parc technologique métropolitain, en complément du parc technologique national fournit par le CITEPA. La comparaison des différents parcs disponibles montre des différences significatives avec les données à l'échelle nationale, et confirme l'intérêt de disposer de parcs « locaux ».

Ainsi, le parc technologique de l'année 2025 pour la situation de référence est un parc prospectif issu des projections du CITEPA à l'échelle nationale et « corrigé » par les données locales des enquêtes plaques parisienne (2014, 2016, 2019) et métropolitaine (2013, 2018, 2022).

La Figure 23 présente en premier le parc technologique par type de véhicule au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021 (inventaire 2021 – AIRPARIF 2023). Les véhicules sont catégorisés selon la nomenclature Crit'Air.

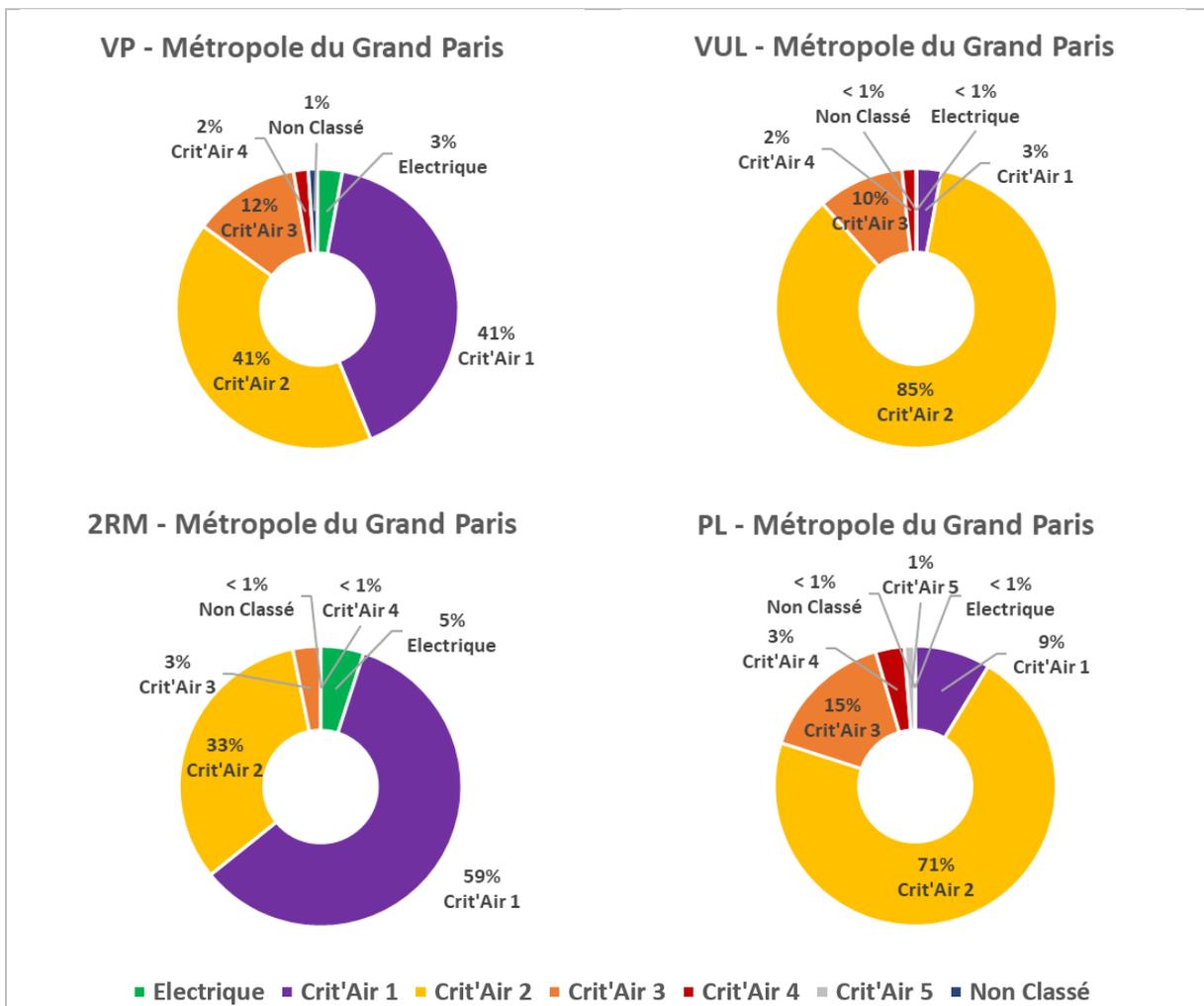


Figure 23 : Parcs technologiques (répartition des vignettes Crit'Air) par type de véhicule au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021 (parts de la distance parcourue en véhicules.km)

Les catégories « Crit'Air 1 » et « Crit'Air 2 » rassemblent conjointement 82 % des véhicules particuliers (VP), ces deux catégories représentant chacune une part équivalente, soit 41 %, de ce parc de VP. La part majoritaire des kilomètres parcourus pour les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL) est réalisée par des véhicules de la catégorie « Crit'Air 2 » (respectivement 85 % et 71 %). En revanche, les deux-roues motorisés (2RM) sont majoritairement des véhicules « Crit'Air 1 » (59 % « Crit'Air 1 » et 33 % « Crit'Air 2 »).

Parmi les différents types de véhicules (hors 2RM), les véhicules particuliers (VP) présentent le parc technologique le plus récent (selon la classification Crit'Air), c'est-à-dire qu'ils comportent la plus grande part de kilomètres parcourus par des véhicules « Crit'Air 1 » (41 %) et « électrique » (3%). Les véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » représentent environ 15 % des kilomètres parcourus par les VP au sein du territoire métropolitain en 2021.

Les véhicules utilitaires légers (VUL), roulant majoritairement au diesel (par conséquent classés au mieux « Crit'Air 2 »), sont composés d'une part très faible des véhicules de la classe « Crit'Air 1 » et « électrique » (respectivement 3 % et inférieur à 1 % des kilomètres parcourus sur le territoire métropolitain en 2021) et d'une part largement majoritaire de véhicules « Crit'Air 2 » (85 %). Les véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » représentent environ 10 % des kilomètres parcourus par les VUL au sein de la Métropole en 2021, soit légèrement moins que les VP.

Accusé de réception en préfecture
09-21940023-20240929-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

De la même manière que les VUL, les poids lourds (PL) roulant majoritairement au diesel, le « Crit'Air 1 » est peu représenté. Le parc technologique des PL est majoritairement composé de véhicules « Crit'Air 2 » et « Crit'Air 3 » : ils représentent environ 86 % du trafic des PL sur le territoire de la Métropole du Grand Paris (dont 71 % pour les « Crit'Air 2 » seulement). Les véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » représentent environ 19 % du trafic des poids lourds sur le territoire en 2021, soit la plus grande part de véhicules anciens parmi les différents types de véhicules.

Les véhicules deux-roues motorisés (2RM) ne sont pas concernés par la catégorie « Crit'Air 5 ». Le parc des 2RM est caractérisé par une part importante de véhicules « Crit'Air 1 » et électriques (respectivement 59 % et 5 % des véhicules.km parcourus par les 2RM en 2021 sur le territoire métropolitain). La part des 2RM de vignette « non classés », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » représente 3 % du trafic des 2RM sur le territoire.

4.2.3. Impact de la ZFE-m sur le parc technologique

Le parc technologique prospectif pour la situation de référence en 2025, à savoir une situation 2025 intégrant la 2^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine (interdiction des véhicules « non classés », « Crit'Air 5 » et « Crit'Air 4 » dans le périmètre à l'intérieur de l'autoroute A86, autoroute A86 exclue) a été construit par Airparif à partir des enquêtes plaques locales et des évolutions nationales des parcs CITEPA pour cette échéance.

Le parc technologique prospectif pour le scénario de la ZFE-m métropolitaine en 2025 a été construit à partir de la situation de référence 2025, en étendant la restriction de circulation aux « Crit'Air 3 » au sein du même périmètre ZFE-m.

L'hypothèse retenue collectivement est que **les véhicules concernés par les restrictions de circulation se reportent vers des véhicules de la catégorie la plus vertueuse à cylindrée identique, au prorata des données les plus récentes sur les ventes de carburant des véhicules neufs**²⁰. Pour les véhicules particuliers et deux-roues motorisés, ce report est de 70 % car il a été considéré que 30 % des trajets en véhicules particuliers ou deux-roues motorisés concernés par les restrictions de circulation seraient concernés par un changement d'itinéraire – lorsqu'ils le peuvent - pour éviter la ZFE-m (report d'itinéraire) ou par report sur les transports en commun ou les modes de déplacement doux tels que la marche et le vélo (report modal).

La Figure 24 présente le parc technologique circulant en 2025 (en véhicules.kilomètres) dans la ZFE-m et hors ZFE-m, pour la situation de référence (à gauche, diagrammes 1.a et 1.b) et le scénario de la ZFE-m métropolitaine (à droite, diagrammes 2.a et 2.b). La répartition repose comme précédemment sur la nomenclature Crit'Air.

²⁰ Sont prises en compte les données régionales 2020 sur les immatriculations des véhicules neufs. Les données nationales d'immatriculation des véhicules neufs sont disponibles, alors que les données régionales sont dynamisées par l'évolution observée à l'échelle nationale entre 2020 et 2023.

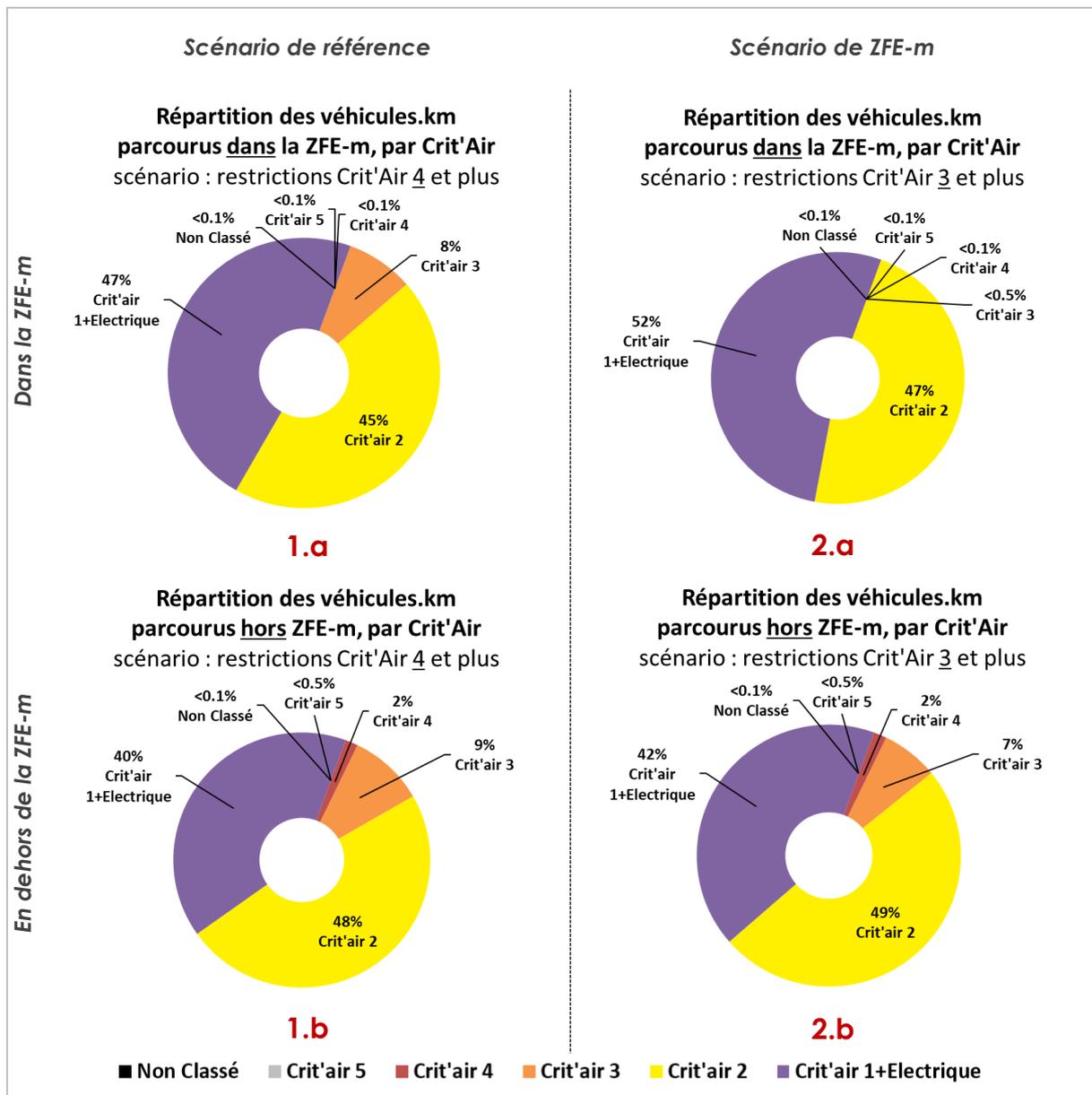


Figure 24 : Répartitions des véhicules.kilomètres parcourus dans la situation de référence 2025 (à gauche, diagrammes 1) et dans le scénario de ZFE-m 2025 (à droite, diagrammes 2), au sein du périmètre ZFE-m (en haut, diagrammes a), et en dehors de la ZFE-m (en bas, diagrammes b).

Dans le périmètre de la ZFE-m (intérieur de l'A86, A86 exclue), la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de ZFE-m concernerait environ 8 % des kilomètres parcourus dans la zone (Figure 24, diagramme 1.a). En interdisant la circulation aux « Crit'Air 3 » et plus anciens, la part des véhicules « Crit'Air 2 » serait de 47 % et celle des « Crit'Air 1 » ou électriques serait de 52 % (Figure 24, diagramme 2.a).

La part des véhicules interdits au sein de la ZFE-m métropolitaine (« Crit'Air 4 » et plus anciens pour la situation de référence ou « Crit'Air 3 » et plus anciens pour la situation ZFE-m), ne disparaîtrait pas entièrement du parc technologique car la restriction de circulation sur les VP, VUL et 2RM les plus anciens s'applique uniquement les jours ouvrés, et est autorisée le weekend. De ce fait, une faible proportion de ces véhicules « interdits » pourrait circuler en dehors des jours de mise en œuvre de la ZFE-m.

La mise en place de la ZFE-m aurait également un impact sur le parc technologique hors ZFE-m. En effet, cela concernerait les véhicules utilisés pour les trajets en lien avec la ZFE-m (i.e. avec une origine et/ou une destination dans la ZFE-m, ou encore en transit par la ZFE-m). Le parc en dehors de la ZFE-m serait initialement légèrement moins récent que celui au sein de la ZFE-m. Dans le scénario de référence, la part des « Crit'Air 1 » ou électriques serait de 40 %, celle des « Crit'Air 2 »

Accusé de réception en préfecture
094219400223-20240930-DEF24108105
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

de 48 %, et celle des « Crit'Air 3 » de 9 % (diagramme 1.b). En interdisant la circulation aux « Crit'Air 3 » et plus anciens, leur part descendrait à 7 %, tandis que celle des véhicules « Crit'Air 2 » et des « Crit'Air 1 » ou électriques serait légèrement augmentée, passant respectivement à 42 % et 49 % (diagramme 2.b).

La Figure 25 illustre, **pour chaque catégorie de véhicules**, le parc technologique en 2025 au sein de la ZFE-m pour la situation de référence et celui pour la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine. L'impact de la ZFE-m pourrait varier selon la zone, et selon le type de véhicules.

Au sein de la ZFE-m métropolitaine, les types de véhicules les plus touchés par la restriction de circulation des véhicules « Non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 », seraient les VP et les PL avec 10 % des kilomètres parcourus de chacune de leur catégorie, suivis des VUL (6 %). Pour les 2RM, la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine concernerait moins de 1 % des kilomètres parcourus par ce type de véhicules.

Par ailleurs, **la mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine n'impliquerait pas de baisse significative du volume de trafic routier** (exprimé en véhicules.kilomètres) selon les résultats de la modélisation fournis par la DRIEAT pour le scénario de référence et le scénario ZFE-m.

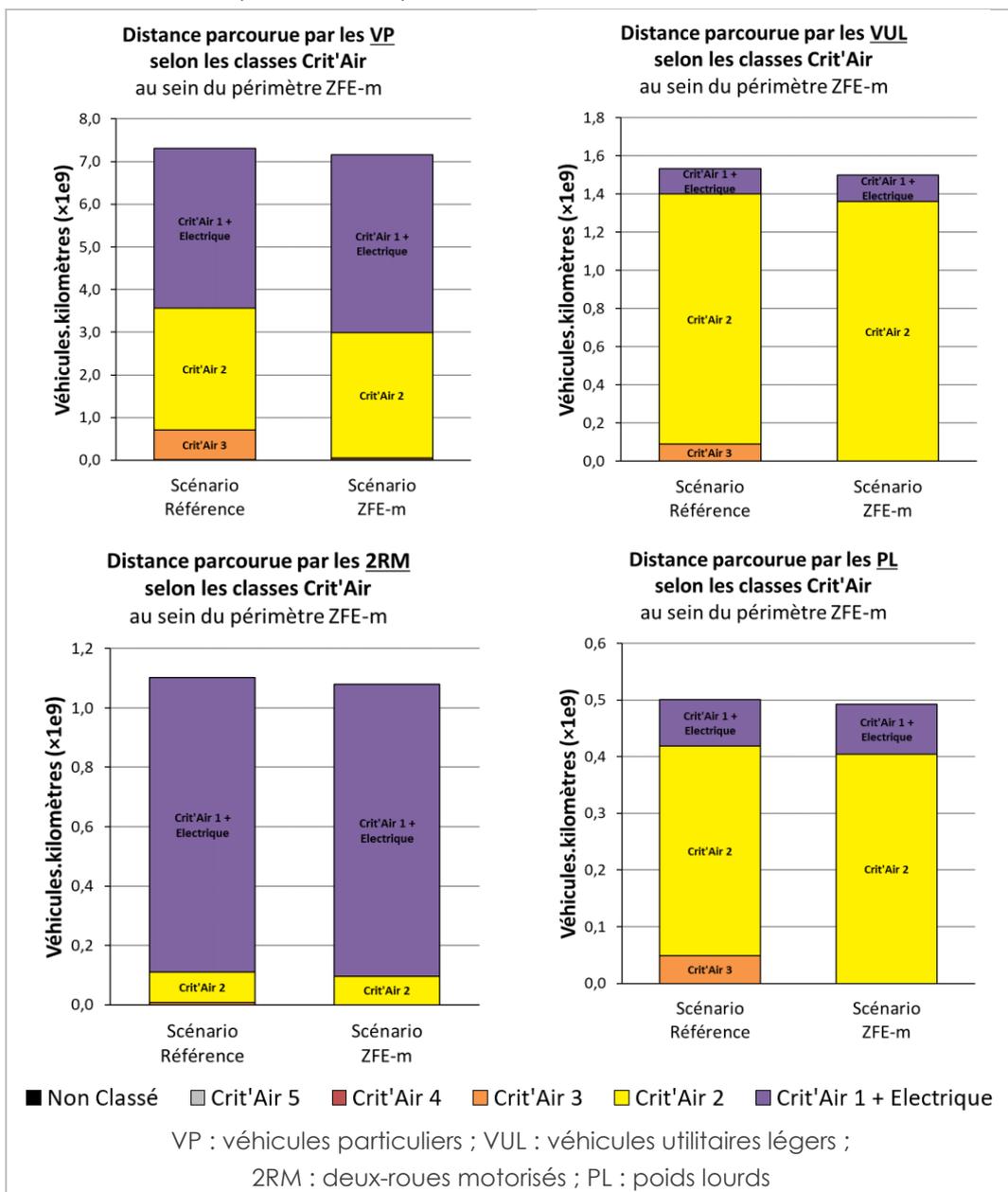


Figure 25 : Comparaison des distances parcourues (en véhicules.kilomètres) dans le périmètre ZFE-m (périmètre à l'intérieur de l'A86) entre le scénario référence et le scénario ZFE-m pour chaque catégorie de véhicules.

Accuse de réception en préfecture
094219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

4.3. Émissions liées au trafic routier

4.3.1. Émissions de polluants atmosphériques

Ces résultats sont issus des calculs provenant de la modélisation du trafic routier, par la DRIEAT, et de la modélisation des émissions réalisée par Airparif qui en découlent par le modèle Heaven²¹.

4.3.2.1. Influence au sein de la ZFE-m

La Figure 26 présente la part des kilomètres parcourus et qui seraient impactés par la restriction de circulation, toutes catégories de véhicules confondues, ainsi que les gains en émissions qui en résulteraient pour les NO_x, les particules PM₁₀ et PM_{2,5} et le CO₂, pour la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine. Les gains présentés sont ceux estimés dans le périmètre de la ZFE-m (intérieur de la boucle formée par l'A86, A86 exclue).

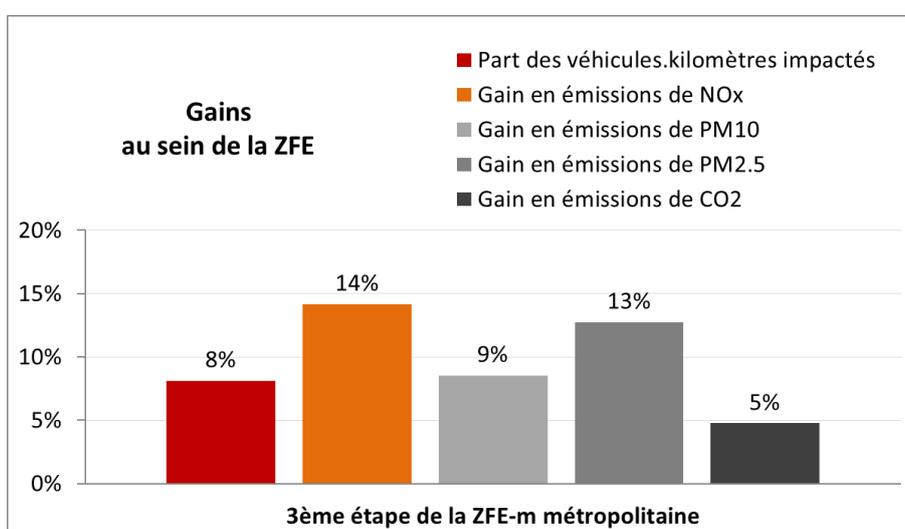


Figure 26 : Gains en émissions et part des kilomètres parcourus par les véhicules impactés par la restriction de circulation de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) au sein du périmètre de la ZFE-m.

La mise en œuvre de la ZFE-m permettrait l'accélération du renouvellement du parc technologique et induirait une baisse des émissions de polluants atmosphériques liées au trafic routier au sein du périmètre ZFE-m. En comparant à une situation de référence interdisant les véhicules « Crit'Air 4 » et plus anciens au sein du périmètre ZFE-m, la mise en place de l'interdiction des véhicules « Crit'Air 3 » et plus anciens, permettrait les **gains les plus importants pour les NO_x et les particules PM_{2,5} avec respectivement 14 % et 13 %**. Les émissions de particules PM₁₀ auraient des gains moindres, de l'ordre de **9 % compte-tenu de la part importante de l'abrasion** (des routes, pneus et freins) qui ne présente pas d'évolution avec la modernisation du parc technologique.

La mise en œuvre de la ZFE-m apporterait également des cobénéfices pour le climat, avec une réduction des émissions de CO₂ de 5 %.

La Figure 27 présente la baisse des émissions de polluants atmosphériques et de CO₂ relativement à la part des kilomètres parcourus par les véhicules concernés par la restriction de circulation dans le périmètre de la ZFE-m métropolitaine. Lorsque le ratio entre les gains d'émissions et la part des kilomètres parcourus par les véhicules concernés par les restrictions de circulation est supérieur à 1, cela signifie que **la ZFE-m induirait une baisse relative des émissions des polluants locaux supérieure**

²¹ Heaven, pour "Healthier environment through the abatement of vehicle emissions de modélisation du trafic calculant les émissions du trafic routier. Cet outil est issu du plus de détails, cf. <https://www.airparif.asso.fr/etat-air/air-et-climat-emissions-heaven>

à la part relative du nombre de kilomètres impactés par la restriction de circulation. Autrement dit, les gains en émissions seraient, de manière relative, supérieurs aux kilomètres parcourus par les véhicules impactés par la ZFE-m.

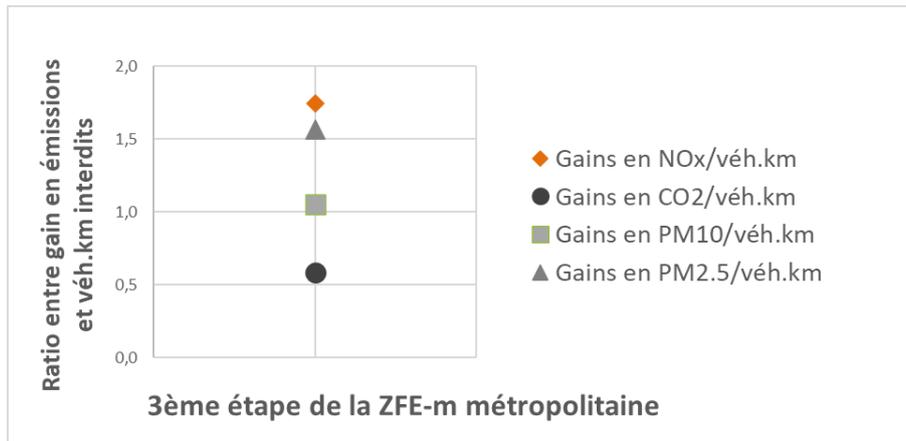


Figure 27 : Ratio entre les gains en émissions attendus avec la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) et la part des kilomètres concernés par la restriction de circulation, au sein du périmètre de la ZFE-m

L'efficacité de la mesure, en termes de gains en émissions par rapport au nombre de kilomètres parcourus impactés, **serait la plus importante pour les émissions d'oxydes d'azote et les particules PM_{2.5} : on observe que le gain en émissions est plus de 1,5 fois plus important que le pourcentage de kilomètres parcourus touchés par la restriction de circuler au sein de la ZFE-m**. Le ratio serait moins favorable pour les particules PM₁₀, notamment du fait de la part importante de l'abrasion aux émissions de ces particules, émissions qui ne présentent pas d'évolution liée à la modernisation du parc.

4.3.2.2. Influence en dehors de la ZFE-m

La part de kilomètres parcourus par les véhicules concernés par la restriction de circulation, et les gains en émissions en dehors de la ZFE-m sont présentés en Figure 28. Les gains en émissions dans cette zone seraient de 4% pour les NO_x et PM_{2.5}, et de 3 % pour les PM₁₀; la part de véhicules.kilomètres impactés est estimée à 3 % (part du volume de trafic en dehors du périmètre de la ZFE-m qui est engendré par les véhicules « Crit'Air 3 » et plus anciens).

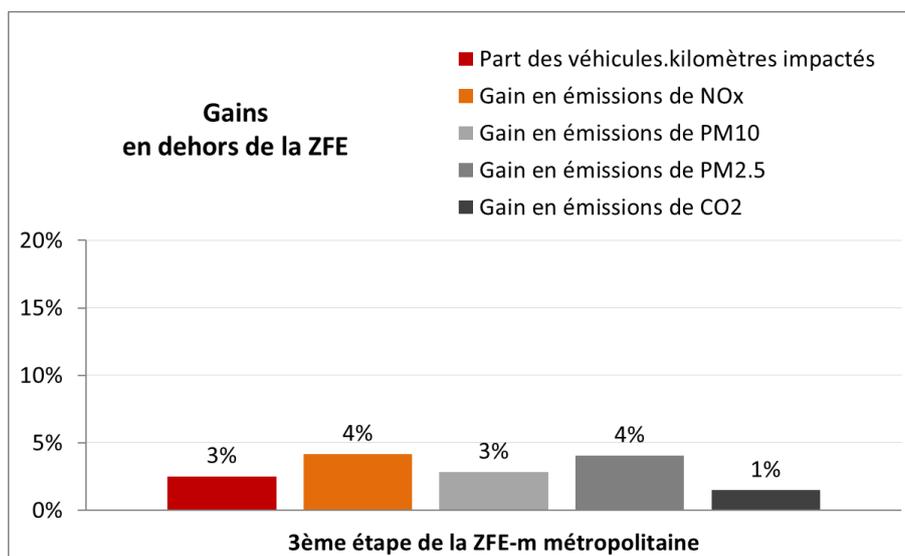


Figure 28 : Gains en émissions et part des kilomètres parcourus par les véhicules concernés par la restriction de circulation de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) en dehors du périmètre de la ZFE-m

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Les gains d'émissions en dehors du périmètre de la ZFE-m seraient logiquement moins importants. Ils seraient dus au renouvellement des véhicules les plus anciens circulant dans la ZFE-m (i.e. avec une origine et/ou une destination dans la ZFE-m, ou encore en transit par la ZFE-m) au profit de véhicules plus récents autorisés dans la ZFE-m. En dehors de la ZFE-m, les véhicules les plus anciens, et les plus polluants, pourront continuer de circuler s'ils ne circulent pas dans la ZFE-m, d'où des baisses d'émissions moins importantes au-delà de l'A86 qu'à l'intérieur du périmètre A86. Le report modal, du véhicule particulier en faveur des transports en commun pour les trajets en lien avec la ZFE-m contribuerait également à la baisse des émissions en dehors de celle-ci.

La mise en œuvre de **la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine entraînerait une diminution des émissions de polluants au sein de son périmètre, mais également en dehors**, et ce malgré les reports d'itinéraires (cas des véhicules les plus anciens ayant auparavant un trajet en lien avec la ZFE-m et ayant changé d'itinéraire au profit d'un parcours différent, du fait de la restriction de circulation au sein de la ZFE-m).

La Figure 29 présente la baisse des émissions de polluants atmosphériques et de CO₂ relativement à la part des kilomètres parcourus par les véhicules concernés par la restriction de circulation, en dehors du périmètre de la ZFE-m métropolitaine.

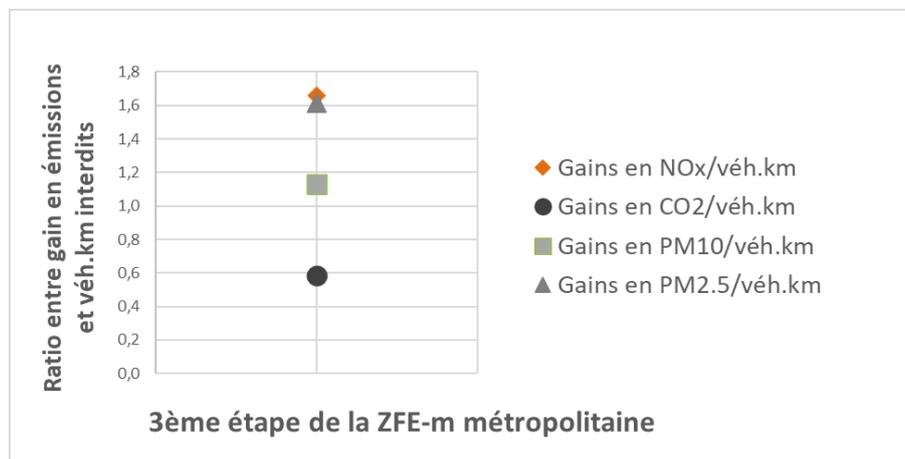


Figure 29 : Ratio entre les gains en émissions attendus avec la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) et la part des kilomètres concernés par la restriction de circulation, en dehors du périmètre de l'A86

Dans cette zone également, les ratios seraient supérieurs à 1.5 pour les NO_x, et les particules PM_{2.5}, traduisant des gains relatifs en émissions qui seraient supérieurs à la part des kilomètres parcourus par les véhicules impactés par la 3^{ème} étape de ZFE- m. Le ratio pour les particules PM₁₀ serait moins favorable mais traduit tout de même une baisse relative des émissions des polluants locaux qui serait supérieure à la part relative du nombre de kilomètres impactés par la restriction de circulation.

4.3.2. Émissions de gaz à effet de serre

La mise en œuvre de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine n'entraînerait pas d'effet antagoniste entre polluants locaux (ayant un effet sur la qualité de l'air et la santé) et gaz à effet de serre (ayant un effet sur le climat) et engendrerait bien des effets positifs sur ces deux enjeux.

Les Figure 26 et Figure 28 montrent un gain en émissions de CO₂ de 5 % au sein de la ZFE-m et de 1 % en dehors. Pour les deux zones, le ratio entre les gains en émissions de CO₂ et la part de kilomètres concernés par la restriction de circulation serait inférieur à celui obtenu pour les polluants locaux et inférieur à 1 (Figure 27 et Figure 29). Cela traduit une baisse relative de CO₂ qui serait moins importante que la part de kilomètres parcourus par les véhicules impactés dans la ZFE-m. L'efficacité de la ZFE-m serait donc moins importante pour le dioxyde de carbone que pour les polluants locaux.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Cela est lié au fait que les normes « Euro » (et les vignettes « Crit'Air » qui en découlent) ont été mises en place pour diminuer les émissions de polluants atmosphériques et non les gaz à effet de serre. Ainsi, les performances en termes de baisses des émissions liées aux normes « Euro » sont meilleures pour les polluants locaux que pour le CO₂.

Ces résultats confirment ceux de l'étude sur l'impact des modifications de trafic dans Paris entre 2002 et 2012²², ayant montré que la diminution des émissions des polluants atmosphériques est principalement liée au renouvellement du parc de véhicules (avec des véhicules récents moins polluants) tandis que la **diminution des rejets de CO₂ est liée** au contraire **à la baisse du trafic**.

Le renouvellement accéléré du parc technologique des véhicules les plus anciens par des véhicules moins polluants (selon les vignettes Crit'Air) engendrerait sur le périmètre à l'intérieur de l'autoroute A86 (A86 exclue) et au-delà de ce périmètre des diminutions des émissions de polluants atmosphériques. Il en est de même pour le dioxyde de carbone (CO₂, principal gaz à effet de serre), même si pour ce dernier la baisse des émissions serait plus faible.

²² « Évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 » - Juillet 2013, Airparif.

5. IMPACTS DE LA 3^{ème} ÉTAPE DE LA ZFE-m SUR LES CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS L'AIR

5.1. Concentrations de polluants atmosphériques

Les cartes de la Figure 30 illustrent les concentrations moyennes annuelles de NO₂, (ligne du haut), de PM₁₀ (ligne du milieu) et de PM_{2.5} (ligne du bas) modélisées pour la situation de référence (interdiction des Crit'Air 4, à gauche) et en 2025 avec la mise en place de la 3^{ème} étape de ZFE-m (interdiction des Crit'Air 3, au milieu). Les cartographies de différences (à droite) présentent les écarts de concentrations entre le scénario de ZFE-m et le scénario de référence : diminutions et éventuelles augmentations liées au report de trafic routier. Les concentrations et les différences sont données en µg/m³.

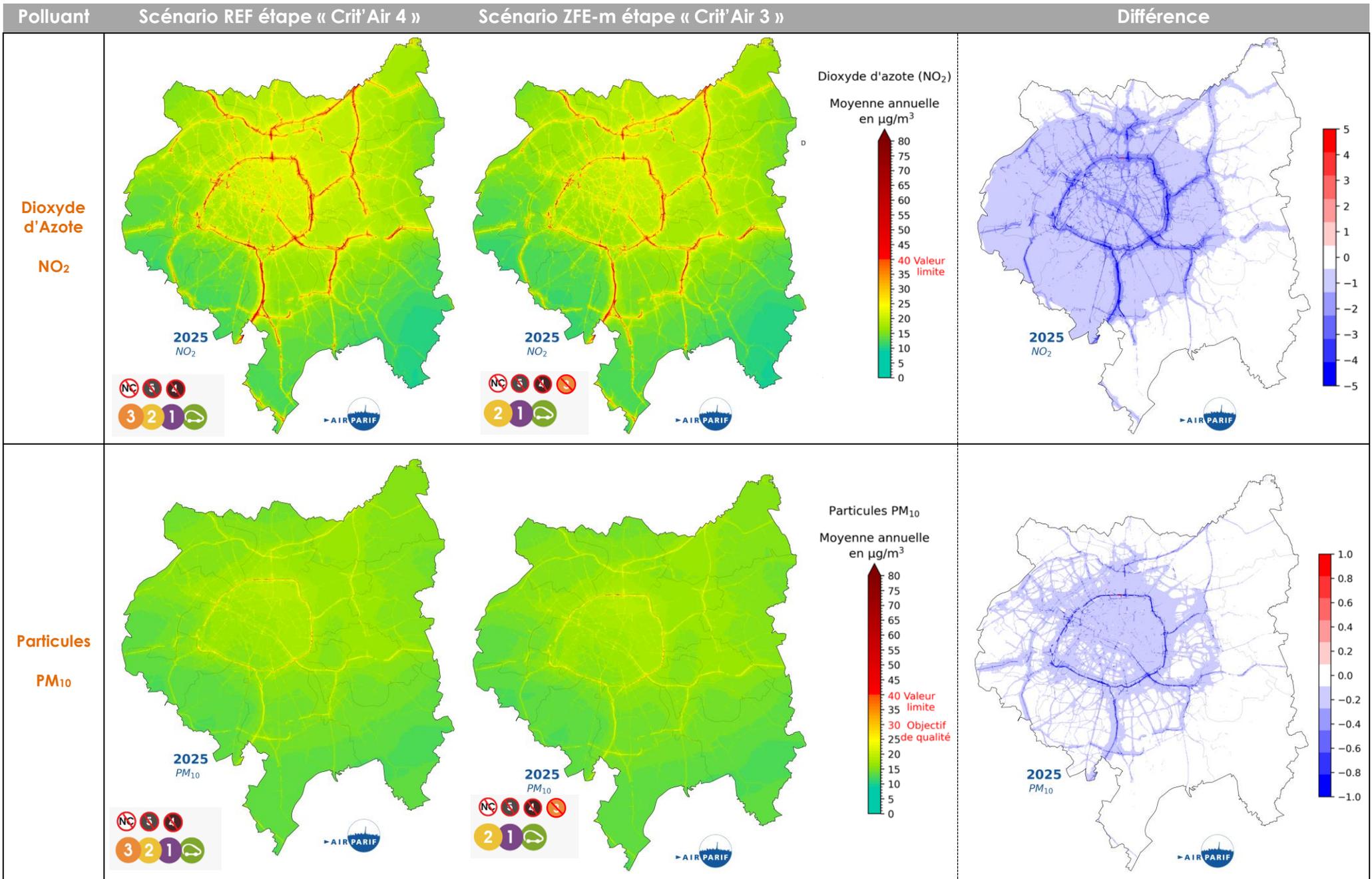
Afin d'évaluer les impacts au-delà du périmètre de mise en œuvre du dispositif, la zone d'évaluation s'étend au-delà des limites du périmètre intérieur de l'A86, jusqu'aux contours de la Métropole du Grand Paris.

Dans le périmètre situé à l'intérieur de l'A86, loin des axes routiers, les concentrations de NO₂ pourraient diminuer en moyenne de 1 µg/m³. À proximité immédiate du trafic routier, la diminution pourrait être plus marquée, notamment sur les axes majeurs où elle peut atteindre de 2 à 19 µg/m³. En dehors du périmètre de restriction délimité par l'A86, les concentrations baisseraient également légèrement à proximité des axes routiers majeurs.

Les concentrations de particules PM₁₀ et PM_{2.5} diminueraient moins que celles modélisées pour le NO₂. Ceci est lié, d'une part, au fait que la modernisation du parc n'influence pas les émissions de particules liées à l'abrasion, et, d'autre part, à la contribution du trafic routier aux émissions régionales de particules moins importante que celle des NO_x (cf. 2.3.2.3. Evaluation du niveau de fond avec la mise en œuvre d'une ZFE-m).

Si la différence des teneurs en particules entre le scénario ZFE-m et le scénario de référence serait peu significative en situation de fond, elle serait plus importante à proximité du trafic routier. **Une baisse est évaluée à proximité immédiate des principaux axes routiers, où elle atteindrait jusqu'à 2 µg/m³ pour les PM_{2.5} et jusqu'à 4 µg/m³ pour les PM₁₀.**

La restriction de circulation des véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » au sein du périmètre à l'intérieur de l'autoroute A86 entraînera un renouvellement accéléré du parc technologique. Celui-ci induirait une diminution des niveaux de NO₂ au sein de la ZFE-m par rapport au scénario de référence : 1 µg/m³ en moyenne éloigné des axes routiers et de 2 à 19 µg/m³ en proximité du trafic routier. En dehors du périmètre de l'A86, c'est surtout le long des axes routiers que la baisse de concentration est prévue, du fait du renouvellement des véhicules en lien avec la ZFE-m (i.e. avec une origine et/ou une destination dans la ZFE-m, ou encore en transit par la ZFE-m).



Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

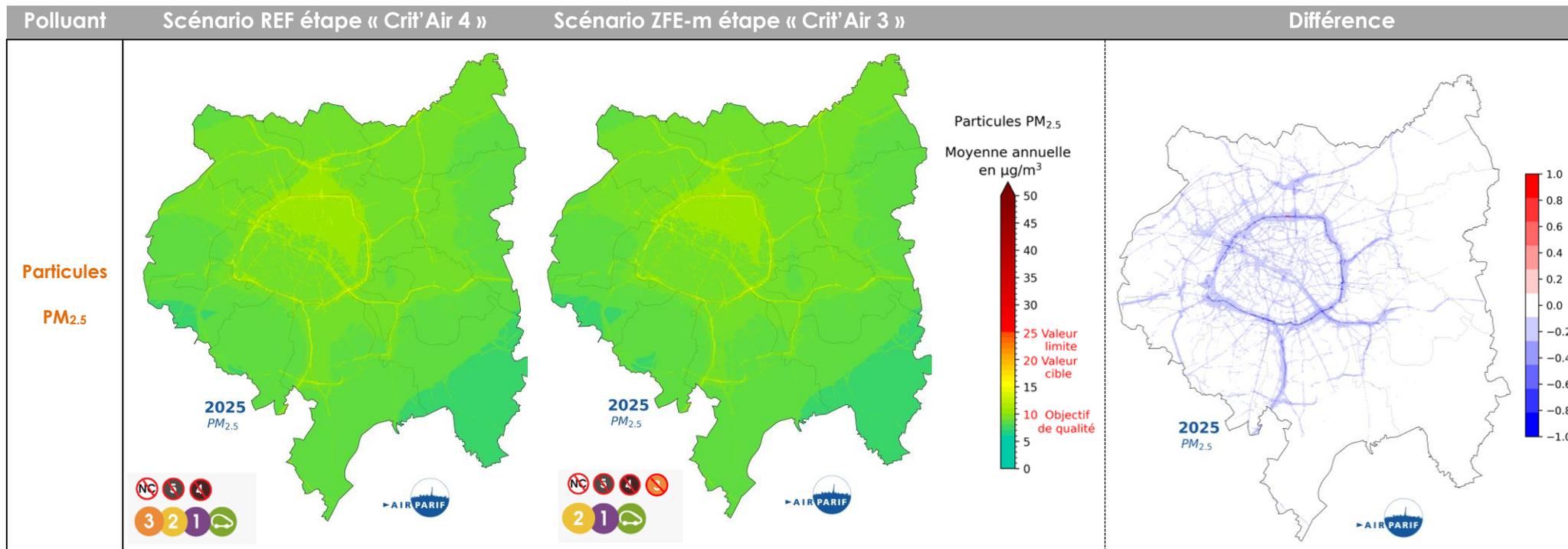


Figure 30 : Cartographies des niveaux moyens annuels de NO_2 (en haut), de PM_{10} (au milieu) et de $\text{PM}_{2.5}$ (en bas) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dans la Métropole du Grand Paris, pour la situation de référence (à gauche), la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (au milieu) et la différence de concentrations entre le scénario de ZFE-m et la situation de référence (à droite).

5.2. Indicateurs d'exposition

5.2.1. Exposition de la population au-delà des valeurs réglementaires

La mise en œuvre de la nouvelle étape de la ZFE-m métropolitaine permettrait de diminuer les niveaux de concentrations de NO₂ ainsi que pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5}. L'exposition de la population à la pollution de l'air a des effets sanitaires avérés (décès prématurés, nouveaux cas d'asthmes et de pathologies cardiovasculaires, recours aux soins et hospitalisations liées à ces pathologies). L'exposition de la population à des dépassements des valeurs de référence a donc été évaluée pour la situation de référence et le scénario ZFE-m en 2025, afin d'évaluer le gain apporté par la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine.

L'exposition de la population à des dépassements de la valeur limite réglementaire actuelle pour le dioxyde d'azote a été calculée. En effet, comme présenté dans le chapitre « 3.2. Une population exposée à des niveaux de pollution au-delà des valeurs limites », malgré une poursuite de la baisse des concentrations moyennes de NO₂, entraînant une baisse notable du nombre de résidents potentiellement exposés à ces dépassements au sein de la Métropole du Grand Paris (40 000 habitants exposés en 2022, et 5000 en 2023), des dépassements subsistent. Les concentrations moyennes annuelles pour **les particules PM₁₀ et PM_{2.5} respectent la valeur limite annuelle** (respectivement fixée à 40 µg/m³ et 25 µg/m³) en tout point de l'Île-de-France.

L'exposition de la population a également été évaluée au regard des valeurs limites réglementaires à respecter d'ici 2030 fixés par la nouvelle directive européenne²³ et des recommandations de l'OMS²⁴.

Cette estimation est réalisée en croisant les cartographies des concentrations avec les données de population spatialisées à haute résolution²⁵. La comparaison du nombre de personnes exposées entre le scénario ZFE-m et celui de référence permet de définir le gain apporté par la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine en 2025.

Le gain sur l'exposition de la population à des concentrations de NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} supérieures aux différents seuils est synthétisé dans le Tableau 2. Celui-ci est calculé à l'échelle du périmètre de la ZFE-m et de l'ensemble de la Métropole du Grand Paris afin d'évaluer s'il y aurait des gains supplémentaires en dehors du périmètre de la ZFE-m.

A l'horizon 2025, la restriction de circulation des véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » continuerait à faire diminuer l'exposition de la population à des niveaux dépassant la Valeur Limite réglementaire actuelle pour le NO₂ (40 µg/m³ en moyenne annuelle). En effet, il est estimé qu'il ne resterait plus que 3 000 habitants exposés à des dépassements de ce seuil en 2025 après mise en place de la nouvelle étape, soit un gain par rapport à la situation de référence de - 40 %.

²³ « Révision de la directive européenne sur l'air ambiant (adoption par le Parlement européen du texte provisoire le 24/04/2024) : Cette directive viendra se soustraire aux deux précédentes directives en vigueur sur la qualité de l'air ambiant de 2004 et 2008. A la date de sortie de ce rapport le Conseil européen doit encore voter pour que la nouvelle directive soit définitivement promulguée. »

²⁴ L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) recommande des niveaux d'exposition à des polluants atmosphériques au-dessous desquels il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur la santé humaine ou sur l'environnement.

²⁵ Les données de population résidente sont produites par l'Institut Paris Région. Les données de population résidente dans les communes de la Métropole du Grand Paris sont celles de l'année 2018.

Polluant	Seuil	Population exposée avec ZFE-m « Crit'Air 3 » en 2025	
		Au sein de la ZFE	Au sein de la MGP
Dioxyde d'Azote NO₂	Valeur limite 2030 20 µg/m ³ en moyenne annuelle	800 000 habitants soit 700 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025	1 million d'habitants soit 750 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025
	Recommandation OMS 10 µg/m ³ en moyenne annuelle	4,8 millions d'habitants soit 2 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025	7 millions d'habitants soit 4 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025
Particules PM₁₀	Valeur limite 2030 20 µg/m ³ en moyenne annuelle	25 000 habitants soit 10 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025	<i>La population exposée réside quasi-exclusivement au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86.</i>
	Recommandation OMS 15 µg/m ³ en moyenne annuelle	3 millions d'habitants soit 1 600 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025	3,5 millions d'habitants Soit 200 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025
Particules PM_{2.5}	Valeur limite 2030 10 µg/m ³ en moyenne annuelle	60 000 habitants soit 30 000 habitants de moins qu'en l'absence de l'étape « Crit'Air 3 » en 2025	<i>La population exposée réside quasi-exclusivement au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86.</i>
	Recommandation OMS 5 µg/m ³ en moyenne annuelle	Pas de gain en exposition apporté par l'étape « Crit'Air 3 » : l'ensemble de l'Île-de-France reste exposé au-delà de cette recommandation.	

Tableau 2 : Gains potentiellement apportés par la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de la ZFE-m Métropolitaine en 2025 par rapport à la situation de référence avec une ZFE-m étape 2, sur l'exposition de la population à des dépassements des futures valeurs limites à 2030 et des recommandations de l'OMS en moyenne annuelle pour le NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}, à l'échelle du périmètre ZFE-m et de la Métropole du Grand Paris en 2025.

A l'horizon 2025, la restriction de circulation des véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » ferait diminuer le nombre de personnes exposées à des niveaux dépassant le projet de valeur limite 2030 pour le NO₂ (20 µg/m³) au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86, de 1,5 millions à 800 000 habitants, soit 700 000 métropolitains qui ne seraient plus exposés à des dépassements de ce seuil. Il y a également des gains en dehors du périmètre ZFE-m, soit un total de 750 000 métropolitains qui ne seraient plus exposés à des dépassements de ce seuil).

La recommandation de l'OMS fixée à 10 µg/m³ pour le NO₂ serait dépassée pour environ 4,8 millions d'habitants au sein de la zone à l'intérieur de l'A86 dans le scénario de référence. **La restriction de circulation des véhicules « non classés », « Crit'Air 5 », « Crit'Air 4 » et « Crit'Air 3 » apporterait des gains faibles** (baisse de 2 000 habitants à l'échelle du périmètre à l'intérieur de l'A86, baisse de 4 000 habitants à l'échelle de la Métropole du Grand Paris), du fait de concentrations restant globalement supérieures à cette valeur en situation de fond en 2025.

Pour les particules PM₁₀, environ 10 000 habitants au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86 ne seraient plus exposés à des niveaux de particules PM₁₀ supérieurs à la Valeur Limite à respecter d'ici 2030 (20 µg/m³) avec la nouvelle étape de la ZFE-m métropolitaine, sur une base de 35 000 habitants exposés à des dépassements dans le scénario de référence. Il n'y a pas de gain supplémentaire en dehors du périmètre de la ZFE-m car la population exposée réside quasi-exclusivement au sein du périmètre.

160 000 habitants ne seraient plus exposés à des concentrations supérieures à la recommandation de l'OMS au sein du périmètre de la ZFE-m, sur une base de 3 millions d'habitants exposés à des dépassements de ce seuil en situation de fond en 2025.

Accusé de réception en préfecture
09/09/2024 10:23:20
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

situation de référence. Il y a un gain supplémentaire en dehors du périmètre de la ZFE-m, avec au total 200 000 habitants qui ne seraient plus exposés à des dépassements de ce seuil).

Pour les particules PM_{2.5}, la mise en œuvre de la 3^{ème} étape de ZFE m métropolitaine permettrait **qu'environ 30 000 habitants au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86 ne soient plus exposés à des niveaux de particules PM₁₀ supérieurs à la Valeur Limite à respecter d'ici 2030 fixée (10 µg/m³)**, sur une base de 90 000 habitants exposés à des dépassements dans le scénario de référence, soit un gain d'un tiers de la population. Il n'y aurait pas de gain supplémentaire en dehors du périmètre de la ZFE-m car la population exposée à des dépassements réside quasi-exclusivement au sein du périmètre de restriction.

La mise en œuvre de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine ne permettrait pas de diminuer l'exposition de la population à des concentrations inférieures à la recommandation de l'OMS fixée à 5 µg/m³ en moyenne annuelle. L'ensemble de la population serait exposé en 2025 à des dépassements de ce seuil que ce soit dans la situation de référence ou celle avec la mise en place de l'étape Crit'Air 3.

Quel que soit le polluant, la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine permettrait des gains en termes d'exposition de la population à des dépassements de seuils, au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86 et à l'échelle de la Métropole du Grand Paris. Elle permettrait notamment des baisses significatives de l'exposition de la population à des dépassements des valeurs limites à respecter d'ici 2030.

Elle permettrait également d'améliorer le respect des valeurs limites à respecter d'ici 2030 et les recommandations de l'OMS, mais n'est pas suffisante pour les trois polluants atmosphériques. L'atteinte de ces seuils plus stricts nécessite la mise en œuvre de plusieurs actions permettant à la fois de baisser les niveaux de fond et les niveaux à proximité du trafic routier pour l'ensemble des polluants.

5.2.2. Qualité de l'air au droit des axes routiers

L'évolution du parc technologique, du fait de l'instauration de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine, engendrerait **une diminution des concentrations, en situation de fond et plus encore à proximité du trafic routier**. Les teneurs de **dioxyde d'azote** modélisées à proximité immédiate du réseau routier mettent en relief **l'influence de la mise en œuvre de la ZFE-m au plus près des émissions du trafic routier**, en bordure de voirie.

La mise en place de la 3^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine permettrait d'avoir 40 km de voirie qui ne sont plus exposés à des concentrations de NO₂ supérieures à la valeur limite actuelle (40 µg/m³) au sein du périmètre à l'intérieur de l'A86 (soit 34 % en moins par rapport à la situation de référence). Il y a aussi des gains supplémentaires en dehors du périmètre ZFE-m puisque **le gain est de 65 km de voirie à l'échelle de la Métropole du Grand Paris (-30 %).**

Les nombres de kilomètres de voirie qui ne seraient plus exposés à des dépassements au regard des futures valeurs limites à respecter d'ici 2030 et des recommandations de l'OMS sont présentés dans le Tableau 3.

Polluant	Seuil	Au sein de la ZFE	Au sein de la MGP
Dioxyde d'azote NO₂	Valeur limite 2030 20 µg/m ³ en moyenne annuelle	- 200 km de voirie (-20 %)	- 240 km de voirie (-15 %)
	Recommandation OMS 10 µg/m ³ en moyenne annuelle	Pas de gain significatif apporté par la mise en place de l'étape 3.	
Particules PM₁₀	Valeur limite 2030 20 µg/m ³ en moyenne annuelle	- 30 km de voirie (-13 %)	- 40 km de voirie (-13 %)
	Recommandation OMS 15 µg/m ³ en moyenne annuelle	- 40 km de voirie (-3 %)	- 60 km de voirie (-3 %)
Particules PM_{2.5}	Valeur limite 2030 10 µg/m ³ en moyenne annuelle	- 60 km de voirie (-20 %)	- 80 km de voirie (-19 %)
	Recommandation OMS 5 µg/m ³ en moyenne annuelle	Pas de gain apporté par l'étape « Crit'Air 3 » : l'ensemble des kilomètres de voirie en Île-de-France reste exposé au-delà de cette recommandation.	

Tableau 3 : Réductions potentielles des longueurs de voirie concernées par des dépassements des futures valeurs limites 2030 ou des recommandations de l'OMS pour chaque polluant (NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5}) en moyenne annuelle au sein du périmètre ZFE-m et de la Métropole du Grand Paris en 2025, apportées par la mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m Métropolitaine en 2025 par rapport à la situation de référence avec une ZFE-m étape 2.

Les gains seraient plus forts au regard du seuil de la future valeur limite à respecter d'ici 2030 (20 µg/m³) du fait d'une forte diminution des concentrations à la fois en situation de fond et à proximité du trafic routier en NO₂ à horizon 2025. La mise en œuvre de 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine **permettrait d'avoir environ 200 km de voirie qui ne sont plus exposés à des dépassements de ce seuil.**

Malgré la baisse attendue des niveaux de NO₂ à horizon 2025 en continuité de la tendance de ces dernières années, l'estimation des concentrations en situation de fond resterait néanmoins en très grande majorité supérieure à la recommandation de l'OMS (10 µg/m³) au sein de la Métropole du Grand Paris et du périmètre de la ZFE-m et donc a fortiori à proximité du trafic routier.

Pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5}, la situation en proximité immédiate du trafic serait également améliorée par la mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine. En effet, au regard des valeurs limites à respecter d'ici 2030, environ 30 km de voirie ne seraient plus exposés à des dépassements pour les PM₁₀ et environ 60 km de voirie pour les PM_{2.5} au sein du périmètre de la ZFE-m.

Il y a également un gain apporté au regard du respect de la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle pour les PM₁₀ : l'estimation montre que 40 km de voirie ne seraient plus en dépassement en 2025 grâce à la mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine.

Pour les PM_{2.5}, la ZFE-m métropolitaine étendue aux véhicules « Crit'Air 3 » ne permettrait pas d'abaisser les concentrations en dessous de la recommandation de l'OMS fixée à 5 µg/m³, ainsi il n'y aurait pas de gain apporté par la nouvelle étape ZFE-m sur le respect de ce seuil.

La mise en œuvre de la ZFE-m métropolitaine étendue aux véhicules « Crit'Air 3 » permettrait de réduire la part du réseau routier dépassant la valeur limite et les futures valeurs limites à respecter d'ici 2030 pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2.5}, principalement au sein du périmètre ZFE-m, mais également au-delà, notamment au sein de la Métropole du Grand Paris.

Accuse de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

5.2.3. Exposition des Etablissements Recevant du Public (ERP) sensible

Les bénéfices de la mise en place d'une nouvelle étape ZFE-m peuvent également être illustrés à travers l'exposition des établissements recevant du public « sensible » (ERP sensible) au sein de la Métropole du Grand Paris. En effet, environ 8 800 ERP sensible (crèches, hôpitaux, collèges, lycées, centres sportifs, ...) sont implantés au sein de de la Métropole du Grand Paris. L'impact est évalué en croisant les cartographies des concentrations avec les données des ERP spatialisées à haute résolution²⁶. Comme pour l'exposition de la population totale et des longueurs de voirie, celle des ERP sensible est évaluée au regard des valeurs limites, mais également des valeurs limites à respecter d'ici 2030, et des recommandations de l'OMS.

5.2.3.1. Dioxyde d'azote NO₂

Dans la situation de référence en 2025 intégrant l'étape 2 de la ZFE-m métropolitaine, 23 ERP sensible au sein de la Métropole du Grand Paris seraient encore exposés à des concentrations dépassant la valeur limite en NO₂ fixée à 40 µg/m³. **La mise en place de l'étape 3 de la ZFE-m métropolitaine**, qui étend la restriction de circulation aux véhicules « Crit'Air 3 », **permettrait de réduire ce nombre à 7 ERP.**

Dans cette même situation de référence en 2025, un ERP sensible sur 4 au sein de la Métropole du Grand Paris serait encore exposé à des concentrations dépassant la future valeur limite annuelle à respecter d'ici 2030, qui est fixée à 20 µg/m³ comme le montre la Figure 31. **La mise en place de l'étape 3 de la ZFE-m métropolitaines permettrait de diviser par deux le nombre d'ERP sensible exposés à des dépassements de cette valeur.**

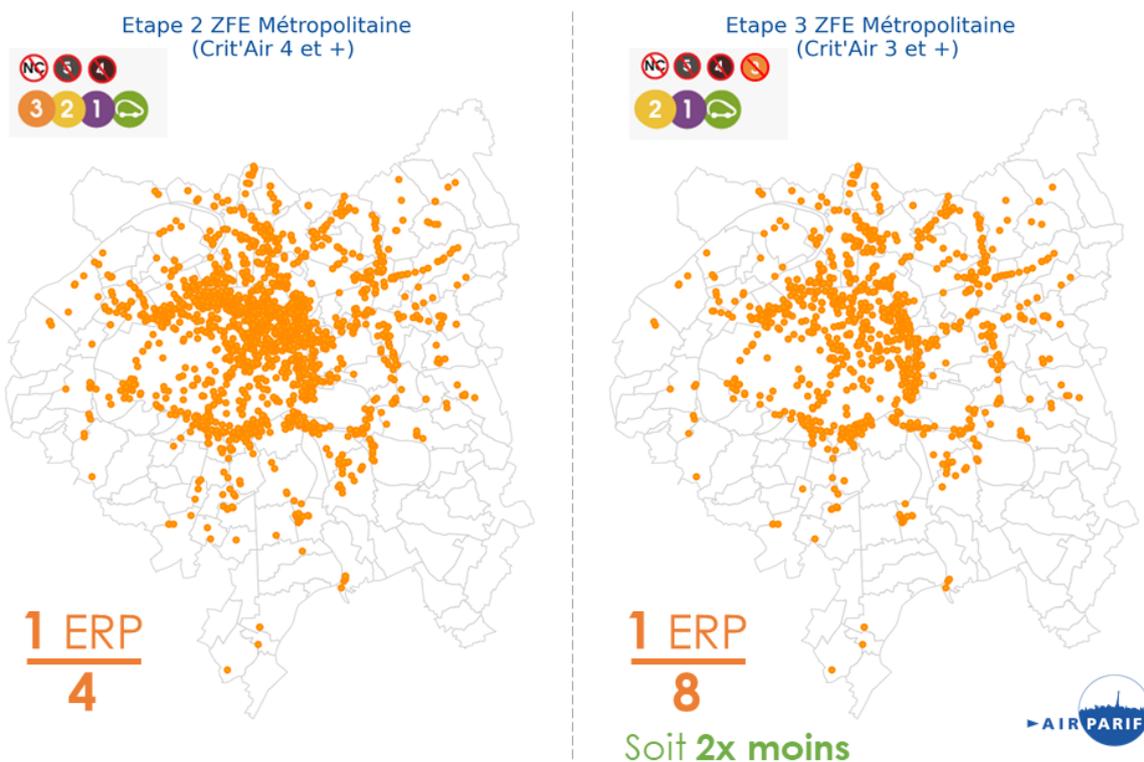


Figure 31 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la future valeur limite à respecter d'ici 2030 (20 µg/m³) en moyenne annuelle en 2025 pour le NO₂ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).

²⁶ Les données sur les ERP ont été fournies par l'Institut Paris Région. Les données utilisées dans ce document sont celles de l'année 2019.

Concernant l'exposition des ERP sensible à des concentrations supérieures à la recommandation de l'OMS, la mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m métropolitaine n'apporterait pas de gains significatifs par rapport à la situation de référence (cf. Annexe 7).

5.2.3.2. Particules PM₁₀

La mise en place de l'étape 3 de la ZFE-m métropolitaine permettrait d'obtenir un ERP sur 5 qui ne serait plus exposé à des dépassements de la future valeur limite à respecter d'ici 2030, fixée à 20 µg/m³ au regard de la situation de référence. Les 30 ERP sensible qui seraient encore exposés à des dépassements de cette valeur même après la mise en place de l'étape 3 se situent à Paris et au sein des départements de la Petite Couronne, comme le montre la Figure 32.

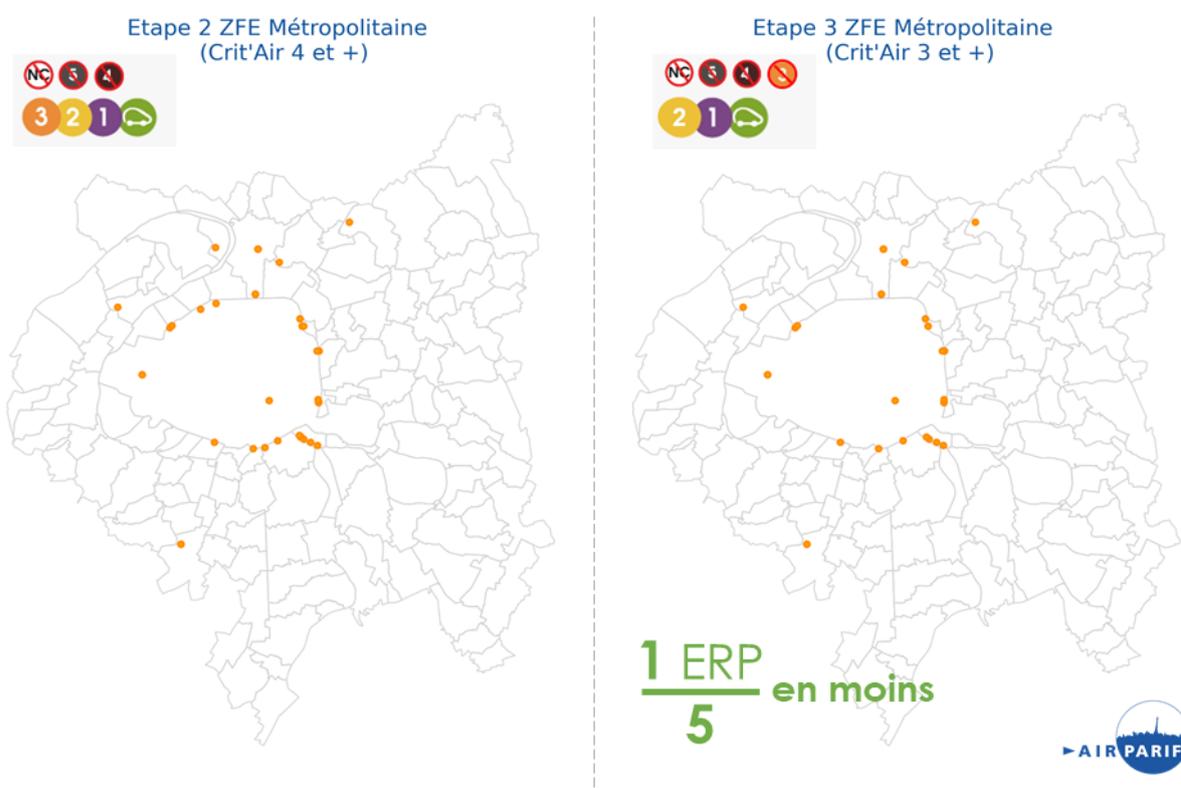


Figure 32 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la Valeur Limite à respecter d'ici 2030 (20 µg/m³) en moyenne annuelle en 2025 pour les PM₁₀ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).

La mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m Métropolitaine permettrait de respecter la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle de PM₁₀ au niveau de 196 ERP sensible en plus par rapport au scénario de référence, néanmoins cela est peu significatif au regard du nombre d'ERP sensible en dépassement de la recommandation de l'OMS fixée à 15 µg/m³ (soit une diminution de 4 %) (cf. Annexe 7).

5.2.3.3. Particules PM_{2.5}

Dans la situation de référence en 2025 intégrant l'étape 2, la mise en place de l'étape 3 de la ZFE-m métropolitaine permettrait d'obtenir 1 ERP sur 3 en moins qui n'est plus exposé à des dépassements de la Valeur Limite à respecter d'ici 2030, fixée à 10 µg/m³. Les 68 ERP sensible qui seraient encore exposés à des dépassements de cette valeur même après la mise en place de l'étape 3 se situent à Paris et dans les départements de la Petite Couronne, comme le montre la Figure 33.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

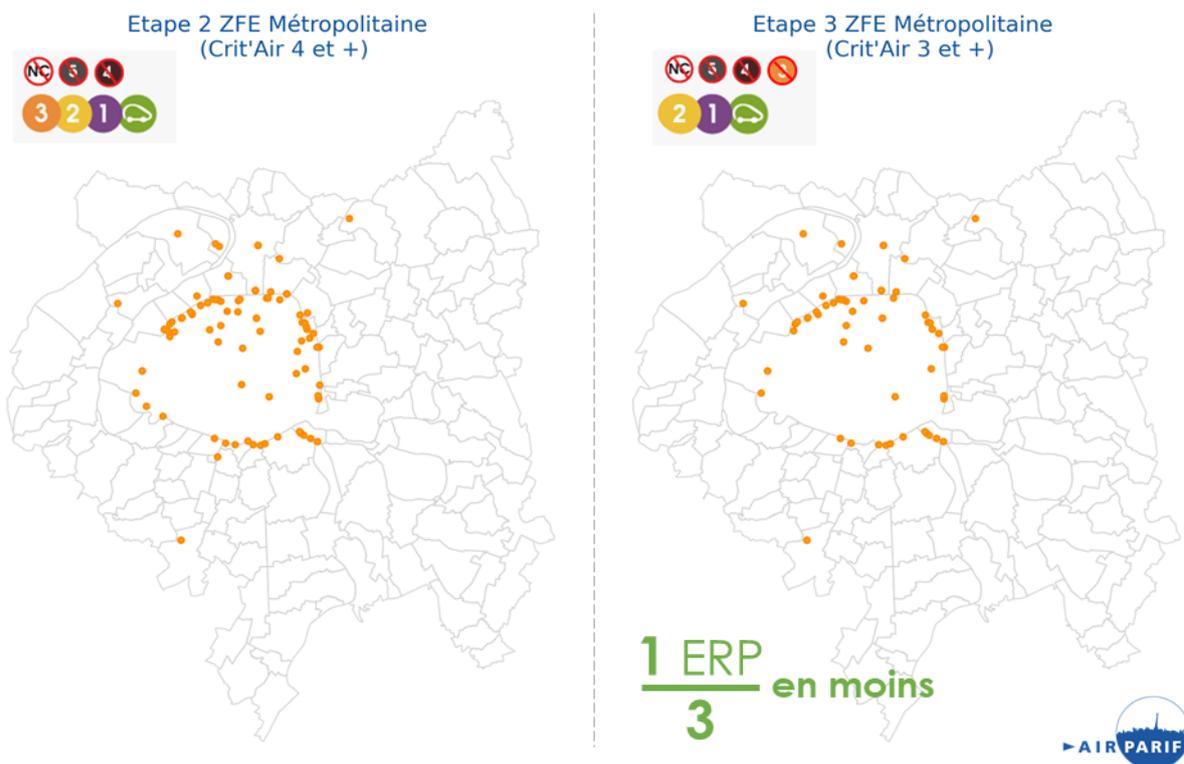


Figure 33 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la Valeur Limite à respecter d'ici 2030 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyenne annuelle en 2025 pour les $\text{PM}_{2.5}$ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).

La totalité des ERP sensible au sein de la Métropole du Grand Paris seraient exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que cela soit dans le scénario de référence avec l'étape 2 ou dans le scénario avec l'étape 3 (cf. Annexe 7).

La ZFE-m est considérée comme l'une des actions les plus efficaces pour réduire les émissions de NO_x, le trafic routier étant le premier contributeur aux émissions régionales. L'impact de la nouvelle étape de la ZFE-m sur la réduction des émissions serait plus importante pour les oxydes d'azote (NO_x) émis par le trafic routier. Elle serait plus limitée pour les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}). D'une part du fait de la contribution importante de l'abrasion (routes, pneus, freins) dans les émissions de particules du trafic routier et qui n'est jusqu'à présent pas considérée par les normes Euro ; d'autre part les sources primaires de particules sont plus nombreuses avec le chauffage au bois (les émissions liées au chauffage au bois représentent 34 % des émissions totales de PM₁₀ au sein du territoire métropolitain, et 46 % des émissions totales de PM_{2,5}), l'agriculture, les chantiers... Néanmoins, les plus hauts niveaux de pollution de l'air étant mesurés à proximité des axes de circulation, réduire les émissions du trafic routier est indispensable pour respecter les valeurs limites réglementaires actuelles et futures. L'évaluation a priori montre effectivement que des dépassements des valeurs de référence existantes ou futures devraient subsister. Par conséquent, **des actions complémentaires sont nécessaires, y compris sur d'autres secteurs émetteurs que le trafic routier, pour faire baisser les niveaux de NO₂ et de particules afin de respecter les seuils réglementaires, les futures valeurs limites et les recommandations de l'OMS.**

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

ANNEXES

Annexe 1

Classification des véhicules selon la nomenclature Crit'Air

Classe	2 ROUES, TRICYCLES ET QUADRICYCLES À MOTEUR	VOITURES	VÉHICULES UTILITAIRES LÉGERS	POIDS LOURDS, AUTOBUS ET AUTOCAR
Électrique	Véhicules électriques et hydrogène			
1	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables			

Classe	DATE DE PREMIÈRE IMMATRICULATION ou NORME EURO						
	2 ROUES, TRICYCLES ET QUADRICYCLES À MOTEUR	VOITURES		VÉHICULES UTILITAIRES LÉGERS		POIDS LOURDS, AUTOBUS ET AUTOCAR	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
1	EURO 4 À partir du : 1 ^{er} janvier 2017 pour les motocycles 1 ^{er} janvier 2018 pour les cyclomoteurs	-	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	-	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	-	EURO VI À partir du 1 ^{er} janvier 2014
2	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2007 au : 31 décembre 2016 pour les motocycles 31 décembre 2017 pour les cyclomoteurs	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO VI À partir du 1 ^{er} janvier 2014	EURO V du 1 ^{er} octobre 2009 au 31 décembre 2013
3	EURO 2 du 1 ^{er} juillet 2004 au 31 décembre 2006	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO 2 et 3 du 1 ^{er} janvier 1997 au 31 décembre 2005	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO 2 et 3 du 1 ^{er} octobre 1997 au 31 décembre 2005	EURO V du 1 ^{er} octobre 2009 au 31 décembre 2013	EURO III et IV du 1 ^{er} octobre 2001 au 30 septembre 2009
4	Pas de norme tout type du 1 ^{er} juin 2000 au 30 juin 2004	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2001 au 31 décembre 2005	-	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2001 au 31 décembre 2005	-	EURO IV du 1 ^{er} octobre 2006 au 30 septembre 2009	-
5	-	EURO 2 du 1 ^{er} janvier 1997 au 31 décembre 2000	-	EURO 2 du 1 ^{er} octobre 1997 au 31 décembre 2000	-	EURO III du 1 ^{er} octobre 2001 au 30 septembre 2006	-
Non classés	Pas de norme tout type Jusqu'au 31 mai 2000	EURO 1 et avant Jusqu'au 31 décembre 1996	EURO 1 et avant Jusqu'au 31 décembre 1996	EURO 1 et avant Jusqu'au 30 septembre 1997	EURO 1 et avant Jusqu'au 30 septembre 1997	EURO I, II et avant Jusqu'au 30 septembre 2001	EURO I, II et avant Jusqu'au 30 septembre 2001

Classification des véhicules selon la nomenclature Crit'Air – Arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'article R. 318.2 du code de la route

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Annexe 2

Éléments méthodologiques relatifs à la modélisation de l'impact de la ZFE-m sur le trafic routier (source DRIEAT Île-de-France)

L'étude de trafic réalisée par la DRIEAT comporte trois objectifs :

- Fournir des résultats en termes de trafic exploitables par Airparif pour estimer les impacts des scénarii sur la qualité de l'air ;
- Estimer l'impact des scénarii sur les volumes de reports modaux de la route vers les transports en commun ;
- Analyser l'impact des scénarii sur les volumes et les conditions de trafic afin de mettre en avant d'éventuels risques de recharge du réseau à l'extérieur des périmètres (report de trafic).

Modèle de déplacements utilisé

La modélisation des déplacements est faite à l'aide du modèle régional MODUS (version 3.2) de déplacements de la DRIEAT. Ce modèle représente une moyenne horaire des déplacements en heure de pointe. Il repose sur des hypothèses de répartition de la population et des emplois dans la région, qui sont, dans le cadre de cette étude, le scénario haut à l'horizon 2025 du modèle Population+Emplois établi lors d'une étude menée en 2021 par l'Institut Paris Région et la DRIEAT (12 603 000 habitants et 6 033 000 emplois en Île-de-France).

Le modèle de déplacements de la DRIEAT représente cartographiquement les charges présentes et futures des arcs routiers et des lignes de transports en commun de la région (plusieurs dizaines de milliers au total). Il peut faire ces projections à différents horizons temporels, prenant en compte les évolutions du réseau routier, les projets de transports en commun (métro, tramways, trains, RER, bus) et les développements de logements et de zones d'activités sur environ 1300 zones géographiques couvrant toute la région.

Réseau routier et de transports en commun

Le réseau routier considéré correspond à la dernière version à ce jour utilisée par la DRIEAT pour le modèle MODUS (version de juillet 2023). Il comprend notamment la modification des brins routiers suite aux aménagements lors de la crise sanitaire COVID-19 (ex : pistes cyclables).

Par ailleurs, le réseau routier au sein de la ZFE ou en dehors de la ZFE a également été affiné, notamment pour les communes à cheval sur le périmètre ZFE-m défini par l'A86. A titre d'exemple, les communes de Vélizy-Villacoublay et Viroflay qui sont à cheval sur l'A86 mais ne faisant pas partie de la Métropole du Grand Paris, l'ensemble de leur territoire est considéré hors zone ZFE-m. Pour les autres communes, un arrêté indique si l'ensemble du territoire ou seulement la partie à l'intérieur de l'A86 est considéré au sein du périmètre ZFE-m ou non. A l'exception de certains brins qui sont explicitement ou implicitement exclus notamment pour garantir l'accès à l'A86.

Les scénarii de Zone à Faibles Emissions

Une hypothèse majeure concernant le taux de renouvellement du parc automobile a été prise en compte dans cette étude pour chaque scénario de ZFE-m. Après concertation avec les différents partenaires, celui-ci a été fixé à 70 %, uniquement pour les flux de véhicules concernés par la ZFE-m et ayant leur origine et/ou leur destination dans la ZFE-m. Les véhicules en transit dans la ZFE-m (qui n'ont ni leur origine de déplacement ni leur destination dans la ZFE-m) ne sont pas renouvelés du fait de l'instauration de la mesure ; on suppose qu'un itinéraire ou un mode de déplacement alternatif est choisi pour les déplacements concernés.

Annexe 3

Description du modèle développé pour la reconstitution des concentrations en proximité du trafic

Il s'agit d'un modèle statistique construit à partir des résultats des modèles ADMS²⁷ (modèle de dispersion atmosphérique) et HEAVEN (modèle de calcul des émissions du trafic routier) relatifs à différents scénarii de baisse d'émissions liées au trafic routier par rapport aux données de référence produites dans le cadre de l'inventaire des émissions d'Airparif (de 0% à 100%). Cela permet à l'outil de calculer les concentrations associées à différents scénarii de baisses d'émissions du trafic routier, notamment dans le cadre de mise en œuvre d'une ZFE-m.

Les concentrations sont reconstituées par régressions linéaires, en chaque maille du domaine. Le modèle permet de reconstituer les concentrations :

- pour les mailles directement influencées par le trafic (i.e. lorsque qu'un brin de route traverse la maille)
- pour les mailles indirectement influencées par le trafic (i.e. lorsqu'une route se situe à moins de 300 m).

Pour les premières, la régression linéaire est faite directement entre des différences en émissions et des différences en concentrations. Les différences, en émissions comme en concentrations, sont le résultat d'un scénario ZFE-m auquel est soustrait le scénario fil de l'eau. Elles permettent de reconstituer les gains en concentrations attendus par la mise en place de la ZFE-m, pour chaque scénario étudié, par rapport au scénario de référence. Le calcul de l'écart type permet de reconstituer les concentrations en y associant un intervalle de confiance, (Figure 34).

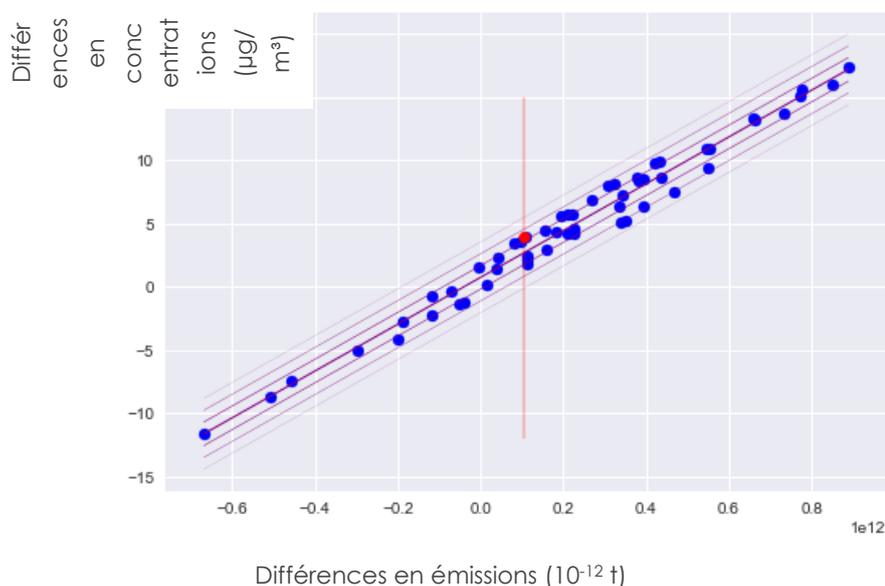


Figure 34 : Exemple de régression linéaire sur une maille de proximité au trafic. Le point rouge est la différence en concentration que le modèle cherche à reconstituer à partir de la différence en émissions connue (ligne rouge). Les points bleus sont les scénarii ayant servis à l'entraînement du modèle. Les différentes lignes violettes parallèles à la régression linéaire représentent les intervalles de confiance associés à la prédiction du modèle pour la maille considérée.

Concernant les mailles influencées, leurs émissions de trafic étant nulles, il n'est pas possible de faire un lien direct entre les données de concentration attendues et les données d'émissions de la maille. Un autre maillage, plus large, a été utilisé (Figure 35). Il permet d'avoir au moins un brin de route dans chaque maille, et donc une valeur en émissions.

²⁷ Atmospheric Dispersion Modeling System (ADMS) est un modèle de calcul de la pollution atmosphérique développé par Cambridge Environmental Research Consultant

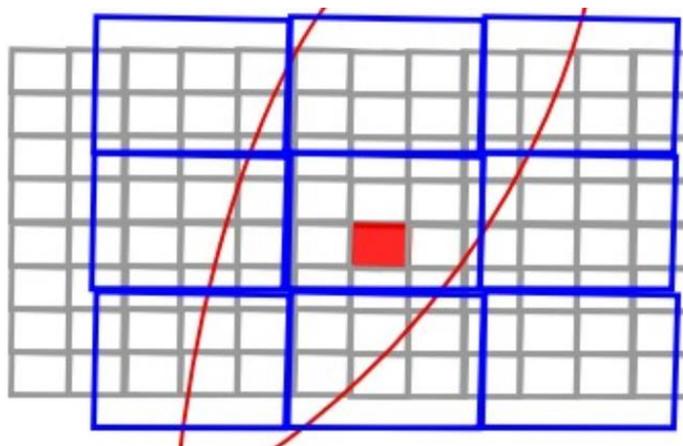


Figure 35 : Illustration du traitement des mailles influencées.

Dans l'exemple de la figure ci-dessus, pour déterminer les gains en concentrations, les émissions considérées sont celles de la maille bleue incluant la maille rouge. La régression linéaire est effectuée sur la maille bleue centrale et les huit mailles adjacentes. On obtient ainsi neuf facteurs à partir desquels est reconstitué le gain en concentrations de la maille rouge. Un intervalle de confiance est également déterminé par le calcul des écarts types.

Annexe 4

Évolution des émissions de polluants et de GES entre 2005 et 2021

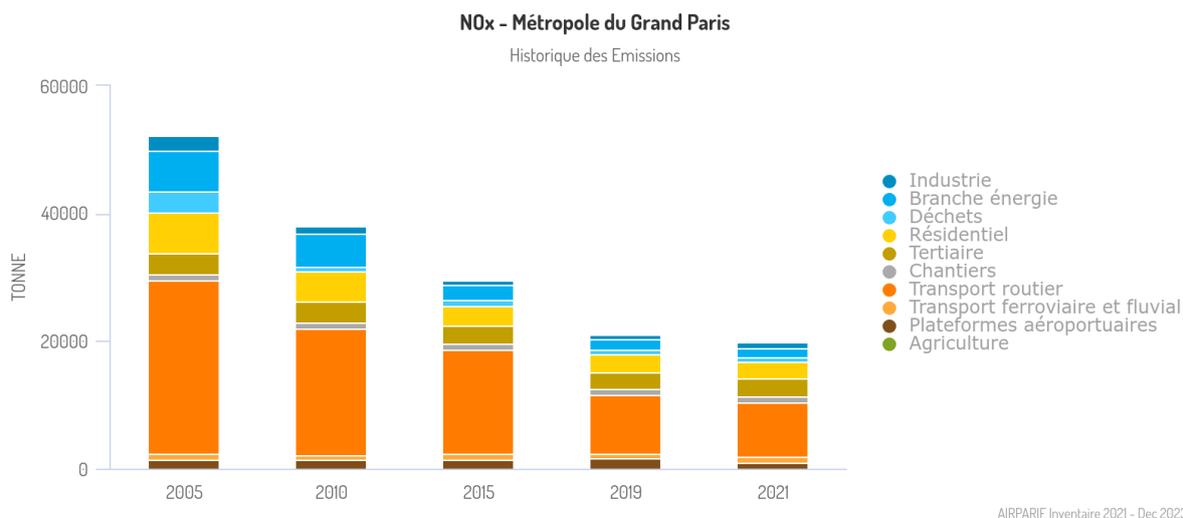


Figure 36 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.

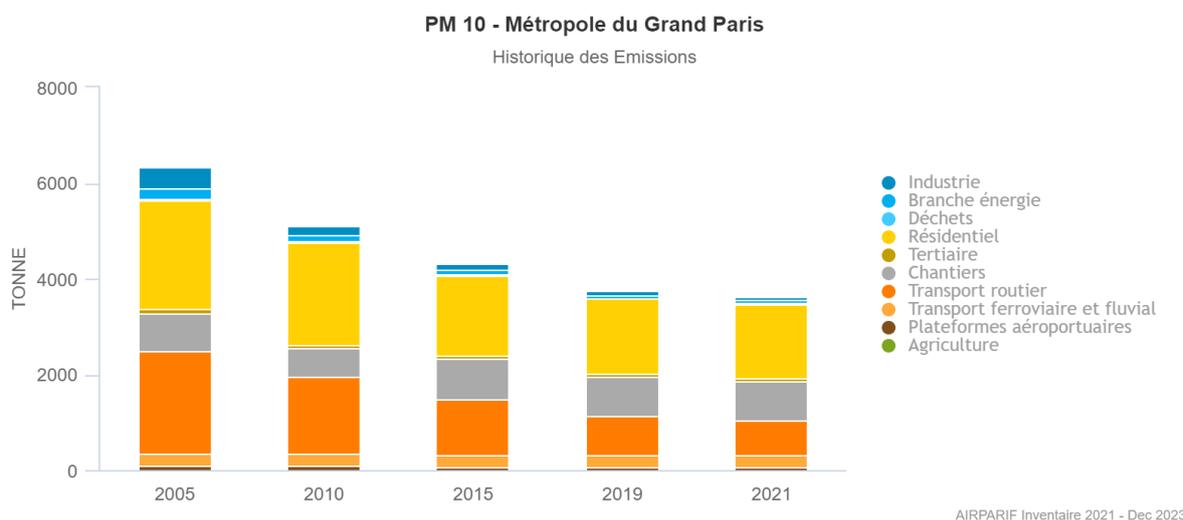


Figure 37 : Evolution des émissions de particules (PM₁₀) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.

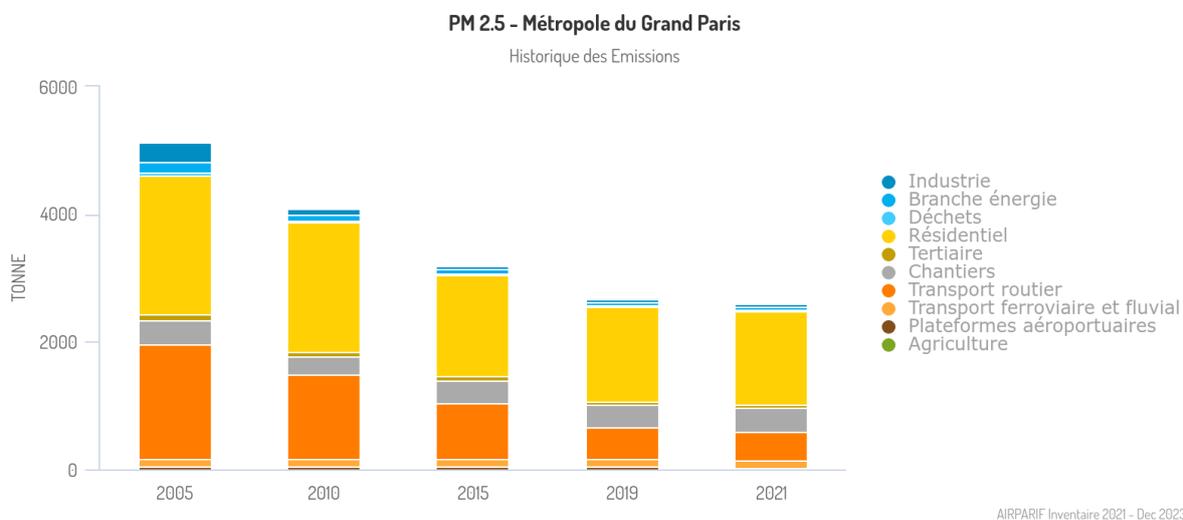
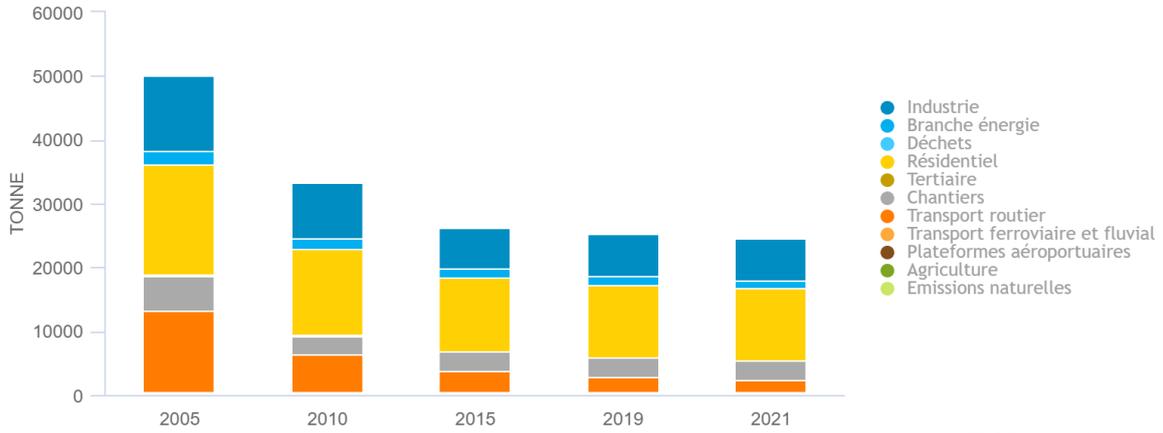


Figure 38 : Evolution des émissions de particules fines (PM_{2.5}) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

COVNM - Métropole du Grand Paris

Historique des Emissions

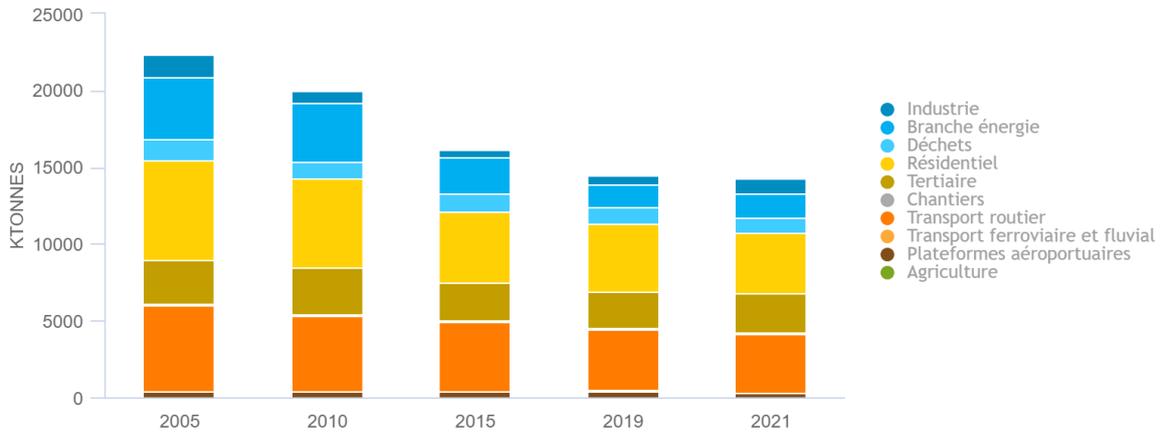


AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

Figure 39 : Evolution des émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.

GES - Métropole du Grand Paris

Historique des Emissions



AIRPARIF Inventaire 2021 - Dec 2023

Figure 40 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Annexe 5

Les tableaux ci-dessous présentent, pour chaque commune de la Métropole du Grand Paris, la part du trafic routier dans les émissions primaires locales et l'exposition de la population à des concentrations de NO₂, de PM₁₀ et de PM_{2.5} au-delà de certains seuils précisés ci-après.
Le

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Tableau 4 concerne les communes de la Métropole du Grand Paris situées dans le périmètre délimité par l'autoroute A86 (dit « intra A86 »), tandis que le

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Tableau 5 concerne les communes de la Métropole situées en dehors de ce périmètre.

Les émissions du trafic routier à l'échelle communale sont issues de l'inventaire des émissions 2019 d'Airparif, données les plus récentes disponibles au moment de l'étude. Les valeurs relatives, exprimées en pourcentage, correspondent à la contribution du trafic routier aux émissions totales de chaque polluant au sein de chaque commune. Les données d'émissions, exprimées en tonnes, sont également fournies afin de connaître les quantités de polluants atmosphériques émises.

Les données concernant l'exposition de la population sont produites dans le cadre du bilan annuel de la qualité de l'air réalisé par Airparif, le bilan le plus récent au moment de l'étude se rapportant à l'année 2022. Pour chaque polluant, ces données correspondent à un nombre d'habitants exposés à une concentration moyenne annuelle dépassant un seuil fixé. Pour le NO₂, l'exposition de la population est évaluée relativement à la valeur limite annuelle réglementaire (40 µg/m³), ainsi qu'au regard de la valeur limite annuelle en 2030 (20 µg/m³). Pour les particules PM₁₀, seule l'exposition de la population au regard de la valeur limite annuelle en 2030 (20 µg/m³) est présentée, la valeur limite annuelle réglementaire (40 µg/m³) étant respectée en Île-de-France. De même, pour les particules PM_{2,5}, l'exposition de la population est uniquement évaluée au regard de la valeur limite annuelle en 2030 (10 µg/m³), la valeur limite annuelle réglementaire (25 µg/m³) étant respectée en Île-de-France.

NB : Les chiffres d'exposition de la population de chaque commune sont arrondis au millier.

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Tableau 4 : Part du trafic routier dans les émissions primaires locales et exposition de la population pour chaque commune de la Métropole du Grand Paris situées dans le périmètre intra A86

Communes de la Métropole du Grand Paris situées dans le périmètre intra A86		DIAGNOSTIC DE L'ETAT ACTUEL									
		Part du trafic routier dans les émissions primaires locales (source : Inventaire des émissions 2019, Airparif 2021)						Population exposée (source : Bilan de la qualité de l'air 2022, Airparif 2023)			
Nom de la commune	code INSEE	NO _x (%)	NO _x (t)	PM ₁₀ (%)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (%)	PM _{2,5} (t)	NO ₂ > VL (40 µg/m ³)	NO ₂ > VL 2030 (20 µg/m ³)	PM ₁₀ > VL 2030 (20 µg/m ³)	PM _{2,5} > VL 2030 (10 µg/m ³)
Total Métropole du Grand Paris		45%	9 705	20%	749	18%	464	40 000	5 800 000	3 000 000	5 100 000
Paris	75056	54%	2 253	25%	181	21%	112	10 000	2 100 000	2 100 000	2 100 000
Antony	92002	63%	108	21%	8	17%	5	0	40 000	< 1000	10 000
Asnières-sur-Seine	92004	51%	70	19%	6	17%	4	0	80 000	40 000	80 000
Bagneux	92007	49%	34	18%	3	16%	2	0	30 000	< 1000	20 000
Bois-Colombes	92009	30%	12	8%	1	6%	1	0	30 000	2 000	30 000
Boulogne-Billancourt	92012	45%	93	21%	7	19%	5	< 1000	100 000	20 000	100 000
Bourg-la-Reine	92014	40%	14	12%	1	10%	1	0	20 000	0	5 000
Châtenay-Malabry	92019	62%	55	29%	4	25%	3	0	6 000	0	< 1000
Châtillon	92020	51%	37	18%	3	16%	2	0	30 000	3 000	10 000
Chaville	92022	42%	17	13%	1	10%	1	0	4 000	0	0
Clamart	92023	48%	58	15%	5	12%	3	0	10 000	< 1000	< 1000
Clichy	92024	42%	58	19%	4	18%	3	2 000	60 000	60 000	60 000
Colombes	92025	51%	132	20%	10	17%	6	< 1000	80 000	9 000	80 000
Courbevoie	92026	41%	88	21%	7	20%	4	< 1000	80 000	60 000	80 000
Fontenay-aux-Roses	92032	27%	13	8%	1	7%	1	0	7 000	0	< 1000
Garches	92033	20%	6	7%	1	5%	0	0	4 000	0	< 1000
Garenne-Colombes (la)	92035	52%	28	19%	2	16%	1	0	30 000	10 000	30 000
Gennevilliers	92036	39%	212	29%	16	25%	10	0	50 000	10 000	50 000
Issy-les-Moulineaux	92040	31%	62	19%	5	17%	3	< 1000	60 000	20 000	50 000
Levallois-Perret	92044	43%	30	12%	2	12%	1	< 1000	60 000	60 000	60 000
Malakoff	92046	50%	30	17%	2	14%	1	< 1000	30 000	9 000	30 000
Marnes-la-Coquette	92047	94%	60	73%	4	69%	3	0	1 000	< 1000	< 1000
Meudon	92048	60%	74	25%	6	22%	4	0	20 000	< 1000	2 000
Montrouge	92049	40%	28	14%	2	13%	1	< 1000	50 000	20 000	50 000
Nanterre	92050	49%	184	27%	14	24%	9	< 1000	90 000	4 000	70 000
Neuilly-sur-Seine	92051	48%	81	29%	7	26%	4	< 1000	60 000	50 000	60 000
Plessis-Robinson (le)	92060	42%	22	16%	2	13%	1	0	1 000	0	0
Puteaux	92062	50%	56	25%	5	23%	3	< 1000	40 000	10 000	40 000
Rueil-Malmaison	92063	51%	98	15%	7	14%	5	0	20 000	< 1000	6 000
Saint-Cloud	92064	72%	112	40%	9	36%	5	< 1000	20 000	1 000	4 000
Sceaux	92071	33%	12	10%	1	9%	1	0	3 000	0	< 1000
Sèvres	92072	66%	60	33%	5	28%	3	0	10 000	1 000	3 000
Suresnes	92073	34%	28	12%	2	11%	1	0	30 000	< 1000	10 000
Vanves	92075	45%	19	15%	1	13%	1	0	30 000	10 000	30 000
Vaucresson	92076	65%	27	30%	2	24%	1	0	2 000	< 1000	< 1000
Ville-d'Avray	92077	30%	6	12%	0	10%	0	0	0	0	0

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Villeneuve-la-Garenne	92078	50%	38	29%	3	27%	2	0	20 000	10 000	20 000
Aubervilliers	93001	38%	53	13%	4	12%	3	< 1000	80 000	60 000	80 000
Bagnole	93006	29%	43	14%	3	12%	2	< 1000	40 000	10 000	40 000
Bobigny	93008	36%	59	15%	4	14%	3	< 1000	50 000	2 000	50 000
Bondy	93010	59%	115	21%	8	18%	5	1 000	50 000	8 000	50 000
Courneuve (la)	93027	72%	165	42%	13	41%	8	0	40 000	20 000	40 000
Drancy	93029	35%	47	8%	4	7%	2	0	70 000	< 1000	70 000
Ile-Saint-Denis (I')	93039	59%	15	30%	1	28%	1	0	8 000	5 000	8 000
Lilas (les)	93045	15%	4	4%	0	4%	0	0	20 000	10 000	20 000
Montreuil	93048	37%	65	10%	5	9%	3	< 1000	100 000	4 000	100 000
Noisy-le-Sec	93053	59%	100	25%	8	24%	5	< 1000	40 000	6 000	40 000
Pantin	93055	29%	35	12%	3	12%	2	< 1000	50 000	50 000	50 000
Pré-Saint-Gervais (le)	93061	11%	2	2%	0	2%	0	< 1000	20 000	20 000	20 000
Romainville	93063	57%	45	21%	4	18%	2	< 1000	30 000	2 000	30 000
Rosny-sous-Bois	93064	70%	116	26%	9	27%	6	< 1000	40 000	5 000	40 000
Saint-Denis	93066	53%	278	31%	22	31%	13	1 000	100 000	60 000	100 000
Saint-Ouen	93070	5%	43	5%	3	5%	2	1 000	50 000	50 000	50 000
Alfortville	94002	25%	19	8%	1	7%	1	0	40 000	< 1000	40 000
Arcueil	94003	76%	73	38%	6	33%	4	< 1000	20 000	10 000	20 000
Cachan	94016	31%	13	8%	1	7%	1	< 1000	30 000	1 000	20 000
Champigny-sur-Marne	94017	68%	183	26%	13	22%	8	< 1000	20 000	< 1000	10 000
Charenton-le-Pont	94018	74%	84	43%	6	43%	4	4 000	30 000	30 000	30 000
Chevilly-Larue	94021	64%	79	44%	6	38%	4	< 1000	20 000	< 1000	20 000
Choisy-le-Roi	94022	33%	56	18%	4	15%	3	0	40 000	< 1000	30 000
Créteil	94028	41%	184	30%	15	28%	9	< 1000	40 000	< 1000	20 000
Fontenay-sous-Bois	94033	48%	78	20%	6	17%	4	0	50 000	< 1000	50 000
Fresnes	94034	77%	122	49%	9	44%	6	< 1000	20 000	< 1000	20 000
Gentilly	94037	74%	42	34%	3	30%	2	< 1000	20 000	20 000	20 000
Haÿ-les-Roses (I')	94038	76%	79	30%	6	25%	4	< 1000	30 000	2 000	20 000
Ivry-sur-Seine	94041	21%	75	14%	6	12%	4	< 1000	60 000	20 000	60 000
Joinville-le-Pont	94042	72%	49	31%	4	26%	2	< 1000	20 000	1 000	10 000
Kremlin-Bicêtre (le)	94043	71%	53	38%	4	35%	2	3 000	20 000	20 000	20 000
Maisons-Alfort	94046	41%	72	20%	6	17%	4	< 1000	50 000	6 000	50 000
Nogent-sur-Marne	94052	49%	32	16%	2	14%	1	< 1000	30 000	4 000	30 000
Rungis	94065	62%	82	42%	6	37%	4	0	5 000	< 1000	5 000
Saint-Mandé	94067	48%	20	23%	2	21%	1	< 1000	20 000	10 000	20 000
Saint-Maurice	94069	90%	99	67%	8	64%	5	1 000	10 000	7 000	10 000
Thiais	94073	71%	110	37%	9	32%	5	0	30 000	< 1000	20 000
Villejuif	94076	57%	71	20%	6	16%	3	< 1000	50 000	6 000	50 000
Vincennes	94080	33%	21	11%	2	10%	1	0	50 000	3 000	40 000
Vitry-sur-Seine	94081	21%	71	12%	6	10%	4	0	90 000	< 1000	90 000

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Tableau 5 : Part du trafic routier dans les émissions primaires locales et exposition de la population pour chaque commune de la Métropole du Grand Paris situées en dehors du périmètre intra A86

Communes de la Métropole du Grand Paris situées en dehors du périmètre intra A86		DIAGNOSTIC DE L'ETAT ACTUEL									
		Part du trafic routier dans les émissions primaires locales (source : Inventaire des émissions 2019, Airparif 2021)						Population exposée (source : Bilan de la qualité de l'air 2022, Airparif 2023)			
Nom de la commune	code INSEE	NO _x (%)	NO _x (t)	PM ₁₀ (%)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (%)	PM _{2.5} (t)	NO ₂ > VL (40 µg/m ³)	NO ₂ > VL 2030 (20 µg/m ³)	PM ₁₀ > VL 2030 (20 µg/m ³)	PM _{2.5} > VL 2030 (10 µg/m ³)
Total Métropole du Grand Paris		45%	9 705	20%	749	18%	464	40 000	5 800 000	3 000 000	5 100 000
Athis Mons	91027	48%	50	14%	4	12%	3	0	5 000	0	2 000
Juvisy-sur-Orge	91326	53%	25	15%	2	14%	1	0	6 000	0	1 000
Morangis	91432	53%	37	17%	3	14%	2	< 1000	10 000	< 1000	< 1000
Paray-Vieille-Poste	91479	15%	54	16%	4	13%	3	0	7 000	0	< 1000
Savigny-sur-Orge	91589	61%	82	14%	6	11%	4	< 1000	20 000	< 1000	2 000
Viry-Châtillon	91687	68%	95	25%	7	22%	4	< 1000	20 000	< 1000	1 000
Aulnay-sous-Bois	93005	60%	246	26%	17	22%	11	< 1000	80 000	3 000	30 000
Blanc-Mesnil (le)	93007	65%	120	21%	8	18%	5	< 1000	60 000	10 000	60 000
Bourget (le)	93013	71%	57	37%	4	36%	3	< 1000	20 000	6 000	20 000
Clichy-sous-Bois	93014	40%	22	13%	2	12%	1	0	9 000	0	< 1000
Coubron	93015	60%	7	4%	1	6%	0	0	0	0	0
Dugny	93030	47%	17	26%	1	25%	1	< 1000	10 000	1 000	7 000
Epinay-sur-Seine	93031	38%	41	13%	3	12%	2	0	40 000	< 1000	40 000
Gagny	93032	47%	39	10%	3	8%	2	0	10 000	0	3 000
Gournay-sur-Marne	93033	57%	10	10%	1	8%	0	0	1 000	0	< 1000
Livry-Gargan	93046	53%	49	14%	4	11%	2	0	30 000	1 000	4 000
Montfermeil	93047	46%	23	8%	2	6%	1	0	1 000	0	< 1000
Neuilly-Plaisance	93049	48%	20	10%	1	8%	1	0	20 000	0	6 000
Neuilly-sur-Marne	93050	57%	50	18%	4	16%	2	0	10 000	< 1000	4 000
Noisy-le-Grand	93051	77%	209	29%	14	26%	9	0	50 000	2 000	5 000
Pavillons-sous-Bois	93057	63%	41	19%	3	16%	2	0	20 000	2 000	9 000
Pierrefitte-sur-Seine	93059	55%	35	16%	3	14%	2	0	20 000	2 000	10 000
Raincy (le)	93062	51%	16	14%	1	12%	1	0	10 000	< 1000	4 000
Sevran	93071	15%	28	5%	2	4%	1	0	30 000	< 1000	< 1000
Stains	93072	16%	21	9%	2	8%	1	0	30 000	< 1000	10 000
Tremblay-en-France	93073	14%	99	13%	8	10%	5	0	10 000	0	0
Vaujours	93074	25%	27	20%	2	18%	1	0	4 000	0	< 1000
Villemomble	93077	58%	44	15%	3	12%	2	< 1000	30 000	3 000	10 000
Villepinte	93078	78%	137	30%	10	25%	6	0	30 000	< 1000	< 1000
Villetaneuse	93079	35%	10	11%	1	10%	0	0	10 000	< 1000	5 000
Ablon-sur-Seine	94001	21%	3	5%	0	4%	0	0	0	0	0
Boissy-Saint-Léger	94004	28%	25	17%	2	15%	1	0	< 1000	0	0
Bonneuil-sur-Marne	94011	37%	34	8%	3	13%	2	0	< 1000	0	0
Bry-sur-Marne	94015	65%	43	23%	3	19%	2	0	20 000	< 1000	4 000
Chennevières-sur-Marne	94019	33%	17	11%	1	9%	1	0	0	0	0
Limeil-Brévannes	94044	26%	29	12%	2	10%	1	0	< 1000	0	< 1000
Mandres-les-Roses	94047	47%	6	8%	0	7%	0	0	0	0	0
Marolles-en-Brie	94048	66%	7	9%	1	6%	0	0	0	0	0
Noisieu	94053	37%	6	9%	0	7%	0	0	0	0	0
Orly	94054	11%	28	12%	2	10%	1	0	0	0	2 000

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception Préfecture : 30/09/2024

Ormesson-sur-Marne	94055	53%	13	10%	1	7%	1	0	< 1000	0	0
Périgny	94056	50%	4	8%	0	7%	0	0	0	0	0
Perreux-sur-Marne (le)	94058	39%	22	9%	2	7%	1	0	30 000	< 1000	30 000
Plessis-Trévisé (le)	94059	39%	11	8%	1	6%	1	0	0	0	0
Queue-en-Brie (la)	94060	53%	17	12%	1	10%	1	0	0	0	0
Saint-Maur-des-Fossés	94068	29%	43	7%	3	6%	2	0	6 000	0	2 000
Santeny	94070	56%	9	11%	1	10%	0	0	0	0	0
Sucy-en-Brie	94071	9%	26	9%	2	7%	1	0	< 1000	0	0
Valenton	94074	25%	28	17%	2	15%	1	0	< 1000	0	< 1000
Villecresnes	94075	65%	20	13%	2	10%	1	0	< 1000	0	0
Villeneuve-le-Roi	94077	11%	26	9%	2	7%	1	0	2 000	0	< 1000
Villeneuve-Saint-Georges	94078	29%	49	13%	4	12%	2	0	4 000	0	1 000
Villiers-sur-Marne	94079	60%	45	17%	3	13%	2	0	10 000	< 1000	1 000
Argenteuil	95018	54%	212	20%	16	18%	10	< 1000	60 000	2 000	80 000

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Annexe 6

Sources de données relatives au parc technologique

Le **CITEPA** produit chaque année un état du parc technologique de l'année N-2 au niveau national. Ce parc présente les contributions au trafic routier français de chaque type de véhicule (carburant, cylindré, norme euro, PTAC pour les PL) pour 3 typologies d'axes (urbain, route et autoroute). Ce parc de référence est utilisé d'une part par le CITEPA pour le calcul des émissions du trafic routier à l'échelle française mais aussi par la plupart des AASQA pour la construction des inventaires des émissions régionaux. Par ailleurs, le CITEPA propose la déclinaison prospective de ce parc avec une méthodologie cohérente.

Cette source de données présente les avantages d'être mise à jour annuellement aussi bien pour les années passées que pour les projections et constitue l'une des références pour le calcul des émissions aux échelles nationale et régionale. Cependant les parcs locaux peuvent sensiblement différer des parcs nationaux que ce soit sur la répartition des véhicules (parc statique) que sur leur usage (parc roulant).

L'**IFSTTAR** produit également des parcs technologiques à l'échelle nationale avec un niveau de précision (types de véhicules et d'axes) comparables à ceux du CITEPA. Ces données constituent également une référence au niveau français et alimentent l'outil de calcul des émissions HBEFA. Ces parcs existent également pour des états prospectifs. De la même manière que les parcs CITEPA, ces données nationales nécessitent d'être adaptées pour la description d'un parc local tel que celui de Paris.

Par ailleurs, l'**IFSTTAR** a piloté le projet de recherche **ZAPARC** dont un but était d'améliorer la connaissance des parcs automobiles dans l'agglomération parisienne afin d'évaluer l'impact des scénarii de réduction de la pollution de l'air. Pour cela, des observations vidéo du trafic routier ont été réalisées en 2013 et ont permis d'échantillonner près de 560 000 véhicules sur 9 sites répartis à Paris, sur le Boulevard Périphérique, dans le département des Hauts-de-Seine ainsi que dans le département de la Seine-Saint-Denis sur des périodes d'observation allant de 2 à 10 jours. Les résultats de cette étude permettent donc de dresser directement des parcs aux échelles de Paris, du Boulevard périphérique et de la banlieue parisienne.

Des « **enquêtes Plaques** » sont régulièrement programmées sur le territoire de Paris intra-muros, le Boulevard Périphérique et la Métropole du Grand Paris afin d'obtenir des données locales concernant le parc circulant sur ces trois zones. Les points de mesure sont choisis de façon à obtenir des données représentatives de la zone enquêtée. Lors du passage d'un véhicule, le numéro de plaque d'immatriculation et la silhouette du véhicule (deux-roues motorisés, poids lourds, etc.) sont relevés et les caractéristiques du véhicule sont déterminées après un rapprochement avec la base de données des certificats d'immatriculations, communément appelés « cartes grises ». Les premières enquêtes plaques reposent sur des relevés manuels effectués par des agents situés aux points de mesure, et les plus récentes font également appel à l'utilisation de caméra avec lecture automatique de plaques (caméra LAPI) afin de faciliter et réduire les erreurs possibles de relevés. Par ailleurs, le traitement de ces données d'enquête plaques considère certaines hypothèses sur les véhicules (classification Euro par exemple), ainsi des écarts entre les résultats d'une enquête à une autre peuvent exister.

En novembre 2014 et 2016, la Mairie de Paris a fait réaliser des enquêtes plaques sur des points représentatifs de la circulation de Paris intra-muros et du Boulevard périphérique. Près de 35 000 passages de véhicules ont été relevés pour l'enquête de 2014 et près de 67 000 pour l'enquête de 2016. Le mode opératoire de cette enquête consistait à relever les plaques d'immatriculation à l'arrière des véhicules afin de caractériser également les deux-roues motorisés. Cette méthodologie n'était cependant pas adaptée à la caractérisation des camions car les semi-remorques disposent d'une plaque spécifique à l'arrière de la remorque et d'une plaque spécifique à l'avant du tracteur. Par conséquent, le relevé de plaques à l'arrière ne permet pas de caractériser les puissances et normes Euro associées au tracteur des semi-remorques.

Abuse de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

en commun n'a été relevé lors de cette étude. En conclusion, ces « enquêtes plaques » permettent de disposer d'une bonne photographie du parc technologique parisien pour les véhicules particuliers, les véhicules utilitaires et les deux-roues motorisés. La caractérisation des poids lourds et des bus dans Paris doit cependant faire appel à une autre source de données.

En octobre 2018, la Métropole du Grand Paris a fait réaliser une enquête plaques à l'aide de caméras. Cette enquête, menée durant deux semaines, a été déployée sur 12 points de mesures et a permis d'identifier 7.0 millions de passages de véhicules, dont 1.6 million de plaques uniques.

En novembre 2019, la Ville de Paris a fait réaliser une enquête plaques reposant sur un dispositif mixte entre relevés manuels et l'utilisation de caméras. Les points de mesure de cette enquête sont les mêmes que ceux de l'enquête plaques de 2016 sur leur territoire. Environ 126 500 passages de véhicules ont été relevés lors de cette enquête, soit presque le double de l'enquête plaques précédente sur le territoire.

La Métropole du Grand Paris a réalisé en juin 2022 sa deuxième « enquête plaques », sur une période de 20 jours sur un total de 24 sites routiers (dont 10 sites communs à l'enquête réalisée en 2018, et dont 3 sites sont situés en dehors du périmètre de la ZFE-m, les autres étant situés à l'intérieur). Ainsi, ont pu être relevés 24,3 millions de passages de véhicules observés et 3,7 millions de véhicules uniques immatriculés en France.

Les enquêtes plaques 2018, 2019 et 2022 permettent d'obtenir des informations sur le parc depuis la mise en place de la ZFE-m dans Paris et dans la Métropole du Grand Paris.

A noter que les données relatives au parc observé sont à différencier de celles du parc dit « en circulation » (à comprendre « parc en capacité de circulation »), fournies annuellement par le SDES²⁸. En effet, le parc dit « statique » permet de connaître la composition du parc de véhicules qui sont détenus, et la géolocalisation des véhicules se base sur celle associée à l'immatriculation du véhicule, les données obtenues lors des enquêtes plaques permet quant à elles de géolocaliser où le véhicule circule.

Dans le cadre de cette étude, **Île-de-France Mobilités** a fourni les répartitions moyennes par norme euro des flottes de bus RATP et OPTILE de 2004 à 2014. Des éléments prospectifs liés au programme de renouvellement des bus et aux objectifs internes d'hybridation, de passage au gaz naturel et d'électrification des lignes de bus ont également été étudiés.

²⁸ Données sur le parc automobile français au 1^{er} janvier 2023 : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-automobile-francais-au-1er-janvier-2023>

Annexe 7

En 2025, par rapport à la situation de référence, la mise en place de la 3^{ème} étape de la ZFE-m Métropolitaine ne diminue pas significativement le nombre d'ERP sensible concernés par un dépassement de la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle pour le NO₂ (comme le montre la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), les PM₁₀ (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ou les s PM_{2,5} (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette diminution est en effet de 4 % pour les PM₁₀, de moins de 1 % pour le NO₂, et elle est nulle pour les PM_{2,5}. Dans les deux scénarii, presque tous les 8 800 ERP sensible de la métropole connaissent un dépassement des recommandations de l'OMS en moyenne annuelle pour le NO₂ et les PM_{2,5}, et près de la moitié de ces établissements pour la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle pour les PM₁₀.

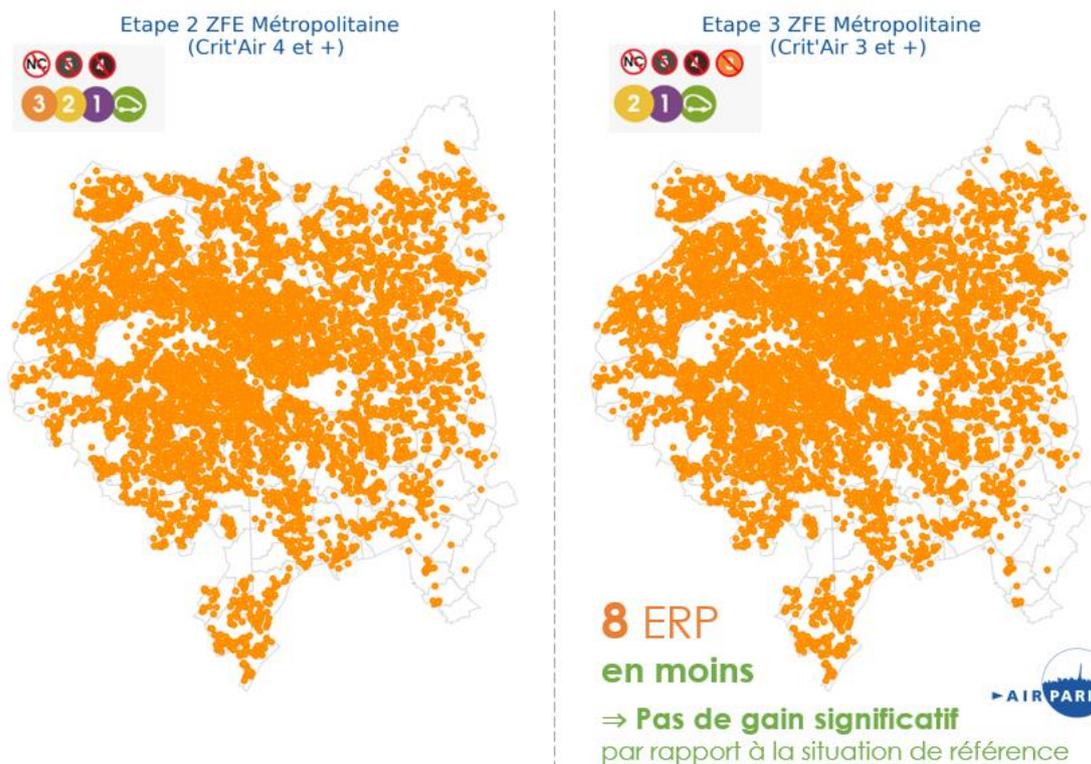


Figure 41 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS (10 µg/m³) en moyenne annuelle en 2025 pour le NO₂ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).

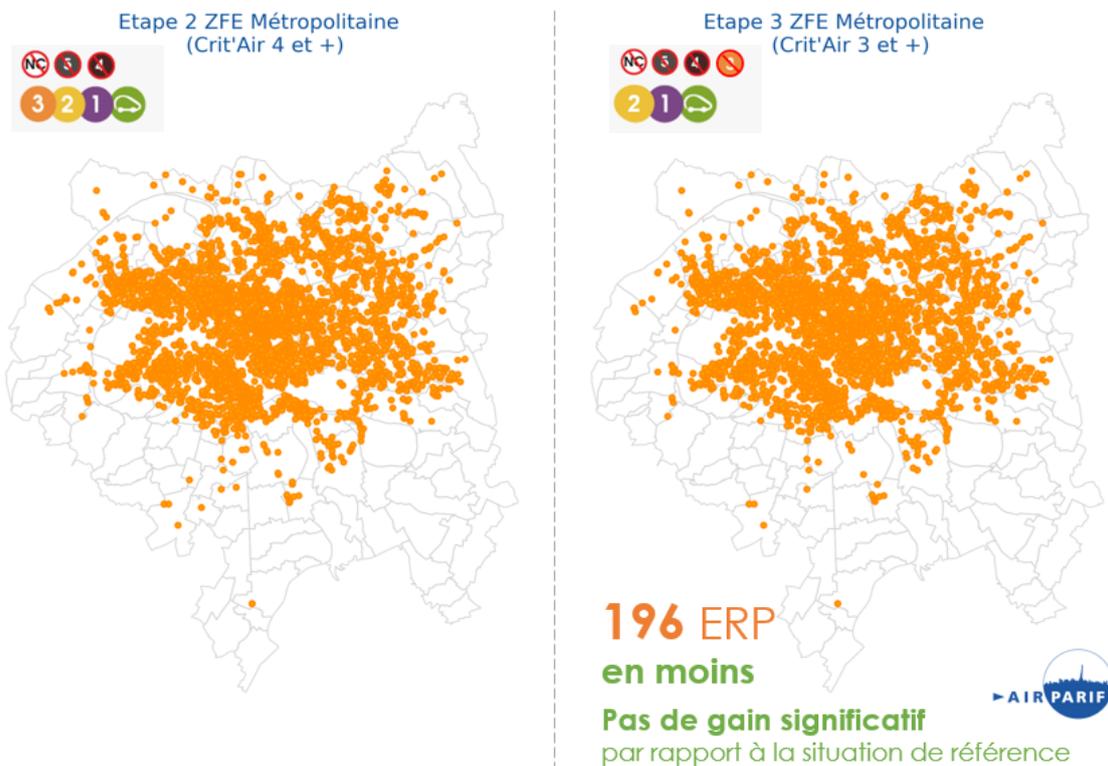


Figure 42 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyenne annuelle en 2025 pour les PM_{10} selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).

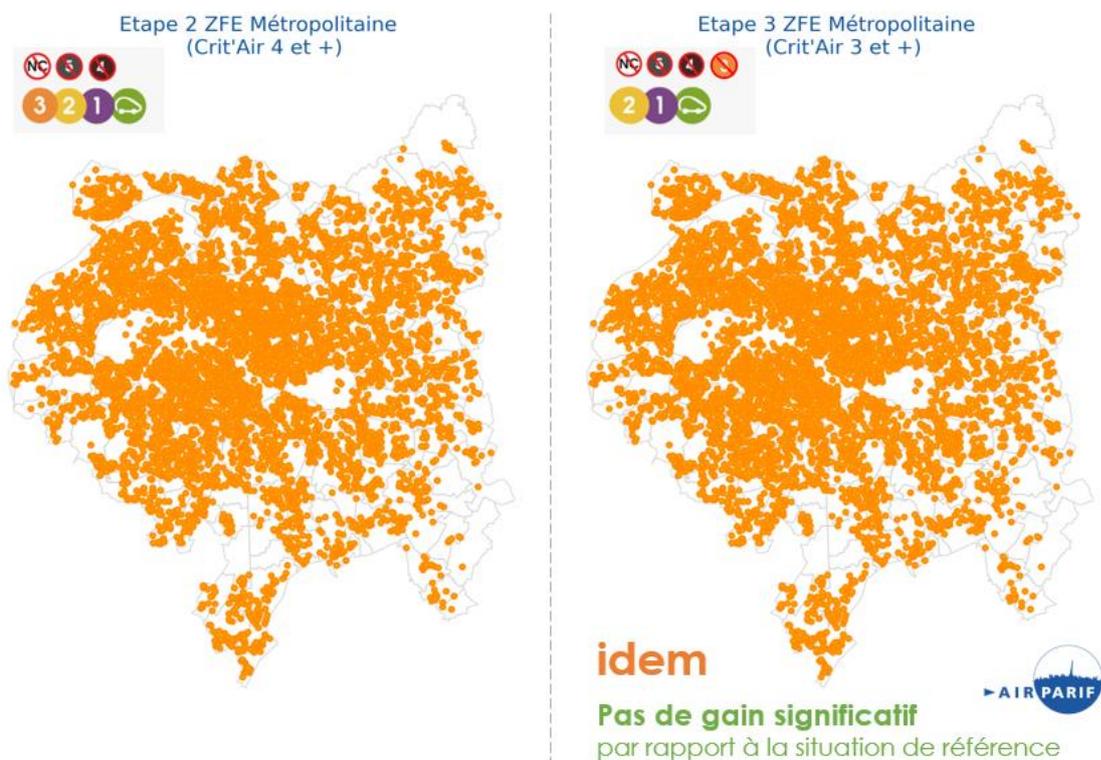


Figure 43 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyenne annuelle en 2025 pour les $\text{PM}_{2.5}$ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).

Accusé de réception en préfecture
 094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
 Date de télétransmission : 30/09/2024
 Date de réception préfecture : 30/09/2024

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Réseau routier pris en compte pour le calcul des émissions liées au trafic routier. Le contour de l'autoroute A86 est donné en pointillés. (Source : DRIEAT – traitement et image Airparif).	10
Figure 2 : Exemple du principe de modélisation des résultats de cartographie de la qualité de l'air (c) issus du croisement de la modélisation des niveaux de fond (a) et de l'impact issu du trafic routier (b).....	12
Figure 3 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'oxydes d'azote (NO _x) dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021.	16
Figure 4 : Contribution des différents types de véhicules aux émissions d'oxydes d'azote du transport routier (a) et répartition des kilomètres parcourus selon les véhicules (b) au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021.	17
Figure 5 : Contributions par secteur d'activité aux émissions primaires de particules (PM ₁₀) dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a), et détail de la contribution du transport routier selon les processus d'abrasion ou de combustion (b) et selon le type de véhicule (c).	18
Figure 6 : Contributions par secteur d'activité aux émissions primaires de particules (PM _{2.5}) dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021 (a), et détail de la contribution du transport routier selon les processus d'abrasion ou de combustion (b) et selon le type de véhicule (c).	20
Figure 7 : Contribution par secteur d'activité (a) et détail des contributions au sein du transport routier (b) aux émissions primaires de COVNM dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021.	22
Figure 8 : Contributions par secteur d'activité (a) et détail des contributions au sein du transport routier (b) aux émissions de CO ₂ dans la Métropole du Grand Paris pour l'année 2021.	23
Figure 9 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO ₂) en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.	25
Figure 10 : Évolution de la concentration moyenne annuelle de NO ₂ entre 2019 et 2023 dans la Métropole du Grand Paris.	25
Figure 11 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en NO ₂ des stations de proximité au trafic routier situées dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023.	26
Figure 12 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en NO ₂ des stations de fond situées dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023.	26
Figure 13 : Nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m ³ en moyenne journalière pour les particules PM ₁₀ en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023. .	27
Figure 14 : Concentration moyenne annuelle de particules PM ₁₀ en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.	28
Figure 15 : Nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m ³ en PM ₁₀ de 2019 à 2023 dans la Métropole du Grand Paris.	29
Figure 16 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en particules PM ₁₀ mesurée sur les stations de proximité au trafic dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023.	30
Figure 17 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en PM ₁₀ des stations de fond situées dans la Métropole du Grand Paris de 2012 à 2023.	30
Figure 18 : Concentration moyenne annuelle de particules PM _{2.5} en Île-de-France (a) et dans la Métropole du Grand Paris (b) pour l'année 2023.	31
Figure 19 : Évolution de la concentration moyenne annuelle de PM _{2.5} entre 2019 et 2023 dans la Métropole du Grand Paris.	32
Figure 20 : Évolution de la concentration (moyenne glissante sur 3 ans) en particules PM _{2.5} mesurée sur les stations dans la Métropole du Grand Paris.	33
Figure 21 : Profils mensuels (a) et hebdomadaires (b) du trafic routier, par zone (Paris intramuros, Boulevard Périphérique, Autoroutes et Routes). Source : Airparif d'après	35

Accusé de réception en préfecture
 09-21-9400228-20240930-DEL-24-109-DE
 Date de télétransmission : 30/09/2024
 Date de réception préfecture : 30/09/2024

Figure 22 : Parc roulant les jours ouvrés (JO) sur les axes urbains, selon les heures de la journée.	37
Figure 23 : Parcs technologiques (répartition des vignettes Crit'Air) par type de véhicule au sein de la Métropole du Grand Paris en 2021 (parts de la distance parcourue en véhicules.km)	38
Figure 24 : Répartitions des véhicules.kilomètres parcourus dans la situation de référence 2025 (à gauche, diagrammes 1) et dans le scénario de ZFE-m 2025 (à droite, diagrammes 2), au sein du périmètre ZFE-m (en haut, diagrammes a), et en dehors de la ZFE-m (en bas, diagrammes b).	40
Figure 25 : Comparaison des distances parcourues (en véhicules.kilomètres) dans le périmètre ZFE-m (périmètre à l'intérieur de l'A86) entre le scénario référence et le scénario ZFE-m pour chaque type de véhicule.	41
Figure 26 : Gains en émissions et part des kilomètres parcourus par les véhicules impactés par la restriction de circulation de la 3 ^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) au sein du périmètre de la ZFE-m.	42
Figure 27 : Ratio entre les gains en émissions attendus avec la mise en œuvre de la 3 ^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) et la part des kilomètres concernés par la restriction de circulation, au sein du périmètre de la ZFE-m	43
Figure 28 : Gains en émissions et part des kilomètres parcourus par les véhicules concernés par la restriction de circulation de la 3 ^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens), en dehors du périmètre de la ZFE-m	43
Figure 29 : Ratio entre les gains en émissions attendus avec la mise en œuvre de la 3 ^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (interdiction des « Crit'Air 3 » et plus anciens) et la part des kilomètres concernés par la restriction de circulation, en dehors du périmètre de l'A86	44
Figure 30 : Cartographies des niveaux moyens annuels de NO ₂ (en haut), de PM ₁₀ (au milieu) et de PM _{2.5} (en bas) en µg/m ³ , dans la Métropole du Grand Paris, pour la situation de référence (à gauche), la 3 ^{ème} étape de ZFE-m métropolitaine (au milieu) et la différence de concentrations entre le scénario de ZFE-m et la situation de référence (à droite).....	48
Figure 31 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la future valeur limite à respecter d'ici 2030 (20 µg/m ³) en moyenne annuelle en 2025 pour le NO ₂ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche :.....	53
Figure 32 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la Valeur Limite à respecter d'ici 2030 (20 µg/m ³) en moyenne annuelle en 2025 pour les PM ₁₀ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).....	54
Figure 33 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la Valeur Limite à respecter d'ici 2030 (10 µg/m ³) en moyenne annuelle en 2025 pour les PM _{2.5} selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3).....	55
Figure 34 : Exemple de régression linéaire sur une maille de proximité au trafic. Le point rouge est la différence en concentration que le modèle cherche à reconstituer à partir de la différence en émissions connue (ligne rouge). Les points bleus sont les scénarii ayant servis à l'entraînement du modèle. Les différentes lignes violettes parallèles à la régression linéaire représentent les intervalles de confiance associés à la prédiction du modèle pour la maille considérée.....	60
Figure 35 : Illustration du traitement des mailles influencées.	61
Figure 36 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote (NO _x) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021	62
Figure 37 : Evolution des émissions de particules (PM ₁₀) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021	62
Figure 38 : Evolution des émissions de particules fines (PM _{2.5}) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.	62
Figure 39 : Evolution des émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021.	63

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024

Figure 40 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de leur répartition par secteur d'activité au sein de la Métropole du Grand Paris entre 2005 et 2021 63

Figure 41 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS (10 µg/m³) en moyenne annuelle en 2025 pour le NO₂ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3)..... 73

Figure 42 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS (15 µg/m³) en moyenne annuelle en 2025 pour les PM₁₀ selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3)..... 74

Figure 43 : Etablissements recevant du public (ERP) sensible exposés à des concentrations dépassant la recommandation de l'OMS (5 µg/m³) en moyenne annuelle en 2025 pour les PM_{2.5} selon le niveau de restriction de la ZFE-m métropolitaine (gauche : situation de référence étape 2, droite : scénario étape 3)..... 74

Accusé de réception en préfecture
094-219400223-20240930-DEL-24-109-DE
Date de télétransmission : 30/09/2024
Date de réception préfecture : 30/09/2024