

ÉTUDE PROSPECTIVE DANS LE CADRE DE LA CRÉATION D'UNE ZONE À CIRCULATION RESTREINTE À PARIS

Évaluation sur les émissions liées au trafic routier

Octobre 2016





**ETUDE PROSPECTIVE DANS LE CADRE DE LA
CREATION D'UNE ZONE A CIRCULATION
RESTREINTE A PARIS**

**Evaluation sur les émissions liées au trafic
routier**

OCTOBRE 2016

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

Glossaire

Généralités :

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère liés à différentes sources telles que les transports (routier, aérien, fluviale, ferré), le résidentiel 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sont notamment très influencées par la proximité des sources polluantes.

Normes :

Objectif de qualité : il correspond à une qualité de l'air jugée acceptable que la réglementation fixe comme objectif à atteindre dans un délai de quelques années.

Valeur limite : un niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, 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.

Valeur cible : un niveau fixé 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.

Polluants :

NOx : 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

CO₂ : Dioxyde de carbone

Organismes :

APUR : Atelier parisien d'urbanisme

DRIEA : Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Ile-de-France

DIRIF : Direction des routes d'Ile-de-France faisant partie de la DRIEA

DVD : Direction de la voirie des déplacements de la Mairie de Paris

STIF : Syndicat des Transports d'Ile-de-France

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	5
I. INTRODUCTION.....	7
II. MODALITE DE MISE EN ŒUVRE PAR LA MAIRIE DE PARIS	7
MODALITES DE MISE EN ŒUVRE PAR LA MAIRIE DE PARIS	7
DEMARCHE D'EVALUATION DES IMPACTS DE LA ZCR	8
LIMITES DE LA DEMARCHE D'EVALUATION	8
III. UNE POPULATION EXPOSEE A DES NIVEAUX DE POLLUTION AU-DELA DES VALEURS LIMITEES	10
PARTICULES PM ₁₀	10
PARTICULES PM _{2,5}	11
DIOXYDE D'AZOTE – NO ₂	12
BENZENE	13
IV. DES EMISSIONS IMPORTANTES LIEES AU TRAFIC ROUTIER.....	14
V. IMPACTS DE LA ZCR PARISIENNE SUR LES EMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER .	16
TRAFIC ROUTIER	16
PARCS ROULANTS ET TECHNOLOGIQUES	18
Parc roulant de référence.....	18
Parc technologique de référence.....	19
Impact de la ZCR sur le parc technologique.....	21
IMPACT DE LA ZCR SUR LES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER	23
Emissions de polluants atmosphériques.....	23
Influence de la mise en œuvre de la ZCR à Paris	23
Influence de la mise en œuvre de la ZCR en dehors de Paris	25
Emissions de gaz à effet de serre.....	26
ANNEXES	28
TABLE DES FIGURES	33

I. INTRODUCTION

Conformément à son programme stratégique de surveillance 2016-2021, décrivant notamment les éléments d'aide au dimensionnement et au suivi des plans d'actions, Airparif a proposé à la Mairie de Paris de réaliser une évaluation de l'impact sur la qualité de l'air de son projet de Zone à circulation restreinte (ZCR). L'étude globale prévoit d'évaluer les modifications attendues sur les émissions de polluants des véhicules (présent rapport) et sur la qualité de l'air respirée par les franciliens (seconde partie programmée au début de l'année 2017). Ces travaux d'évaluation reposent sur des scénarios de trafic routier produits par les services de l'état (DRIEA) et la Mairie de Paris. Le périmètre de l'étude correspond à la région Ile-de-France afin de tenir compte d'éventuels impacts en dehors du territoire de la Ville de Paris.

Le présent rapport décrit et commente les résultats obtenus dans le cadre de l'étude de l'évaluation prospective des impacts sur les émissions de polluants du plan de lutte contre la pollution atmosphérique liée au trafic routier lancé par la Mairie de Paris en février 2015.

II. MODALITE DE MISE EN ŒUVRE PAR LA MAIRIE DE PARIS

Modalités de mise en œuvre par la Mairie de Paris

La ville de Paris a basé les restrictions de circulation, dont font l'objet cette étude, sur l'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). Les modalités et le calendrier des deux étapes annoncées dans le projet d'arrêté de police sont détaillés ci-dessous :

date de mise en œuvre	véhicules concernés	niveaux d'interdiction	périmètre d'interdiction	temporalité
Étape 1 : 15 janvier 2017	PL / TC	Non Classés	Tout Paris hors bois hors boulevard périphérique	7 jours / 7 de 8h à 20h
	VP / VUL	Non Classés		les jours ouvrés de 8h à 20h
	2RM	Non Classés		
Étape 2 : 1 ^{er} juillet 2017	PL / TC	Classe 5		7 jours / 7 de 8h à 20h
	VP / VUL	Classe 5		les jours ouvrés de 8h à 20h
	2RM	Classe 5		

VP = Véhicules Particuliers ; VUL = Véhicules Utilitaires Légers (PTAC<3.5t) ; PL = Poids Lourds (PTAC>3.5t) ; TC = bus et cars (>3.5t) ; 2RM = Deux Roues Motorisés.

Tableau 1. Modalités de mise en œuvre de la ZCR parisienne pour les deux prochaines étapes.

Démarche d'évaluation des impacts de la ZCR

L'évaluation prospective de l'impact sur les émissions de polluants de la mise en œuvre d'une ZCR à Paris s'appuie sur les outils de modélisation des émissions du trafic routier d'Airparif. L'évaluation utilise les facteurs d'émission COPERT IV (v11.3) et la méthodologie de référence au niveau européen décrite dans le guide EMEP¹.

Les facteurs d'émissions COPERT sont calculés à partir de données expérimentales (mesurées) recueillies dans différents programmes scientifiques et laboratoires européens : activités COPERT / CORINAIR (pour les véhicules particuliers et utilitaires des technologies les plus anciennes), projet ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems) pour les véhicules plus récents. Les références précises figurent dans la documentation EMEP. Les données expérimentales utilisées 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.

Si la ZCR prévue par la Mairie de Paris dans son plan qualité de l'air concerne le territoire parisien, la zone d'impact est potentiellement plus large, c'est pourquoi l'évaluation des impacts est menée à l'échelle de l'Ile-de-France, notamment pour prendre en compte d'éventuels effets de report du trafic routier.

Les impacts sur les **émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de particules (PM₁₀ et PM_{2.5})** sont quantifiés, ainsi que ceux sur les Gaz à Effet de Serre via les **émissions de CO₂**. Ces polluants sont émis principalement à l'échelle urbaine par le trafic routier.

Les particules et le dioxyde d'azote² sont des polluants réglementés, dont les concentrations atteignent des niveaux problématiques en Ile-de-France, particulièrement dans le cœur dense de l'agglomération parisienne, et notamment à Paris, où ils dépassent de manière chronique et importante les réglementations.

Les impacts sont évalués par comparaison à une situation « Fil de l'eau ». Les émissions sont évaluées, pour chaque étape de mise en œuvre de la ZCR (scénario « ZCR »), et comparées à celles calculées pour le scénario « Fil de l'eau »³, si aucune restriction de circulation n'était mise en place.

La première partie du présent rapport présente un **état des lieux de la qualité de l'air sur Paris (bilan 2015) et des émissions polluantes (référence 2014)**. La deuxième partie illustre **l'impact sur les émissions** de la mise en œuvre sur les deux premières étapes de la ZCR.

Limites de la démarche d'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 Ile-de-France) et sur les données disponibles dans le cadre de ce travail prospectif. Il convient de noter que des simplifications ont été opérées pour tenir compte notamment des informations existantes.

¹ Voir <http://emisla.com/products/copert-4/documentation>

² Le dioxyde d'azote est réglementé, mais ce sont les émissions de NOx qui sont évaluées car le dioxyde d'azote est émis directement dans l'atmosphère mais est aussi produit à partir du monoxyde d'azote par des réactions chimiques.

³ Le scénario « Fil de l'eau » correspond à la situation future si aucune mesure de restriction de circulation n'est mise en œuvre.

- Il est considéré que le parc roulant (i.e. la répartition du trafic routier en grands types de véhicules : véhicules particuliers ; véhicules utilitaires légers ; poids lourds ; transport en commun et deux roues motorisés) n'évolue pas entre les deux premières étapes de mise en œuvre de la ZCR, faute de données prospectives ; il est construit sur la base des données les plus récentes disponibles à la date de l'étude ; (voir le paragraphe « Parcs roulants » ci-après pour plus de détail) ;
- Les évaluations font état d'un faible report de trafic lors des deux premières étapes de mise en œuvre de la ZCR à l'extérieur de Paris, y compris dans le cas où le Boulevard Périphérique ferait partie du périmètre de restriction de circulation. Par conséquent, la ZCR dont les impacts sont étudiés dans le présent rapport intègre le Boulevard Périphérique. Par rapport aux modalités prévues de mise en œuvre de la ZCR parisienne (cf. tableau 1), ceci a pour conséquence de maximiser les phénomènes de report de trafic en dehors de Paris, et de maximiser les gains d'émissions sur le Boulevard Périphérique. Les résultats des gains d'émissions sont présentés selon différentes zones afin de mettre en relief l'évolution des émissions au sein de la ZCR parisienne (Paris Intramuros) et en dehors de Paris. Cela permet de distinguer les gains d'émissions dus à l'interdiction des véhicules les plus anciens à Paris et d'étudier les effets de report d'itinéraires et de renouvellement des véhicules en dehors de Paris. Des informations complémentaires sur les gains d'émissions sont données en prenant en compte la zone d'étude couvrant Paris avec le Boulevard Périphérique.
- Les mesures de restriction de circulation sont effectives de 8h à 20h00 tous les jours pour les poids-lourds, les bus et les cars ; seulement les jours ouvrés pour les véhicules légers. Les outils de calcul des émissions permettent potentiellement 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 de véhicules motorisés par les franciliens en semaine et le week-end⁴. Nous n'avons pas eu connaissance d'éléments analogues permettant de décliner cette approche au niveau horaire. Par défaut, les calculs d'émissions ont donc été réalisés en supposant que le parc technologique évolue de la même manière tout au long de la journée en lien avec la mise en place de la ZCR. Cela est probablement faux pour un certain nombre d'utilisateurs amenés à se déplacer uniquement de 20 heures à 8 heures. Cette simplification induit une surestimation des gains d'émissions liés à la ZCR, probablement mineure car la grande majorité des kilomètres parcourus l'est dans la plage horaire 8-20 heures. En effet, 70% des véhicules.kilomètres sont réalisés en Ile-de-France sur la plage horaire comprise entre 8h et 20h durant les jours ouvrés.

⁴ Enquête TNS SOFRES sur le parc auto 2015 - volume Ile-de-France.

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

Les éléments de bilan de la qualité de l'air sur Paris sont issus des résultats de l'année 2015.

Particules PM₁₀

Les cartes de la Figure 1 présentent le nombre de jours de dépassement de la **valeur limite journalière** (au maximum 35 jours dépassant 50 µg/m³) en particules PM₁₀ en 2015 sur la petite couronne de l'Ile-de-France, avec un zoom sur Paris.

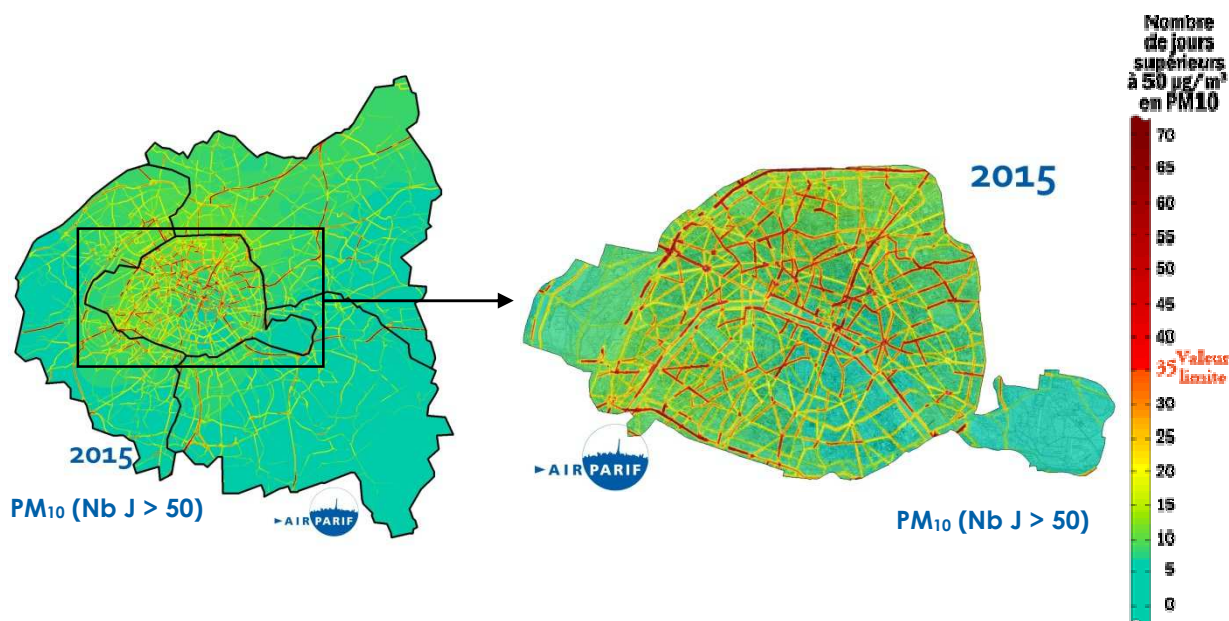


Figure 1 : Nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière pour les particules PM₁₀ sur la petite couronne et zoom sur Paris pour l'année 2015.

En 2015, le nombre de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m³ est le plus faible de l'historique de ces 5 dernières années.

La valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés) est toujours dépassée le long des grands axes parisiens et de l'agglomération parisienne, ainsi que dans leur zone d'influence.

Le tracé des axes à forte circulation apparaît clairement sur les cartes. C'est aux abords de ces axes que les concentrations sont les plus élevées, et que le dépassement de la valeur limite journalière est le plus important.

Dans Paris, le **dépassement de la valeur limite journalière est constaté en 2015 sur environ 20% du réseau routier parisien modélisé** soit environ 170 km de voirie.

La superficie concernée par le dépassement de la valeur limite journalière est estimée à environ 10 km², soit environ 10% de la superficie parisienne. Environ **200 000 personnes sont potentiellement exposées à un dépassement**⁵, soit environ 10% des Parisiens.

⁵ Exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au niveau de leur domicile.

Les cartes de la Figure 2 présentent la **concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀** en 2015 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris. La valeur limite (« annuelle ») européenne associée à cet indicateur est de 40 µg/m³, l'objectif de qualité étant de 30 µg/m³.

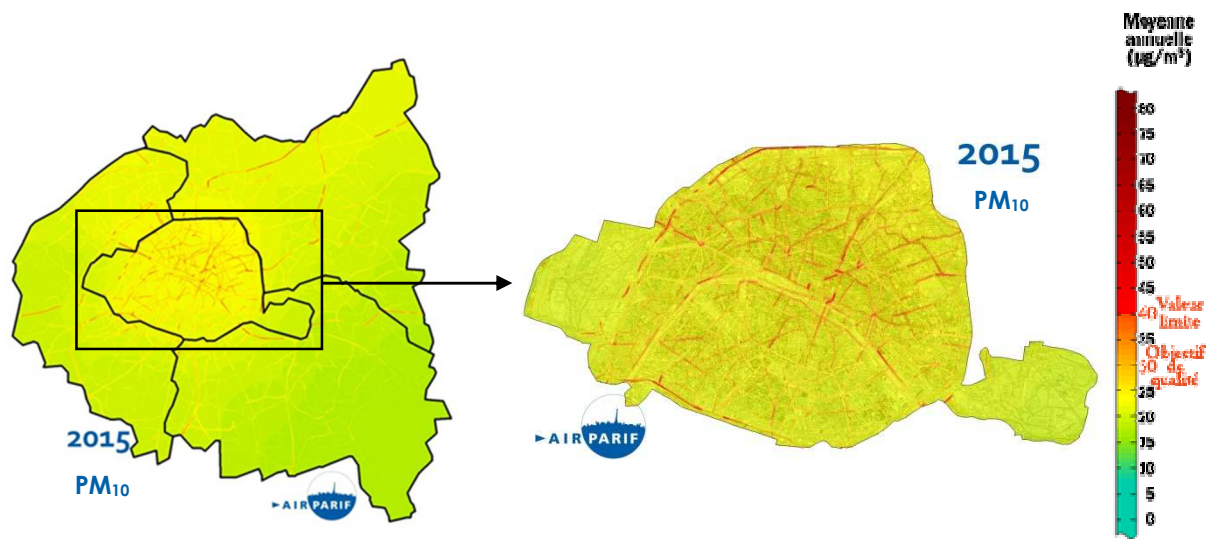


Figure 2 : Concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀ sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.

Comme pour le nombre de jours de dépassement, il y apparaît clairement que les concentrations sont plus élevées aux abords des principaux axes de circulation régionaux et parisiens, où elles sont proches voire très ponctuellement supérieures à la valeur limite annuelle (40 µg/m³).

Les niveaux sont néanmoins toujours supérieurs à l'objectif de qualité (30 µg/m³) à proximité des axes routiers. En 2015, le dépassement de **l'objectif de qualité annuel** concerne environ 20 km d'axes routiers parisiens, soit environ 3% du réseau routier modélisé. Environ **100 000 parisiens sont potentiellement exposés⁵ à un air excédant l'objectif de qualité annuel pour les particules PM₁₀**.

Ces valeurs doivent être considérées comme des ordres de grandeur, compte-tenu des origines multiples des particules : émissions locales, remise en suspension, chimie atmosphérique, transport longue distance, et du degré de précision associé à certains de ces paramètres pour la modélisation.

Particules PM_{2.5}

Les cartes de la Figure 3 présentent la concentration moyenne annuelle de particules PM_{2.5} en 2015 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.

Comme pour les PM₁₀, les concentrations les plus élevées sont relevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne au voisinage des grands axes routiers.

La valeur limite annuelle est respectée à Paris, comme sur l'ensemble de la région.

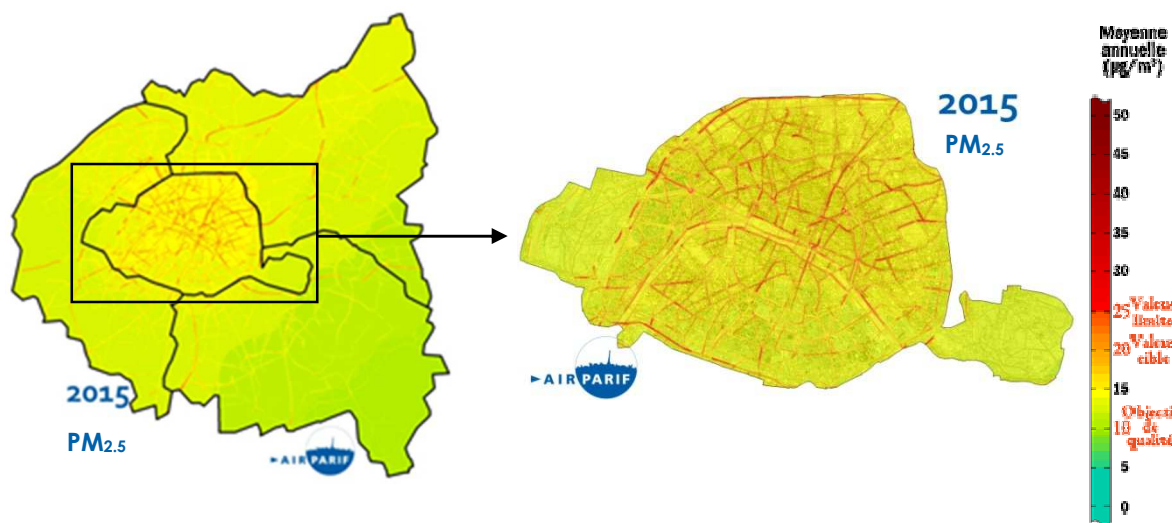


Figure 3 : Concentration moyenne annuelle de particules PM_{2.5} sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.

En 2015, environ **5 % des parisiens, soit environ 100 000 habitants**, sont potentiellement exposés⁶ à un air excédant **la valeur cible annuelle** pour les particules PM_{2.5}.

La **totalité du territoire parisien et des habitants sont concernés par un dépassement de l'objectif de qualité (10 µg/m³)**. Ce seuil est également dépassé sur quasiment tout le territoire francilien.

Dioxyde d'azote – NO₂

Les cartes de la Figure 4 présentent la concentration moyenne annuelle de NO₂ en 2015 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.

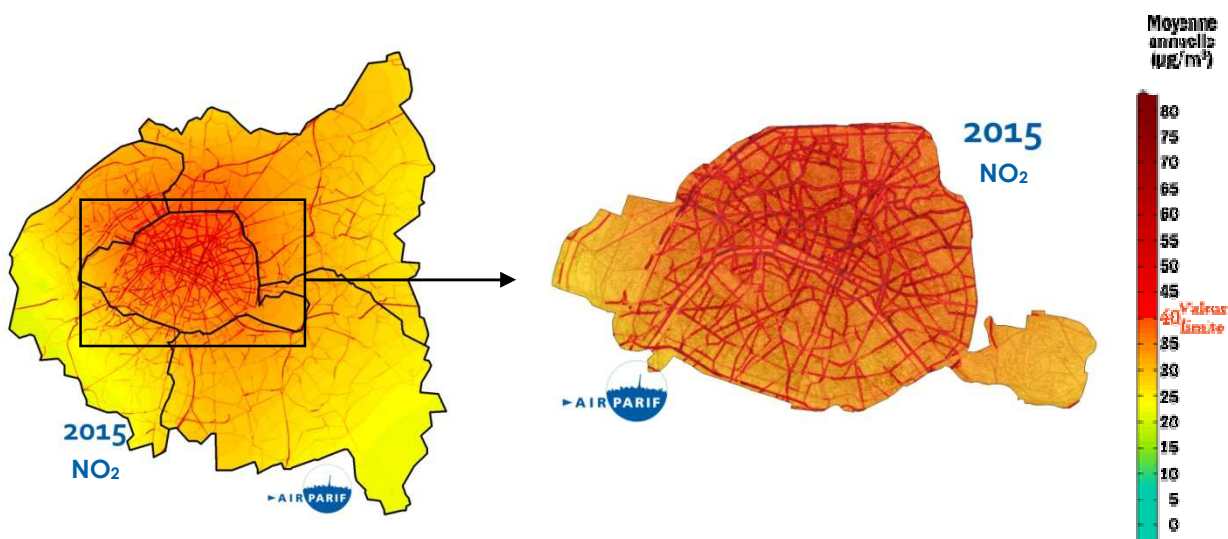


Figure 4 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO₂) sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.

Les concentrations les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens, avec un écart plus important avec le fond environnant que celui pour les PM₁₀.

⁶ Exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au niveau de leur domicile.

Les teneurs annuelles de NO₂ à proximité des plus grands axes parisiens peuvent être plus de 2.5 fois supérieures à celles observées en situation de fond.

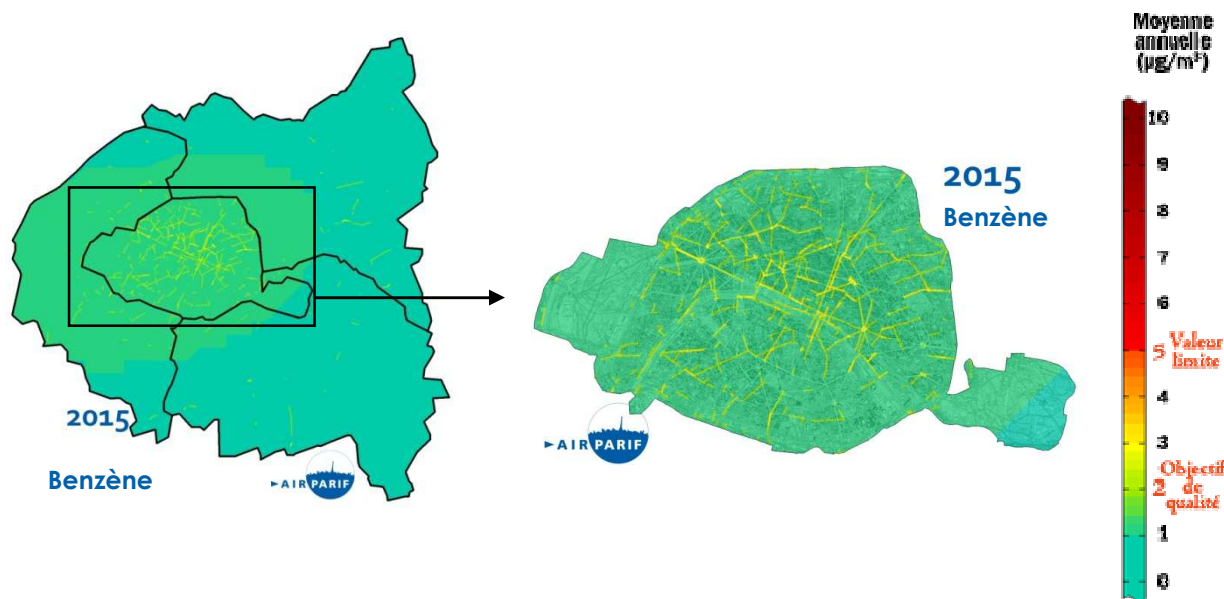
A Paris, les concentrations sont généralement plus soutenues sur la rive droite de la Seine, le réseau routier y étant plus dense et constitué d'axes de plus grande importance.

Les dépassements de la valeur limite (40 µg/m³) sont relevés au droit et au voisinage des grands axes routiers, généralement des axes parisiens ainsi que dans le centre de l'agglomération parisienne. Les concentrations y sont plus de deux fois supérieures au seuil réglementaire. **La valeur limite annuelle en NO₂ est ainsi dépassée en 2015 sur près de 500 km d'axes routiers parisiens, soit environ 70% du réseau modélisé.** Ce dépassement concerne en 2015 **près de 1.2 millions d'habitants, soit plus d'un parisien sur deux.**

Benzène

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

Les cartes de la Figure 5 présentent la concentration moyenne annuelle de benzène en 2015 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.



Les concentrations en benzène sont légèrement plus élevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne.

Les concentrations les plus élevées sont relevées à proximité des axes de circulation, et plus particulièrement près des axes parisiens où les conditions de circulation et de dispersion des émissions sont plus difficiles : configuration des axes, vitesse plus faibles, congestion du trafic, proportion importante de moteurs froids, proportion importante de deux-roues motorisés ...

La valeur limite européenne relative au benzène (5 µg/m³) est respectée sur Paris, comme sur l'ensemble de l'Île-de-France, même à proximité des axes routiers parisiens. L'objectif de qualité français (2 µg/m³) est encore dépassé, en 2015, sur environ de **150 km de voies** dans Paris. Ce **dépassement concerne moins de 100 000 habitants**, soit moins de 5% des parisiens.

A Paris, les niveaux moyens de NO₂ sont les plus élevés de l'Ile-de-France, et supérieurs à la moyenne de l'agglomération parisienne. La valeur limite annuelle est dépassée sur une majorité des axes routiers parisiens, et ponctuellement en situation de fond. Pour les PM₁₀ et PM_{2.5} les seuils réglementaires sont dépassés le long du trafic routier. Si pour le benzène la valeur limite est respectée même au plus près du trafic routier, certains axes parisiens enregistrent cependant des teneurs annuelles supérieures à l'objectif de qualité.

Dans la suite des travaux menés afin d'estimer les gains d'émissions avec la mise en œuvre de la ZCR, un zoom spécifique est réalisé sur les polluants les plus problématiques en Ile-de-France avec des dépassements des valeurs limites fixées. Des éléments d'informations sont toutefois donnés pour le benzène dont les concentrations à proximité du trafic routier peuvent dépasser l'objectif de qualité.

IV. Des émissions importantes liées au trafic routier

Le trafic routier est le principal contributeur aux émissions d'oxydes d'azote (NOx) avec 73% des émissions parisiennes. Les Véhicules Particuliers (VP) représentent 50% des émissions du trafic routier (dont 90% uniquement dues aux véhicules particuliers diesel alors qu'ils représentent 65% des kilomètres parcourus par des véhicules particuliers), soit 37% des émissions parisiennes. Les Bus et Cars (TC) et les Poids Lourds (PL) représentent respectivement 18% et 16% des émissions parisiennes de NOx du secteur transport routier alors qu'ils présentent moins de 3% des kilomètres parcourus à Paris.

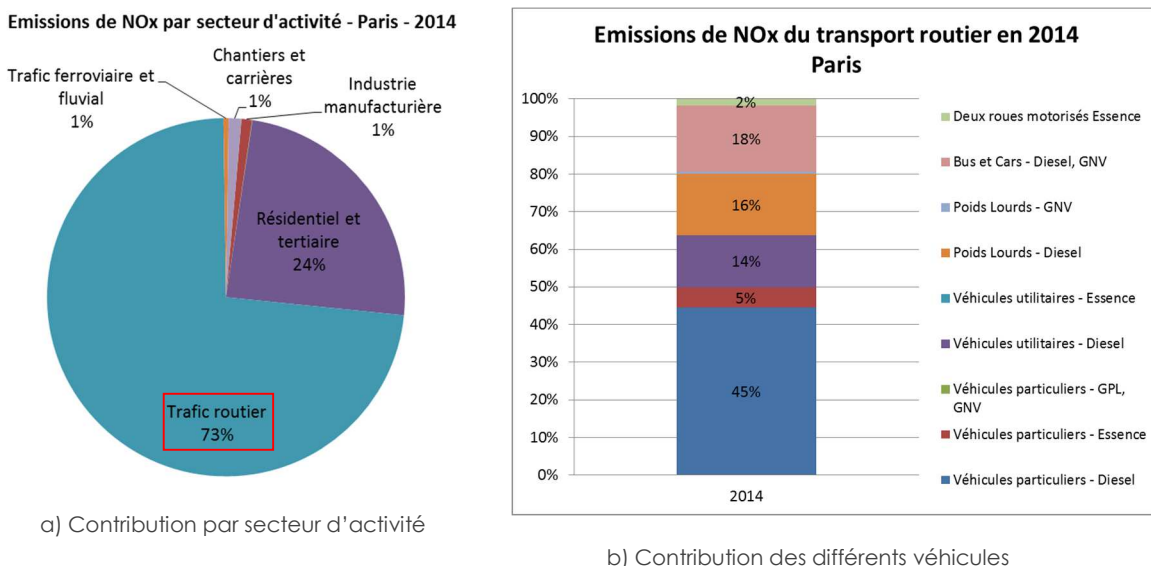


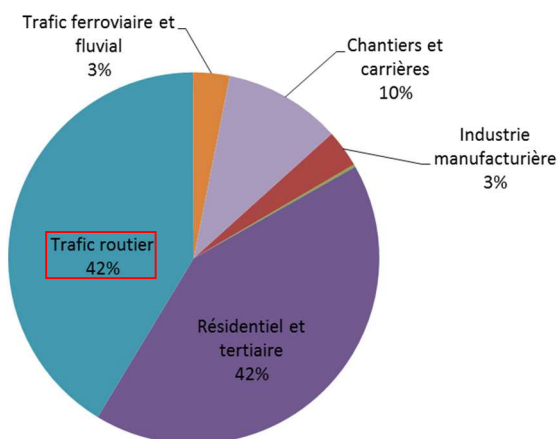
Figure 6 : Contribution par secteur d'activité (a) et selon les catégories de véhicules (b) aux émissions d'oxydes d'azote (NOx en équivalent NO₂) à Paris pour l'année 2014.

Le trafic routier engendre également des émissions primaires⁷ importantes en particules PM₁₀ avec 42% des émissions parisiennes en 2014.

⁷ Emissions primaire de particules : Particules directement émises dans l'air contrairement aux particules secondaires produites par réactions chimiques ou agglomération de particules plus fines. Les particules secondaires représentent de l'ordre de 30% des PM₁₀ et de 40% des PM_{2.5} mesurées dans l'air ambiant. Par conséquent, la contribution des différents secteurs d'activité aux émissions primaires ne reflète pas celle qui sera présente dans l'air ambiant.

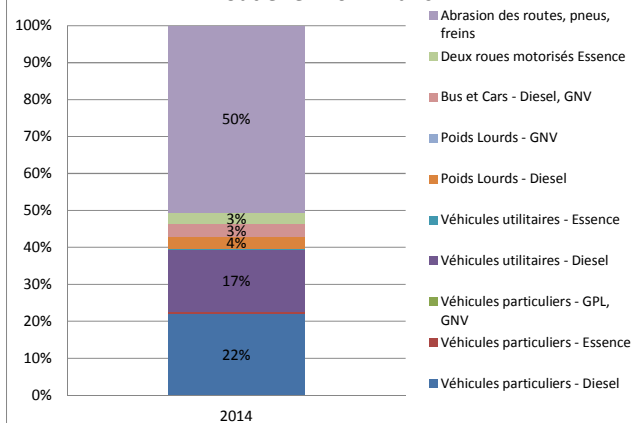
En 2014, pour **les particules PM₁₀**, l'échappement des véhicules particuliers diesel contribue pour 9% aux émissions parisiennes (22% des émissions du secteur du transport routier) alors que la contribution des véhicules particuliers essence est inférieure à 1%. Les véhicules utilitaires légers, les poids lourds sont responsables respectivement de 7% et 1% des émissions parisiennes totales (soit 17% et 4% du trafic routier parisien). A l'échappement, les véhicules diesels sont responsables de la quasi-totalité des émissions primaires de particules du trafic routier. L'usure des routes, des pneus et plaquettes de freins est responsable de 20% des émissions parisiennes de particules (50% des émissions primaires du secteur du transport routier). Il est rappelé que la remise en suspension par le passage des véhicules n'est pas considérée dans les émissions primaires.

Emissions primaires de PM₁₀ par secteur d'activité - Paris - 2014



a) Contribution par secteur d'activité

Emissions primaires de PM₁₀ du transport routier en 2014 Paris



b) Contribution des différents véhicules

Figure 7 : Contribution par secteur d'activité (a) et selon les catégories de véhicules (b) aux émissions primaires de particules (PM₁₀) à Paris pour l'année 2014.

Pour les **particules plus fines PM_{2.5}**, la contribution du trafic routier à Paris est également importante puisque près de 40% des émissions primaires sont engendrées par le trafic routier (cf. Annexe 2).

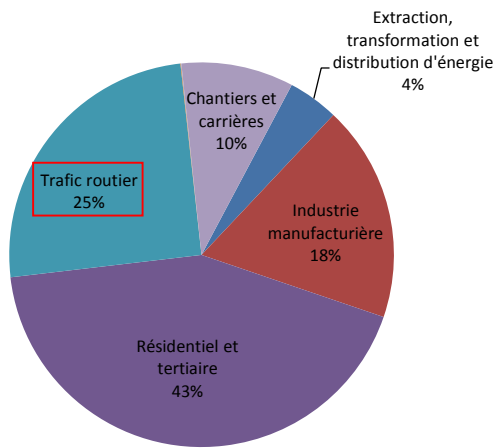
Le trafic routier est également émetteur de **COVNM** à hauteur de 25% à Paris. Les COVNM regroupent plusieurs centaines d'espèces qui sont recensées pour leur impact sur la santé (telle que le benzène) ou comme précurseurs impliqués dans la formation de l'ozone.

Les émissions de COVNM proviennent principalement des véhicules fonctionnant à l'essence, dont les deux roues motorisés avec plus de la moitié des émissions parisiennes du secteur du trafic routier, tandis que les particules et les oxydes d'azote sont principalement émis par les véhicules diesel.

Les émissions de COVNM dans le secteur du trafic routier sont en nette diminution depuis la généralisation des pots catalytiques et la transition des véhicules deux-roues motorisés à moteur 2-temps à carburateur vers des véhicules 4-temps à injection directe, moins émetteurs de COVNM à l'échappement comme à l'évaporation.

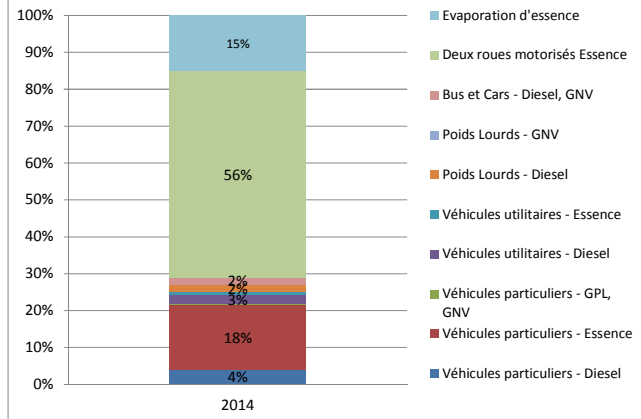
Le benzène est un des COVNM dont le trafic routier est le principal émetteur. Les véhicules essence, dont une grande majorité des deux-roues motorisés, émettent une part importante des émissions de COVNM du trafic routier.

Emissions primaires de COVNM par secteur d'activité - Paris - 2014



a) Contribution par secteur d'activité

Emissions de COVNM du transport routier en 2014 à Paris



b) Contribution des différents véhicules

Figure 8 : Contribution par secteur d'activité (a) et selon les catégories de véhicules (b) aux émissions primaires de particules (PM₁₀) à Paris pour l'année 2014.

Concernant le **dioxyde de carbone (CO₂)**, principal gaz à effet de serre, le trafic routier parisien contribue à hauteur de 47% des émissions directes parisiennes (cf. Annexe 2), dont 18% (respectivement 12%) pour les véhicules particuliers diesel (resp. essence).

Au sein de la Capitale, la contribution du trafic routier aux émissions polluantes est, relativement aux autres secteurs, importante. Le trafic routier présente ainsi, au regard de sa part dans les émissions parisiennes de polluants atmosphériques, un des leviers d'action permettant de réduire la pollution de l'air et l'exposition de la population.

V. Impacts de la ZCR parisienne sur les émissions du trafic routier

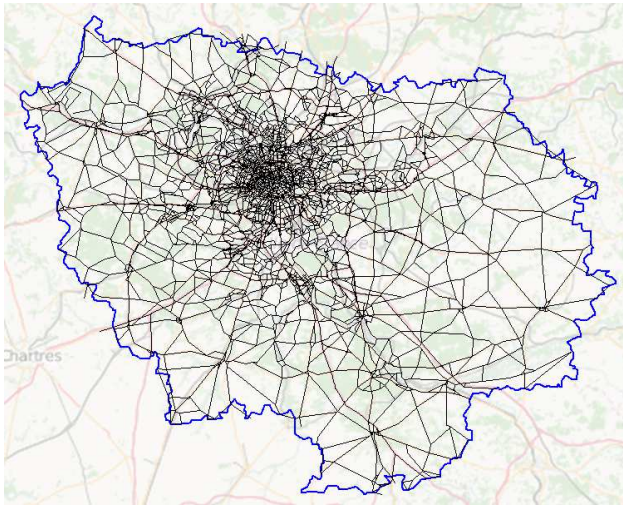
Préambule : L'ensemble des hypothèses, les sources de données, les méthodologies de reconstitution des parcs technologiques et du trafic horaire pour la situation de référence, les scénarios « Fil de l'eau » et les scénarios « ZCR » ont été élaborés par Airparif à partir de données fournies par la DRIEA et la Mairie de Paris et validés par les spécialistes du trafic participants au projet : Mairie de Paris, DRIEA, STIF, APUR.

L'évaluation des gains d'émissions nécessite de connaître le trafic routier avec les vitesses associées ainsi que le parc roulant et technologique.

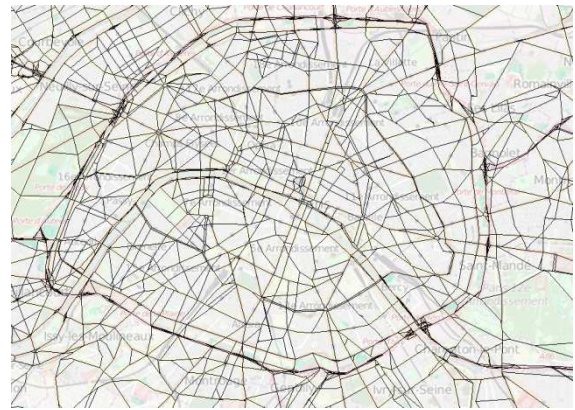
Trafic routier

L'évaluation des émissions de polluants nécessite de connaître le trafic routier à toute heure de la journée. La DRIEA fournissant des données aux heures de pointes, il a été nécessaire de reconstituer le trafic routier à l'échelle horaire. .

La **DRIEA a calculé le trafic aux heures de pointe du matin (HPM) et du soir (HPS)** sur l'ensemble de l'Île-de-France pour les scénarios « Fil de l'eau » et « ZCR » (cf. Annexe 4). Le trafic routier est ainsi modélisé sur environ 10 000 km de voirie comme illustré à la Figure 9.



a) Réseau routier modélisé à l'échelle régionale



b) Zoom sur le réseau routier modélisé parisien

Figure 9. Réseau routier pris en compte pour le calcul des émissions liées au trafic routier (Source : DRIEA – traitement et image Airparif)

La répartition horaire 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 Mairie de Paris⁸ pour le trafic parisien et du Boulevard Périphérique et la Direction des routes d'Ile-de-France (DIRIF)⁹ pour les routes en dehors de la Capitale et les autoroutes.

La Figure 10 présente à titre d'exemple les profils mensuels (a) et hebdomadaires (b) des flux de véhicules obtenus pour chacune des 4 zones considérées, à savoir Paris Intramuros, le Boulevard Périphérique, les autoroutes et les axes routiers en dehors de Paris.

Pour les quatre zones, un minimum de trafic routier est observé en août, au cœur de la période estivale. Les profils hebdomadaires de Paris intramuros et du Boulevard Périphérique montrent une baisse de trafic le samedi (respectivement -10 à 15% et -3%) et encore plus le dimanche (respectivement -20% et -5%). La baisse maximale de trafic sur les Routes et Autoroutes est observée le samedi (-50 à -60%), le trafic du dimanche étant légèrement plus élevé sur ces zones.

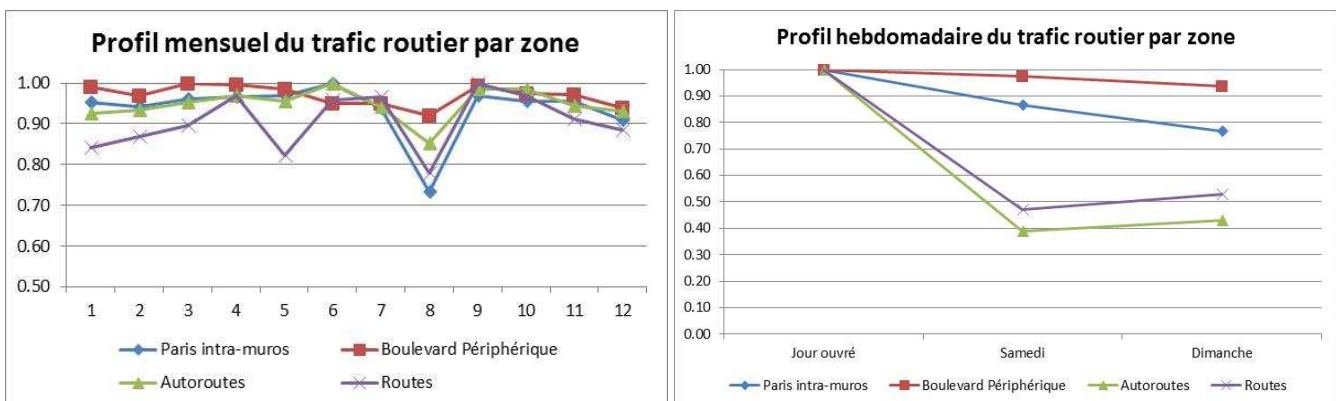


Figure 10. Profils mensuels (a) et hebdomadaires (b) du trafic routier, par zone (Paris intramuros, Bd Périphérique, Autoroutes et Routes). Source : Airparif d'après données DRIEA, DIRIF et Mairie de Paris

⁸ Source : bilan des déplacements 2014.

⁹ Autoroutes et routes : profil mensuel d'après les données autoroutes de la DIRIF avec quelques données de vitesse. Pour un même axe, le calcul a été fait à partir de plusieurs points de comptage. Pour les routes nationales, les données de la N118 dans les deux sens et de la N13, seules données mises à disposition, ont été utilisées.

A 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 situé dans Paris ou non.

Le trafic routier modélisé par la DRIEA pour les deux premières étapes de mise en œuvre de la ZCR à Paris, montre une légère augmentation annuelle du flux de trafic à l'échelle régionale d'environ 1%¹⁰.

Parcs roulants et technologiques

Afin de réaliser une 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.

Les données de parcs utilisées ci-dessous sont des données exprimées en véhicules.kilomètres, relatives aux parcs roulant et technologique, c'est-à-dire les véhicules circulant réellement.

Parc roulant de référence

Le **parc roulant** distingue les véhicules circulant selon 5 types de véhicules : **véhicules particuliers (VP) ; véhicules utilitaires légers (VUL) ; poids lourds (PL) ; transport en commun (TC) et deux roues motorisés (2RM)**. Celui-ci 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.

Le parc roulant est construit pour Paris et le Boulevard Périphérique sur la base d'enquêtes réalisées à intervalles réguliers par la Ville de Paris en différents points de Paris et du Boulevard Périphérique. Ailleurs, le parc roulant est construit sur la base de données de comptages SIREDO fournies par la DIRIF sur les routes nationales et autoroutes franciliennes.

Ainsi, concernant le parc roulant parisien, Airparif a pris en compte pour la situation de référence, les dernières enquêtes parc réalisées par la Mairie de Paris en 2014 pour Paris intramuros et pour le Boulevard Périphérique.

La Figure 11 présente le parc roulant utilisé pour caractériser le trafic parisien les jours ouvrés.

¹⁰ D'après la DRIEA : données issues des calculs de trafic routier aux heures de pointe du matin et du soir.

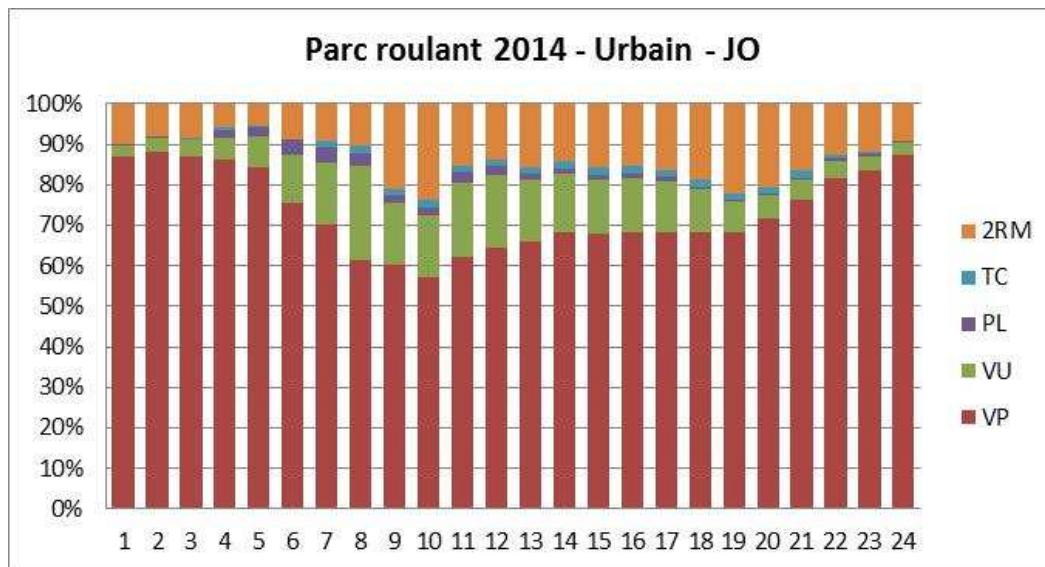


Figure 11. Parc roulant appliqué les jours ouvrés (JO) sur les axes parisiens selon les heures de la journée.

A défaut d'autres hypothèses sur son évolution, le parc roulant a été supposé constant pour les deux premières étapes de mise en œuvre de la ZCR parisienne, que ce soit avec ou sans la mise en œuvre de la ZCR.

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. Cette décomposition fine du parc roulant s'appuie sur la connaissance du **parc technologique**.

La caractérisation des parcs technologiques aux échelles de Paris et de l'Ile-de-France pour la situation de référence (2014) et les deux premières étapes de la ZCR parisienne a fait appel à plusieurs sources de données qui ont été étudiées et compilées (cf. Annexe 3). Les données de l'enquête plaques réalisée par la Mairie de Paris en novembre 2014 ont été exploitées par Airparif pour caractériser le parc technologique parisien. La comparaison avec les différents parcs disponibles montre des différences significatives avec les données disponibles à l'échelle nationale, et confirme l'intérêt fort de disposer de parcs « locaux ».

La Figure 12 présente les parcs technologiques par type de véhicules, caractérisant le trafic parisien en 2014. Les véhicules ont été classifiés selon la nomenclature Crit'Air.

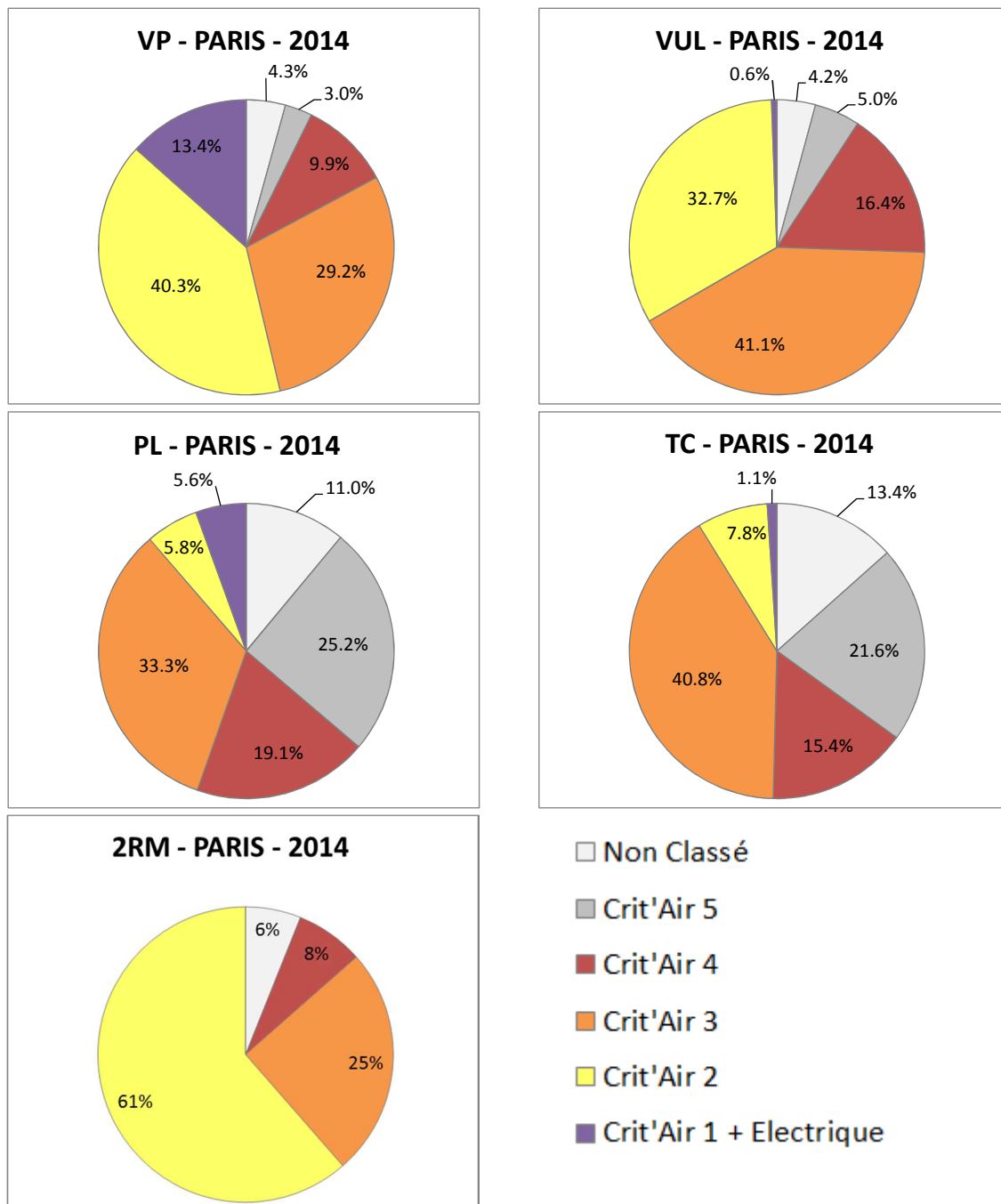


Figure 12. Parcs technologiques parisiens par type de véhicules pour l'année 2014.

Les Voitures Particulières (VP) présentent le parc technologique le plus récent, c'est-à-dire présentant la plus grande part de véhicules « Crit'Air 1 » et « électrique » selon la classification Crit'Air, avec 13% des kilomètres parcourus. Seuls les véhicules utilisant l'énergie électrique, le gaz et l'essence peuvent prétendre à cette catégorie désignée comme étant la plus propre.

Les véhicules Diesel sont au mieux classés « Crit'Air 2 ». Aussi, les catégories relatives à des véhicules roulant essentiellement au Diesel (VUL, PL et TC) présentent de faibles part de véhicules de la classe « Crit'Air 1 ».

Pour les Poids Lourds (PL) et les Bus et Cars (TC), les véhicules Pré Euro III sont considérés comme des véhicules « Non Classés », ce qui n'est pas le cas pour les Véhicules Particuliers (VP) et Utilitaires Légers (VUL), pour lesquels les véhicules Euro 2 font partie de la catégorie « Crit'Air 5 ». De ce fait, la part des véhicules « Non Classés » est, pour les PL et les TC respectivement de 11% et 13%, soit bien supérieure à celle observée pour les VP, VUL et 2RM (de l'ordre de 5%).

Impact de la ZCR sur le parc technologique

Les parcs technologiques prospectifs pour les scénarios « Fil de l'eau » pour les deux premières étapes de la ZCR parisienne ont été construits par Airparif à partir du parc de référence 2014 décrit précédemment et des évolutions nationales des parcs CITEPA pour ces échéances. Pour construire les parcs technologiques associés à la mise en œuvre de la ZCR, l'hypothèse retenue collectivement est que **les véhicules interdits se reportent vers des véhicules de la catégorie la plus vertueuse à carburant et cylindrée identiques**. Pour les véhicules particuliers, ce report n'est que de 70% car il a été considéré que 30% des véhicules particuliers interdits se reporteraient sur les transports en commun ou effectueraient un changement d'itinéraire pour éviter la ZCR. Pour les deux premières étapes de la ZCR parisienne, le parc technologique parisien évolue en introduisant progressivement les différents niveaux d'interdiction.

La Figure 13 présente l'évolution du parc technologique parisien pour les différentes échéances « Fil de l'eau » et une fois la mise en œuvre de la ZCR à Paris. La présentation adoptée repose comme précédemment sur la nomenclature « Crit'Air ».

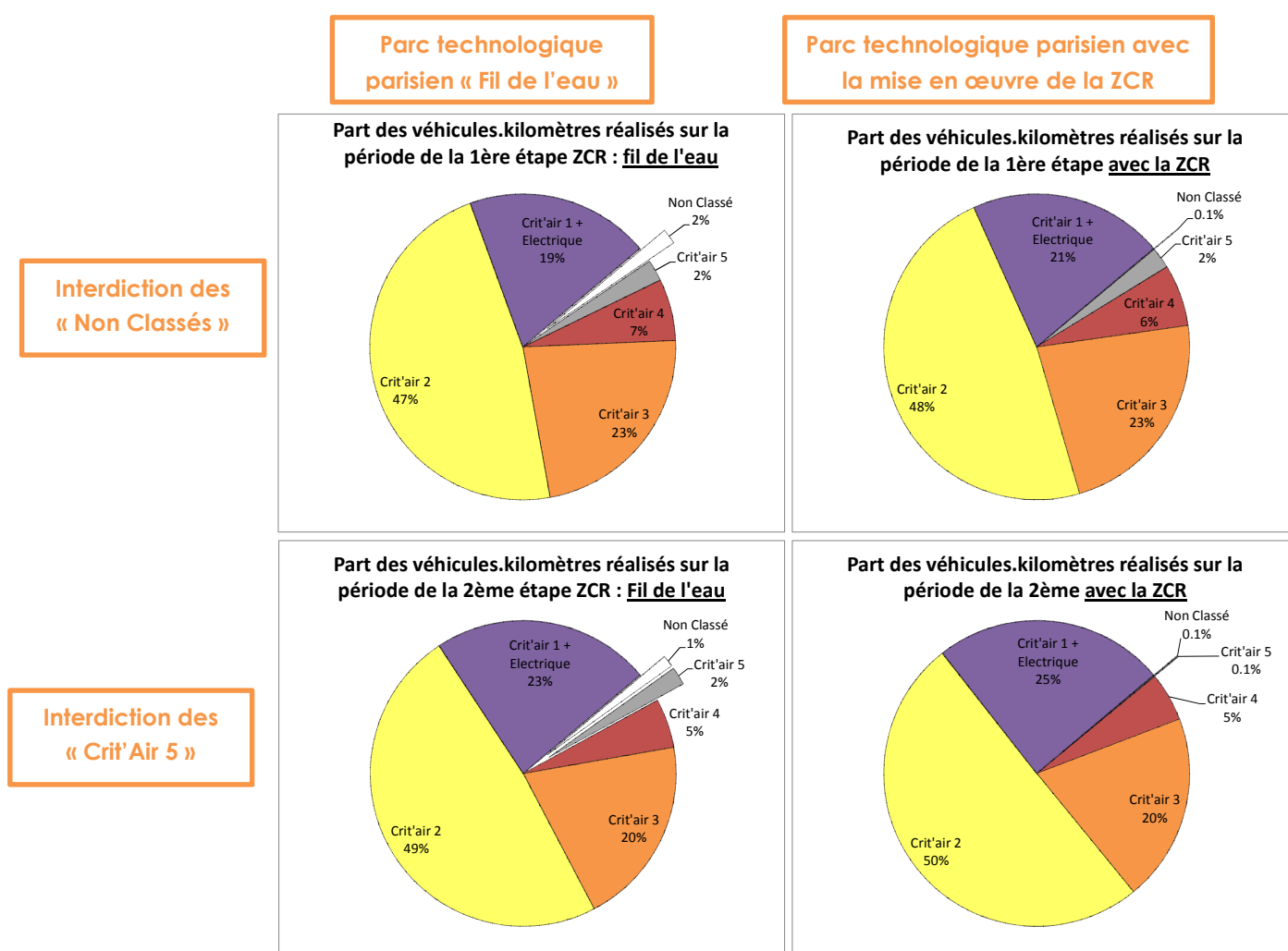


Figure 13. Part des véhicules.kilomètres potentiellement touchés à Paris par la mise en œuvre de la ZCR et part des véhicules.kilomètres une fois la ZCR mise en œuvre.

La part des kilomètres parcourus par les véhicules impactés par la mise en œuvre de la ZCR parisienne est mise en évidence pour chaque année (figures de gauche), à savoir avec une interdiction progressive des véhicules « Non Classés » (première étape de la ZCR parisienne) et des véhicules « Crit'Air 5 » (deuxième étape de la ZCR parisienne).

Lors de la première étape de la mise en œuvre de la ZCR parisienne, 2% des kilomètres parcourus au sein de la Capitale sont touchés par l'interdiction de circuler. Les véhicules touchés sont uniquement les véhicules de la catégorie « Non Classés ».

La mise en œuvre de l'interdiction des véhicules « Crit'Air 5 » touche 3% des kilomètres parcourus par les véhicules les plus anciens lors de la deuxième étape.

Les véhicules des classes Crit'Air interdites à Paris selon les différentes années ne disparaissent pas entièrement du parc parisien sachant que les VP, VUL et 2RM les plus anciens ne sont pas interdits les weekends. De ce fait, une très faible proportion de ces véhicules « interdits » reste en circulation à Paris.

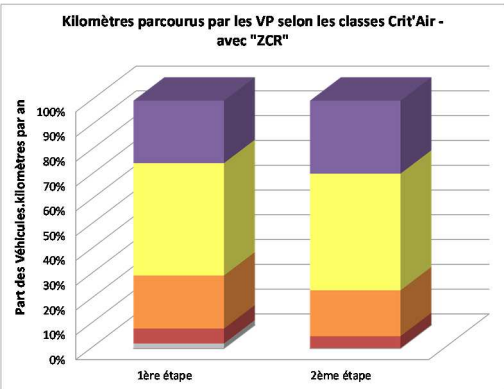
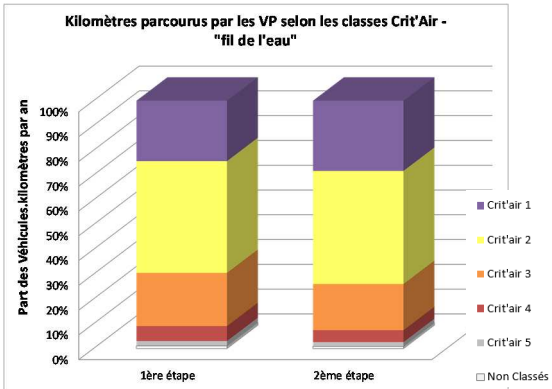
La Figure 14 illustre pour les différentes catégories de véhicules les parcs technologiques pour le « Fil de l'eau » et pour les scénarios « ZCR ».

Lors de la première étape de mise en œuvre de la ZCR, des variations selon les types de véhicules sont observées. Les véhicules les plus anciens, définis comme « Non classés », représentent au maximum près de 9% de leur catégorie, comme cela est le cas pour les Bus et Cars (TC). L'interdiction fixée pour ces plus anciens véhicules concerne 1.1% des VP, 1.6% des VUL, près de 5% des PL et près de 4% des 2RM. Il en est de même lors de l'étape suivante de mise en œuvre de la ZCR : les PL et TC représentent les véhicules les plus touchés. Pour rappel, ces catégories de véhicules présentent une classification Crit'Air différente des autres véhicules, en décalage d'une norme « Euro ».

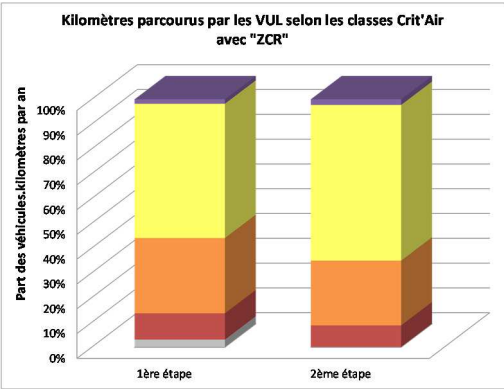
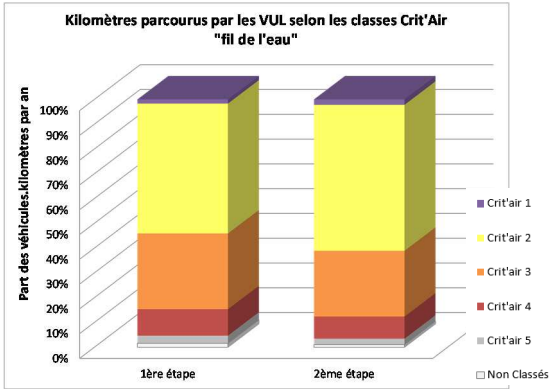
Parc technologique parisien « Fil de l'eau »

Parc technologique parisien avec la mise en œuvre de la ZCR

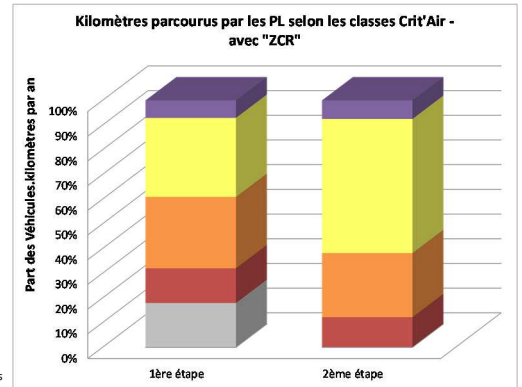
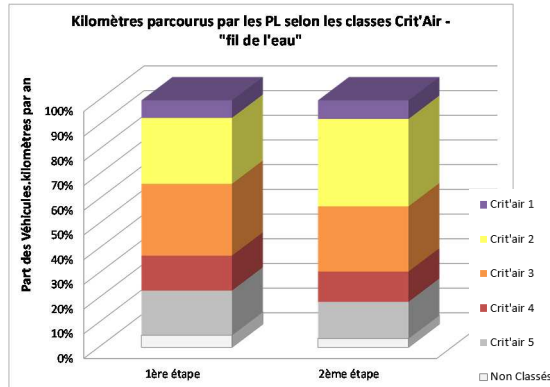
Parc technologique des VP



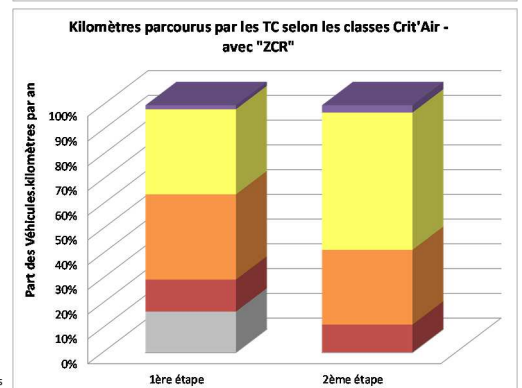
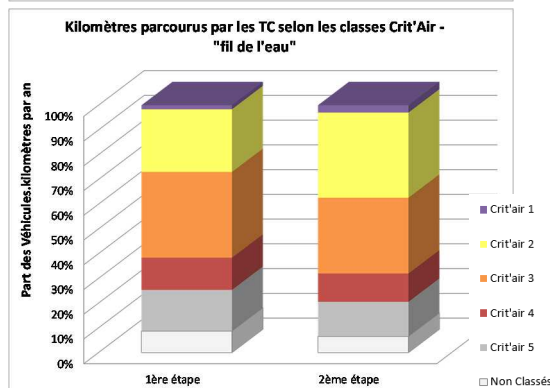
Parc technologique des VUL



Parc
technologique
des PL



Parc
technologique
des TC (bus et
cars)



Parc
technologique
des 2RM

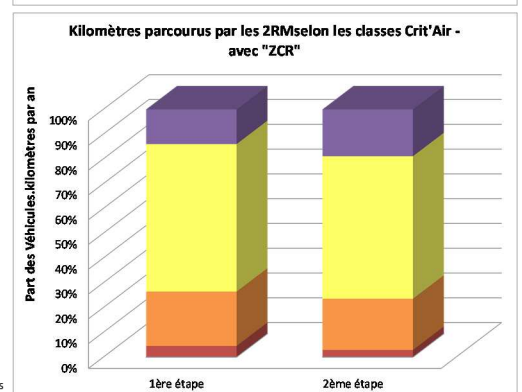
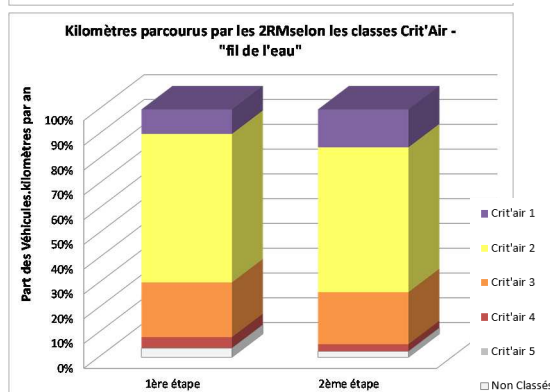


Figure 14. Part des véhicules.kilomètres potentiellement touchés à Paris par la mise en œuvre de la ZCR et part des véhicules.kilomètres une fois la ZCR mise en œuvre selon les différentes catégories de véhicules Crit'Air.

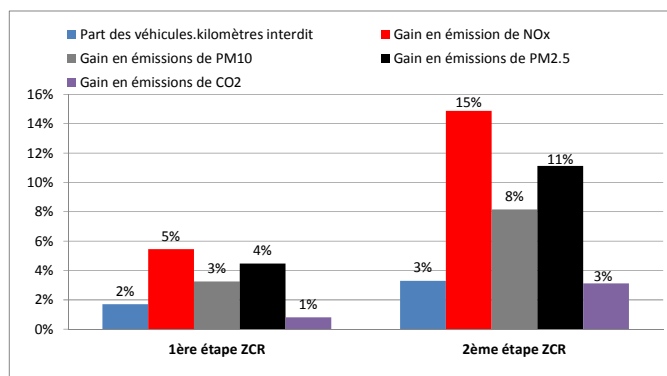
Impact de la ZCR sur les émissions liées au trafic routier

Emissions de polluants atmosphériques

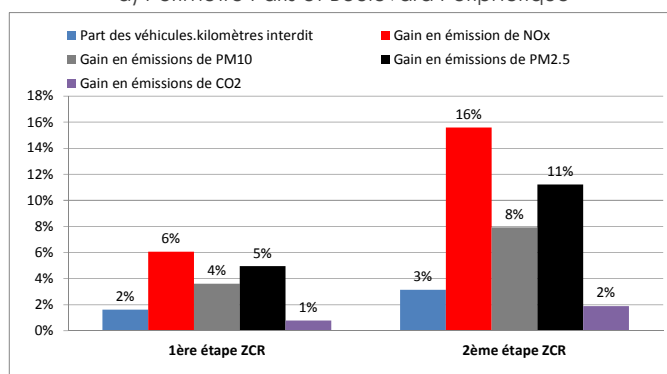
Influence de la mise en œuvre de la ZCR à Paris

La Figure 15 présente, pour chaque échéance de la mise en œuvre de la ZCR, la part des véhicules touchés par l'interdiction et les gains en émissions qui en résultent pour les NO_x, les particules PM₁₀ et PM_{2,5} et le CO₂. Les gains sont évalués par comparaison à la situation « Fil de l'eau » pour chaque étape de la ZCR sur le périmètre parisien comprenant le Boulevard Périphérique (a) et sur Paris Intramuros (b).

La modernisation du parc technologique avec l'interdiction des véhicules les plus anciens à Paris entraîne une baisse des émissions de polluants atmosphériques.



a) Périmètre Paris et Boulevard Périphérique



b) Périmètre Paris Intramuros

Figure 15 : Gains en émissions, à Paris avec le Bd Périphérique (a) et à Paris Intramuros (b), avec la mise en œuvre de la ZCR parisienne et part des kilomètres parcourus par les véhicules interdits pour les deux premières étapes de la ZCR parisienne.

Si les émissions « Fil de l'eau » diminuent pendant les deux premières étapes de mise en œuvre de la ZCR, compte-tenu de la modernisation « naturelle » du parc technologique, **la mise en œuvre de la ZCR accentue le renouvellement du parc technologique et la baisse des émissions de polluants atmosphériques liées au trafic routier parisien.**

Sur le périmètre parisien comprenant le Boulevard Périphérique, la diminution des émissions de NOx du trafic routier avec la mise en œuvre de la ZCR est la plus importante avec un gain par rapport au « Fil de l'eau » égal à 5% pour la première étape de mise en œuvre de la ZCR, et à 15% pour la deuxième étape.

Pour les particules, le gain des émissions par rapport à l'évolution naturelle du « Fil de l'eau » atteint 3% pour les PM₁₀ et 4% pour les PM_{2.5} pour la première étape de la ZCR, et respectivement 8% et 11% pour la deuxième étape de la ZCR.

Malgré une diminution des émissions relativement faible associée à la première étape de mise en place de la restriction de circulation des véhicules les plus anciens, **la ZCR est favorable pour l'ensemble des polluants notamment au regard du nombre de kilomètres réalisés par les véhicules concernés (2%).**

Sur le périmètre strictement ciblé de Paris Intramuros :

- La ZCR entraîne une diminution de 6% des émissions d'oxydes d'azote (NOx) lors de la première étape puis 16% avec la mise en œuvre de la seconde étape ;
- Les baisses des émissions de particules sont légèrement inférieures, avec une diminution lors de la première étape de 4% pour les PM₁₀ et de 5% pour les PM_{2.5}. Les gains sur ce périmètre sont pour la deuxième étape de 8% et 11% respectivement pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5}.

La réduction plus faible des émissions de particules par rapport aux émissions de NOx s'explique par les émissions liées à l'abrasion (freins, pneus et de la route) qui restent la même lors du

remplacement d'un véhicule ancien par un véhicule plus récent. L'interdiction des véhicules plus anciens modernise le parc technologique engendrant des émissions dues à la combustion généralement bien inférieures à celles d'un véhicule plus ancien¹¹, sans influence sur l'abrasion. Les émissions de particules PM_{2.5} dont les émissions sont plus liées à la combustion, présentent des gains plus importants que celles de PM₁₀.

La mise en œuvre de la première étape, interdisant les véhicules les plus anciens « Non classés », engendre une **baisse importante des émissions de benzène**, avec une diminution de plus de 25% à Paris (Périmètre comprenant le Boulevard Périphérique et Paris Intramuros). Cette baisse est importante car le poids de ces véhicules sur les émissions totales liées au trafic routier est d'environ 30% sans la mise en œuvre de la ZCR. Cette mesure est également très positive au regard du peu de véhicules.kilomètres parcourus par les véhicules les plus anciens interdits.

Sachant que les émissions de benzène sont essentiellement liées aux véhicules essence, la deuxième étape de la ZCR n'enregistre pas un gain significatif sur les émissions. En effet, cette seconde étape interdit les véhicules « Crit'Air 5 », à savoir uniquement des véhicules diesel. Cette catégorie de véhicules n'émet que très peu de benzène, d'où un effet très limité sur les gains des émissions de ce polluant.

La baisse des émissions pour la deuxième étape est plus importante relativement à la part des kilomètres parcourus par les véhicules « Crit'Air 5 » interdits dans Paris (3%), comme illustré à la Figure 16. **En ce qui concerne l'efficacité de la ZCR pour cette période, la diminution des émissions d'oxydes d'azote est environ 5 fois plus importante que le pourcentage de véhicules.kilomètres touchés par l'interdiction de circuler à Paris.** Le ratio est également très positif pour les particules PM₁₀ et plus encore pour les PM_{2.5}.

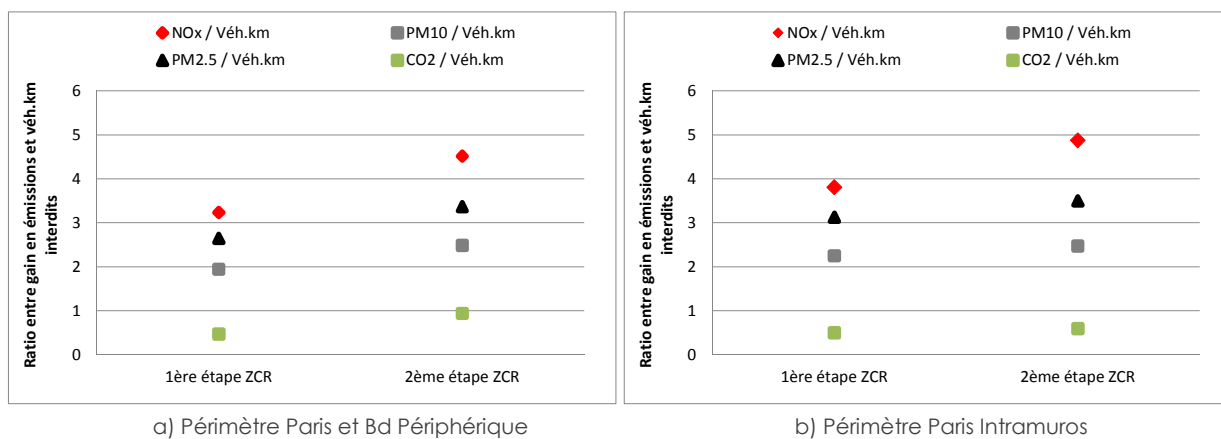


Figure 16 : Ratio entre les gains en émissions attendus avec la mise en œuvre de la ZCR et la part des véhicules.kilomètres interdits à Paris : périmètre comprenant le Bd Périphérique (a) et périmètre Paris Intramuros (b).

Influence de la mise en œuvre de la ZCR en dehors de Paris

La mise en œuvre de la ZCR parisienne entraîne également une diminution des émissions en dehors de Paris. Contrairement à Paris, les véhicules les plus anciens, et les plus polluants, peuvent continuer de circuler s'ils ne sont pas en lien avec la ZCR parisienne, d'où des baisses d'émissions moins importantes en dehors de Paris qu'au sein de la Capitale.

¹¹ Ce n'est pas le cas pour les émissions de NOx des véhicules particuliers diesel de norme Euro 5, plus fortement émetteurs que les véhicules particuliers diesel Euro 4.

Les gains d'émissions en dehors de Paris sont issus du renouvellement des véhicules les plus anciens ayant un lien avec la ZCR (trajets en transit ou en échange avec Paris) au profit de véhicules plus récents autorisés dans la ZCR. De plus, le report modal, du véhicule particulier en faveur des transports en commun pour les trajets en lien avec Paris contribue également à la baisse des émissions en dehors de Paris.

Cette diminution des émissions pourrait être légèrement compensée par les véhicules les plus anciens ayant auparavant un trajet passant par Paris mais ayant changé d'itinéraire au profit d'un parcours plus long, car ne pouvant pas emprunter la ZCR. Malgré cela, les bénéfices de la ZCR sur les émissions sont positifs en dehors de Paris.

A Paris, 95 % des kilomètres réalisés à Paris par les véhicules « Non classés » ne sont plus effectués suite à la mise en œuvre de la ZCR ; en dehors de Paris il est à noter **une diminution de 25% des kilomètres réalisés par ces mêmes véhicules « Non classés »**.

Pour la mise en place de la première étape de la ZCR, les gains en émissions sont de 2% en dehors de Paris pour l'ensemble des polluants atmosphériques. Pour la deuxième étape, l'interdiction des « Non classés » et des « Crit'Air 5 » entraîne des diminutions plus importantes, comprises entre 5% et 3% respectivement pour les NOx et les particules PM₁₀.

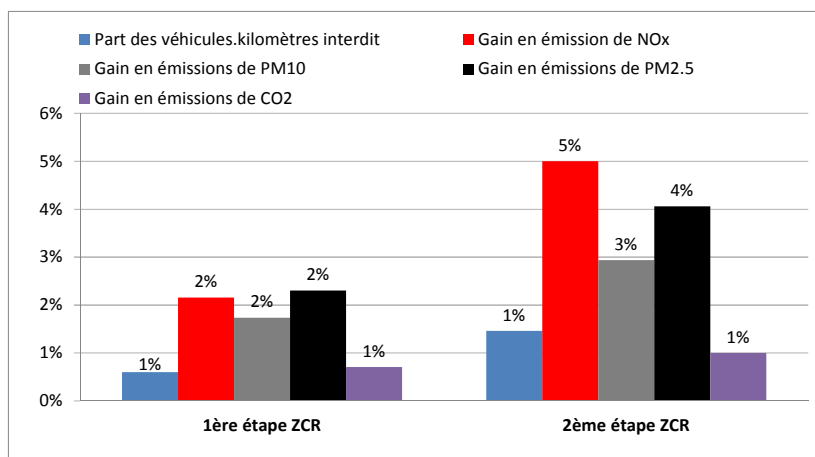


Figure 17 : Gains en émissions en dehors de Paris avec la mise en œuvre de la ZCR parisienne et part des kilomètres parcourus en dehors de Paris par les véhicules interdits, en lien avec la ZCR pour les deux premières étapes de la ZCR parisienne.

Concernant le **benzène**, la mise en œuvre de la ZCR est très favorable même en dehors de Paris puisque la baisse des émissions est estimée à environ 10%.

Emissions de gaz à effet de serre

La mise en œuvre de la ZCR parisienne n'entraîne pas d'effet antagoniste entre polluants locaux ayant un effet sur la santé et gaz à effet de serre mais engendre bien des effets positifs sur ces deux enjeux. L'efficacité de la ZCR est toutefois moins importante pour le dioxyde de carbone puisque pour cette espèce chimique le gain relatif en émissions de CO₂ est inférieur à la part des véhicules.kilomètres interdits.

Par exemple, pour la première étape de la ZCR (respectivement la deuxième étape), le gain en émissions de CO₂ est de 1% (resp. 2%) pour 2% (resp. 3%) de véhicules.kilomètres interdits par la mise en œuvre de la ZCR. Ce constat s'explique par des performances en termes de baisse des émissions moins bonnes sur le CO₂ par rapport aux autres polluants pour lesquels la mise en œuvre des normes « Euro » a engendré de plus fortes diminution des émissions.

Ces résultats confirment ceux de l'étude d'Airparif¹² sur l'impact des modifications de trafic dans Paris entre 2002 et 2012 avec la diminution des émissions des polluants atmosphériques la plus importante liée au renouvellement du parc automobile (avec des véhicules récents moins polluants) et la diminution des rejets de CO₂ la plus importante liée au contraire à des diminutions de trafic dans Paris.

Le renouvellement du parc technologique des véhicules les plus anciens par des véhicules moins polluants engendre sur Paris et sur le reste de l'Ile-de-France des diminutions progressives et importantes des polluants atmosphériques mais également du CO₂, gaz à effet de serre, même si pour ce dernier la baisse des émissions est plus modérée.

¹² « Evolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 » - Juillet 2013, Airparif.
http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-pdp-130703.pdf

ANNEXES

Annexe 1 : Classification des véhicules selon la nomenclature Crit'Air

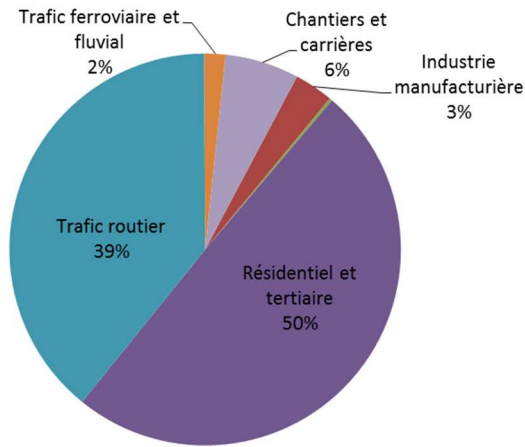
Classe	2 ROUES, TRICYCLES ET QUADRICYCLES À MOTEUR	VOITURES	VÉHICULES UTILITAIRES LÉGERS	POIDS LOURDS, AUTOBUS ET AUTOCAR
Électrique	Véhicules électriques et hydrogène			
1	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables			

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

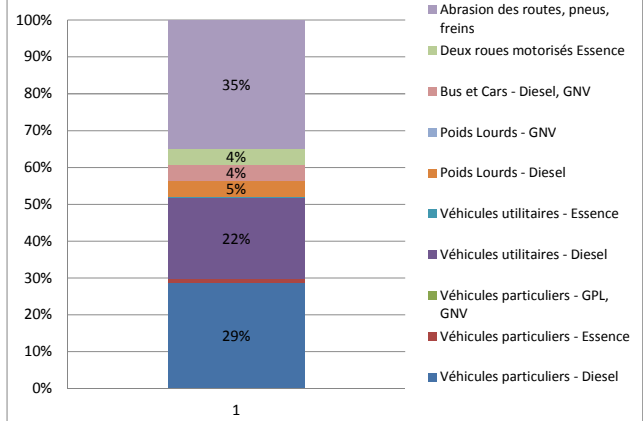
Tableau 2. Classification des véhicules selon la nomenclature Crit'Air – Arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'article R. 318.2 du code de la route

Annexe 2 : Emissions primaires de PM_{2.5} et de CO₂ du trafic routier parisien par secteurs d'activité

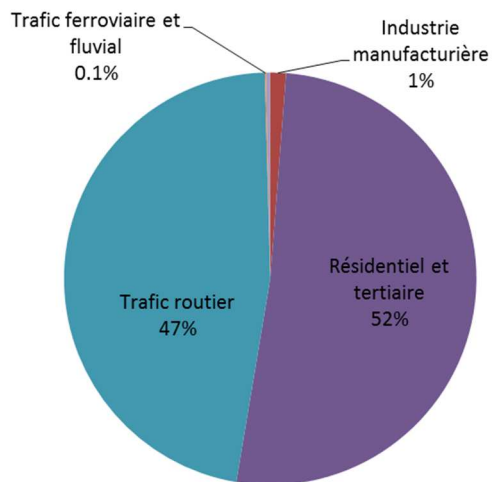
Emissions primaires de PM_{2.5} par secteur d'activité - Paris - 2014



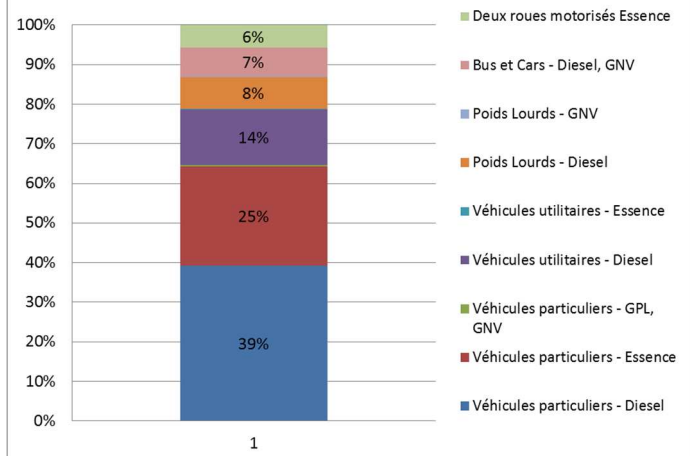
Emissions primaires de PM_{2.5} du transport routier en 2014 Paris



Emissions de CO₂ par secteur d'activité - Paris - 2014



Emissions de CO₂ du transport routier en 2014 Paris



Annexe 3 : 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 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 scénarios de réduction de la pollution de l'air. Pour cela, des observations vidéos 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.

En novembre 2014, la **Mairie de Paris** a fait réaliser une **enquête plaques** sur des points représentatifs de la circulation de Paris intra-muros et du Boulevard Périphérique. Près de 35 000 relevés de plaques exploitables ont été effectués manuellement et les caractéristiques des véhicules ont été déterminées après un rapprochement avec la base de données des certificats d'immatriculations, communément appelés « cartes grises ». Lors du relevé des plaques, la silhouette du véhicule a également été notée afin d'être validée après le travail de comparaison avec les données « cartes grises ». 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. Par ailleurs, aucun transport en commun n'a été relevé lors de cette étude. En conclusion, cette « enquête plaques » permet de disposer 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.

Dans le cadre de cette étude, le **STIF** 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.

Annexe 4 : Éléments méthodologiques relatifs à la modélisation de l'impact de la ZCR sur le trafic routier (source DRIEA)

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

- Fournir des résultats en termes de trafic exploitables par Airparif pour estimer les impacts des scénarios sur la qualité de l'air ;
- Estimer l'impact des scénarios sur les volumes de reports modaux de la route vers les transports en commun ;
- Analyser l'impact des scénarios 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 de déplacements de la DRIEA. 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, des hypothèses aux horizons 2015 et 2020 transmises par le STIF en 2015.

Le modèle de déplacements de la DRIEA 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.

Pour l'étude de la zone à circulation restreinte, le modèle a été affiné en décrivant le parc automobile parisien et le parc automobile régional hors Paris, et en distinguant les déplacements concernés par les restrictions de circulation dans Paris.

Réseaux routier et de transports en commun

L'étude d'impact de la zone à circulation restreinte prend en compte la description du réseau de transport en commun ainsi que son évolution de 2015 à 2020.

Le réseau routier considéré correspond à une description mise à jour entre 2007 et 2013 pour la région francilienne, à l'exception du réseau routier parisien dont la description est plus moderne et correspond à sa situation en 2015.

Les projets affectant le réseau routier entre 2015 et 2020 (dont notamment la piétonnisation de la voie sur berge rive droite, et les différents projets routiers à Paris) ne sont pas pris en compte dans l'étude.

Les scénarios de zone à circulation restreinte

Trois hypothèses majeures concernant la mise en place de la mesure et son impact sur le trafic routier ont été prises en compte dans cette étude pour chaque étape de la ZCR :

- le taux de renouvellement du parc automobile. Après concertation avec les différents partenaires, celui-ci a été fixé à 70 %, uniquement pour les flux de véhicules concernés par la ZCR et ayant leur origine et/ou leur destination dans la ZCR. Les véhicules en transit dans la ZCR (qui n'ont ni leur origine de déplacement ni leur destination dans la ZCR) 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.

-

- La délimitation géographique de la ZCR. Le choix d'inclure le Boulevard Périphérique (BP) dans ces modélisations permet de rendre compte, dans un premier temps, de l'impact d'un scénario relativement contraignant sur le trafic par rapport à un scénario excluant le BP. Ainsi, les résultats obtenus permettent d'obtenir un majorant de l'impact d'une restriction de circulation excluant le BP.
- Le groupe de véhicules interdits.

TABLE DES FIGURES

Figure 4 : Nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m ³ en moyenne journalière pour les particules PM ₁₀ sur la petite couronne et zoom sur Paris pour l'année 2015.	10
Figure 5 : Concentration moyenne annuelle de particules PM ₁₀ sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.	11
Figure 6 : Concentration moyenne annuelle de particules PM _{2.5} sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.	12
Figure 7 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO ₂) sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.	12
Figure 8 : concentration moyenne annuelle de benzène sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2015.	13
Figure 1 : Contribution par secteur d'activité (a) et selon les catégories de véhicules (b) aux émissions d'oxydes d'azote (NOx en équivalent NO ₂) à Paris pour l'année 2014.	14
Figure 2 : Contribution par secteur d'activité (a) et selon les catégories de véhicules (b) aux émissions primaires de particules (PM ₁₀) à Paris pour l'année 2014.	15
Figure 3 : Contribution par secteur d'activité (a) et selon les catégories de véhicules (b) aux émissions primaires de particules (PM ₁₀) à Paris pour l'année 2014.	16
Figure 9. Réseau routier pris en compte pour le calcul des émissions liées au trafic routier (Source : DRIEA – traitement et image Airparif)	17
Figure 10. Profils mensuels (a) et hebdomadaires (b) du trafic routier, par zone (Paris intramuros, Bd Périphérique, Autoroutes et Routes).Source : Airparif d'après données DRIEA, DIRIF et Mairie de Paris	17
Figure 11. Parc roulant appliqué les jours ouvrés (JO) sur les axes parisiens selon les heures de la journée.	19
Figure 12. Parcs technologiques parisiens par type de véhicules pour l'année 2014.	20
Figure 13. Part des véhicules.kilomètres potentiellement touchés à Paris par la mise en œuvre de la ZCR et part des véhicules.kilomètres une fois la ZCR mise en œuvre.	21
Figure 14. Part des véhicules.kilomètres potentiellement touchés à Paris par la mise en œuvre de la ZCR et part des véhicules.kilomètres une fois la ZCR mise en œuvre selon les différentes catégories de véhicules Crit'Air.	23
Figure 15 : Gains en émissions, à Paris avec le Bd Périphérique(a) et à Paris Intramuros (b), avec la mise en œuvre de la ZCR parisienne et part des kilomètres parcourus par les véhicules interdits pour les deux premières étapes de la ZCR parisienne.	24
Figure 16 : Ratio entre les gains en émissions attendus avec la mise en œuvre de la ZCR et la part des véhicules.kilomètres interdits à Paris : périmètre comprenant le Bd Périphérique (a) et périmètre Paris Intramuros (b).	25
Figure 17 : Gains en émissions en dehors de Paris avec la mise en œuvre de la ZCR parisienne et part des kilomètres parcourus en dehors de Paris par les véhicules interdits, en lien avec la ZCR pour les deux premières étapes de la ZCR parisienne.	26