

L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN LIEN AVEC LA BAISSSE DU TRAFIC ROUTIER

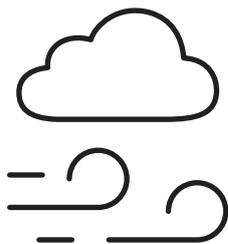
NOTE n°162

SEPTEMBRE 2019

CONTRIBUTION SUR LA SITUATION À PARIS



© Apur - David Bourreau



65 %
d'émissions de NO_x
liées au trafic
routier

La qualité de l'air s'améliore à Paris et dans le cœur de l'agglomération parisienne mais les niveaux de dioxyde d'azote et de particules PM_{10} restent préoccupants nécessitant la poursuite d'actions dans tous les secteurs d'activité pour réduire les émissions.

Parmi les émetteurs de polluants atmosphériques, le trafic routier constitue une source particulièrement importante dans la zone dense du Grand Paris du fait de l'intensité et de la nature des émissions et de l'urbanisation à proximité des voies à grande circulation.

CONTRIBUTION DU TRANSPORT ROUTIER AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES EN 2015

À Paris

65 % pour les NO_x
36 % pour les PM_{10}



En Île-de-France

56 % pour les NO_x
23 % pour les PM_{10}

Source : Airparif, décembre 2018

L'évolution de la qualité de l'air à Paris (source Airparif)

Les concentrations de particules (PM₁₀) et de dioxyde d'azote (NO₂) restent problématiques dans la métropole du Grand Paris, avec des dépassements importants des valeurs limites réglementaires.

Pour le NO₂, les dépassements sévères de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) sont relevés au droit et au voisinage des grands axes routiers.

Les concentrations y sont plus de deux fois supérieures au seuil réglementaire. En 2018, les moyennes annuelles mesurées à proximité du trafic routier vont de 42 µg/m³ (Boulevard Soult – Paris) à 87 µg/m³ (Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil – 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.

Ce dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ concerne en 2018 près d'un million d'habitants, soit un peu moins de 13 % des habitants de la MGP. Les habitants concernés sont en grande majorité situés à Paris (80 %), un parisien sur 3 étant concerné.

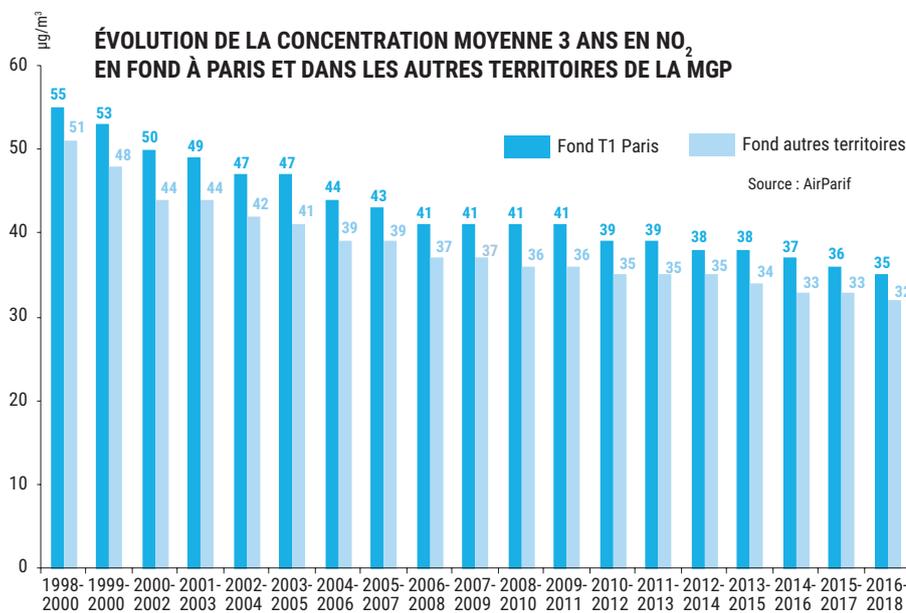
Pour les particules (PM_{2,5}) et le benzène, les concentrations mesurées respectent les valeurs limites, mais excèdent toujours les objectifs de qualité. Les niveaux d'ozone (O₃), en moyenne plus faibles à Paris que ceux des autres départements franciliens, respectent la valeur cible mais dépassent les objectifs de qualité.

Cependant, la qualité de l'air s'est nettement améliorée comme illustré dans les paragraphes suivants.

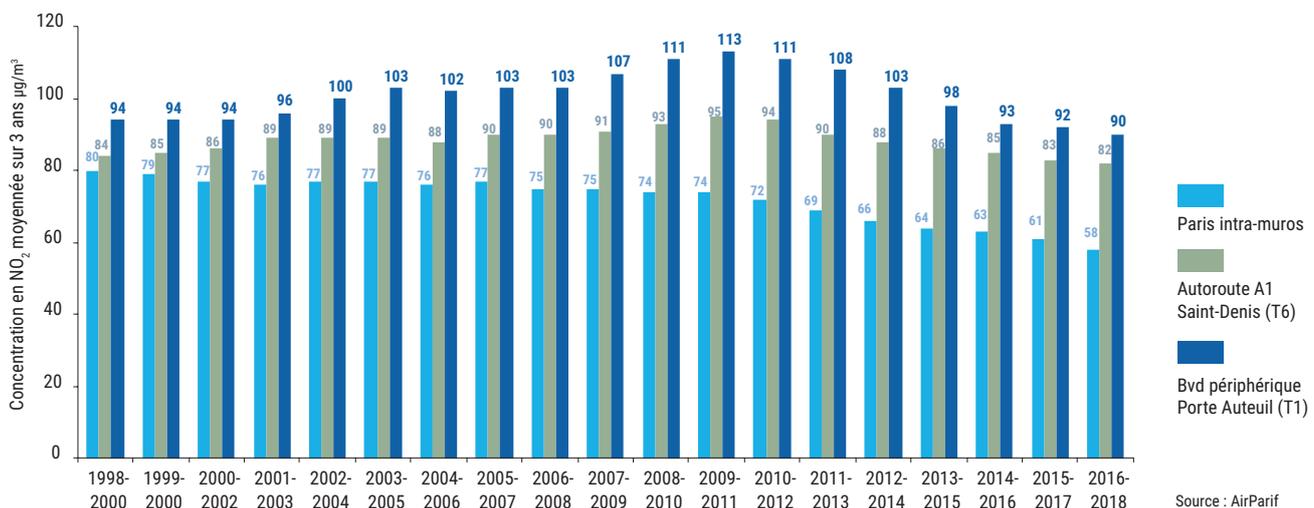
1 – Les niveaux de fond caractérisent l'atmosphère urbaine moyenne, à distance des sources majeures de polluants telles que le trafic routier.

Dioxyde d'azote¹

Les niveaux de fond en NO₂ mesurés à Paris restent supérieurs d'environ 10 % en moyenne par rapport aux autres secteurs de la métropole du Grand Paris. En s'affranchissant des variations météorologiques interannuelles, il apparaît clairement que les niveaux de fond de NO₂ sur l'ensemble de la zone MGP diminuent depuis la fin des années 1990. Les améliorations technologiques sur les différentes sources d'émissions (trafic routier, chauffage,



ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE 3 ANS EN NO₂ À PROXIMITÉ DU TRAFIC DANS LA MGP



industries) expliquent cette baisse, en particulier la généralisation progressive des pots catalytiques (essence et diesel) sur les véhicules routiers. En 20 ans, sur l'ensemble des stations de fond de la métropole du Grand Paris, les niveaux de NO₂ ont diminué en moyenne de 37 %.

À proximité du trafic routier, le profil de l'évolution du NO₂ est variable suivant les stations. Les concentrations en NO₂ à Paris sont globalement constantes de 1998 à 2011, avant de diminuer de 21 % jusqu'en 2018. En revanche, pour ce qui est des stations Autoroute A1 Saint Denis et Boulevard Périphérique Porte Auteuil (Paris), les niveaux ont augmenté respectivement de 13 % et 20 % sur la période de 1998-2011 avant de diminuer respectivement de 13 % et 20 % jusqu'en 2018. **Au global une baisse est observée ces 5 dernières années sur l'ensemble de la MGP.**

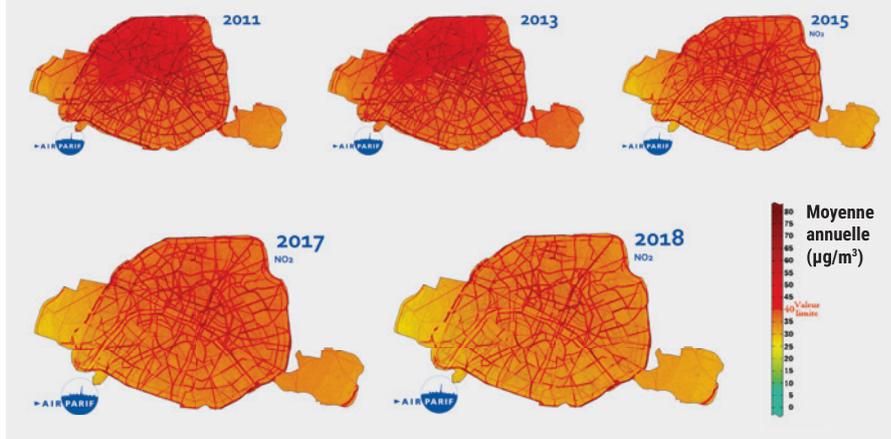
La tendance à la baisse des concentrations en dioxyde d'azote à Paris est illustrée également sur les cartes ci-contre.

Particules PM₁₀

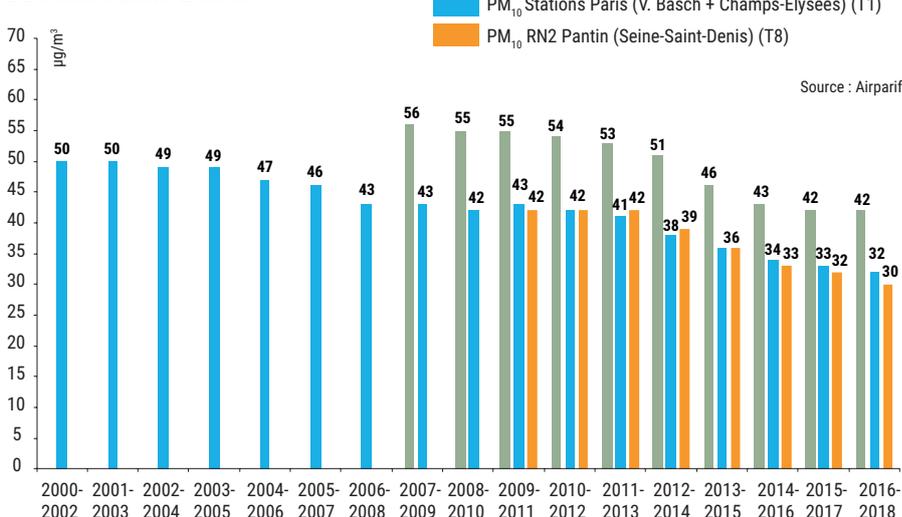
En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques, **les teneurs moyennes en PM₁₀ dans la MGP montrent une tendance persistante à la baisse.** Cette baisse est illustrée par les concentrations en PM₁₀ mesurées par les stations de fond et de proximité au trafic routier. Entre 2000 et 2018, ces niveaux ont baissé d'environ 36 % sur les sites de trafic représentatifs des niveaux maximaux de Paris, de 25 % sur le site de l'Autoroute A1 à Saint-Denis entre 2007 et 2018 et de 28 % sur le site de la RN2 à Pantin entre 2009 et 2018.

À Paris, ces niveaux ont baissé d'environ 32 % sur les sites de fond et 39 % sur les sites de trafic parisien entre 1999 et 2018 avec une baisse plus marquée depuis une dizaine d'années.

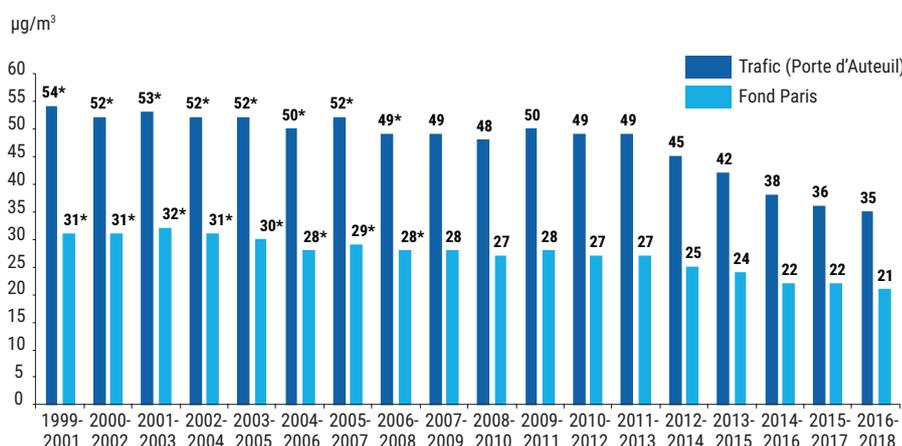
ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE EN NO₂ DE 2011 À 2018 À PARIS



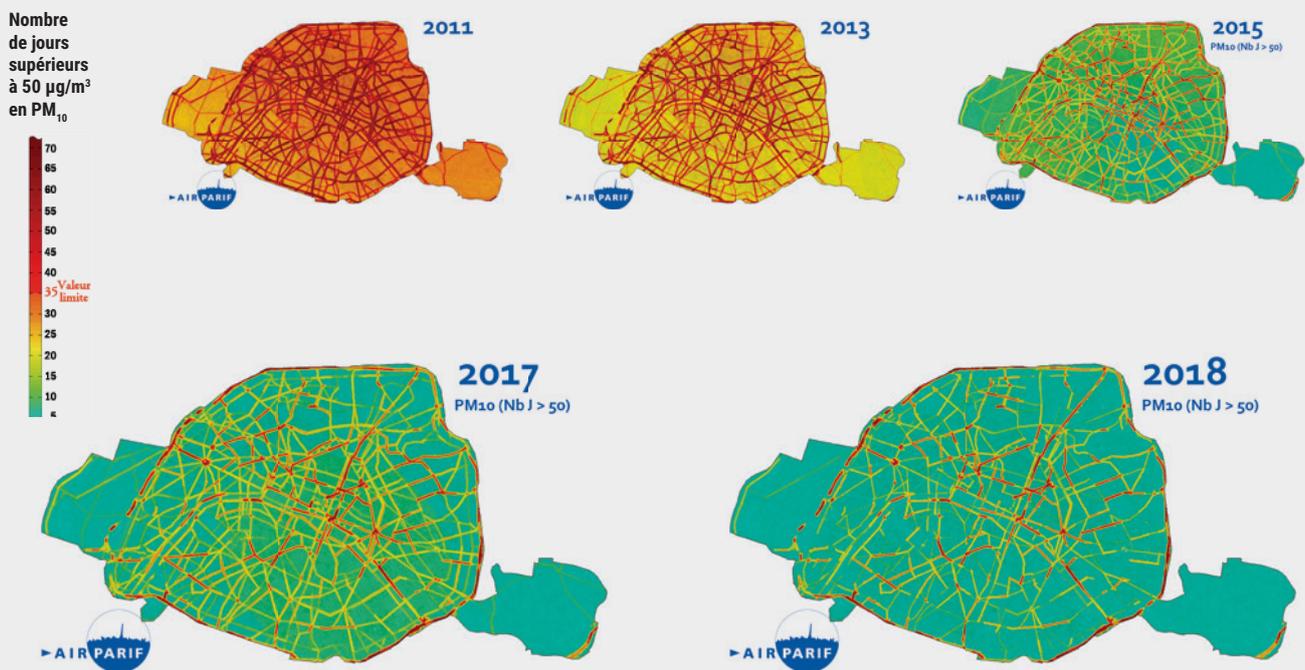
ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE 3 ANS EN PARTICULES PM₁₀ MESURÉES SUR DES STATIONS DE TRAFIC DANS LA MGP



ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE 3 ANS EN PARTICULES PM₁₀ EN FOND ET EN TRAFIC À PARIS (ÉCHANTILLON ÉVOLUTIF DE STATIONS)



NOMBRE DE JOURS DE DÉPASSEMENT DU SEUIL JOURNALIER DE 50 µg/m³ EN PM₁₀ DE 2011 À 2018 À PARIS

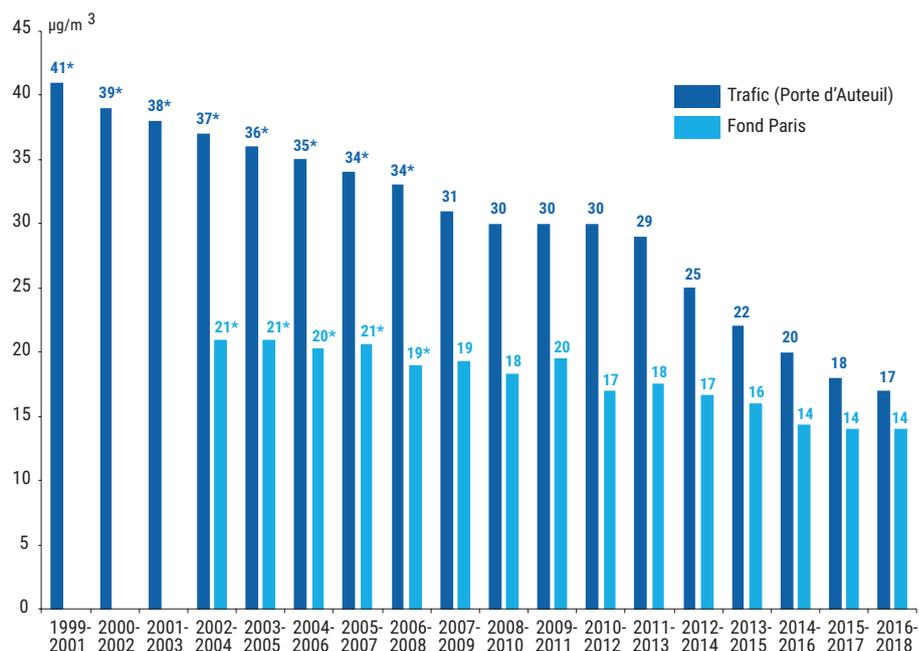


Les cartographies parisiennes du nombre de jours de dépassements de la valeur limite journalière pour les PM₁₀ illustrent qu'au-delà de la quantité de polluants émis dans l'atmosphère, ces dépassements sont très impactés par le contexte météorologique.

En 2011 et 2013, des situations particulièrement défavorables, couplées à des émissions accrues de particules (notamment le chauffage au bois pendant les épisodes hivernaux), ont conduit à de forts niveaux en hiver et au printemps et de nombreux dépassements du seuil journalier du 50 µg/m³. Après une année 2017 globalement proche de la normale, l'année 2018 se caractérise par des températures clémentes en hiver.

Pour les PM_{2,5}, qui constituent environ 70 % des PM₁₀, la tendance à la baisse est illustrée ci-contre pour Paris.

ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE 3 ANS EN PARTICULES PM_{2,5} EN FOND ET EN TRAFIC À PARIS.



* Moyennes recalculées pour intégrer la fraction volatile et permettre une comparaison avec les mesures postérieures à 2006
Source : Airparif (Échantillon évolutif de stations)

L'évolution des mobilités à Paris

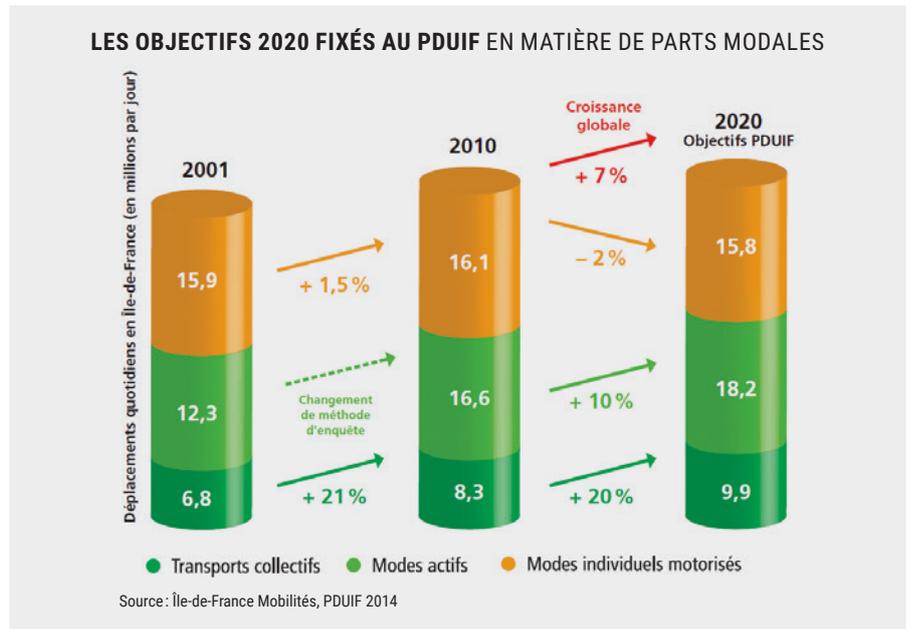
Les mobilités à travers les documents de planification

À l'échelle régionale, les objectifs d'évolution de la mobilité du Plan de Déplacements Urbains de l'Île-de-France (PDUIF) ont été fixés pour permettre de réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements en Île-de-France sur la période 2010-2020, se conformant ainsi à l'engagement pris au niveau national.

Dans un contexte de croissance des déplacements de 7 % de 2010 à 2020, le PDUIF vise ainsi des objectifs de croissance de 20 % des déplacements en transports collectifs et de 10 % des déplacements en modes actifs, pour une diminution de 2 % des déplacements individuels motorisés (voiture et deux-roues motorisés).

Le métro du Grand Paris, les investissements dans le réseau de transports collectifs, mais aussi les voies dédiées aux bus et aux taxis sur autoroutes sont des projets importants pour proposer des alternatives à la voiture.

Par ailleurs, le Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA), approuvé en 2016 pour la période 2016-2021, vise à augmenter de 150 % les crédits d'investissements dédiés à la lutte contre la pollution

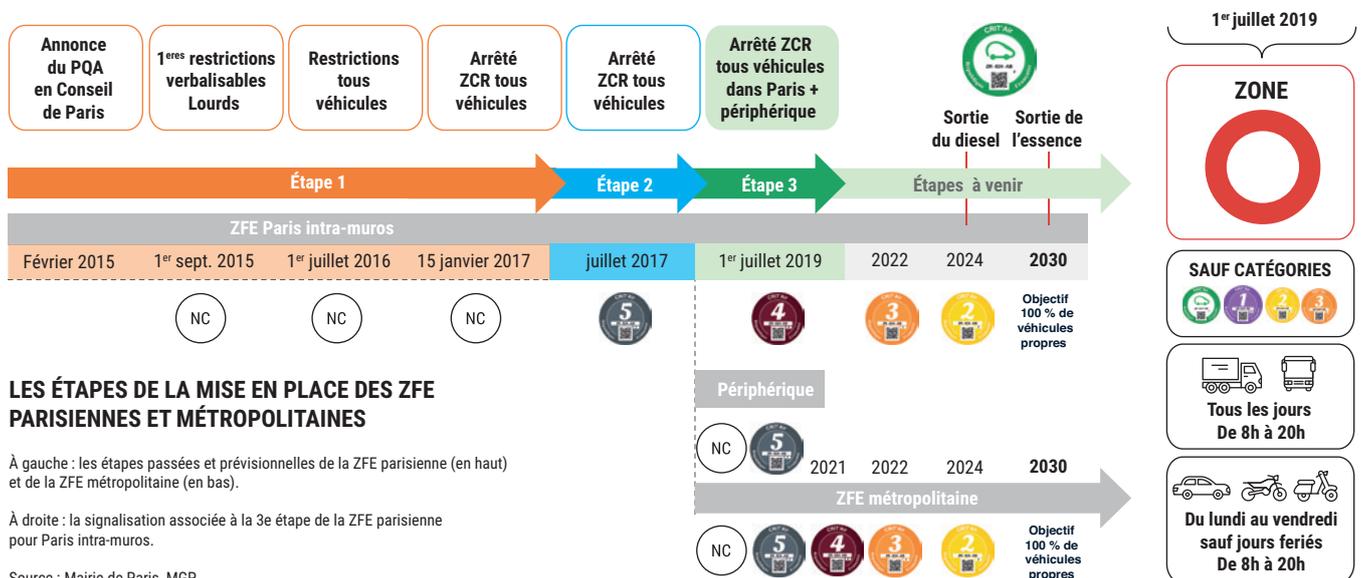


et à déployer de nouveaux moyens d'action pour limiter les émissions de CO₂. Des aides financières aux entrepreneurs et aux artisans souhaitant remplacer leur véhicule par des véhicules électriques ou au gaz naturel sont mises en place.

Le Plan anti-pollution de la Ville de Paris, adopté en février 2015, a permis la mise en place de la première ZFE française, ainsi qu'un ensemble de mesures financières pour permettre aux professionnels de remplacer leur véhicule. Le Plan Climat de la Ville de Paris a confirmé

ces objectifs avec l'objectif de sortie du diesel en 2024 et des carburants fossiles d'ici 2030. La ZFE parisienne, effective depuis janvier 2017 pour l'ensemble des véhicules légers et lourds², vise une restriction progressive de la circulation des véhicules les plus polluants.

2 – La Ville de Paris a mis en place une restriction de circulation des poids lourds les plus polluants dès septembre 2015, qui a été étendue aux véhicules légers en juillet 2016. Les arrêtés ZCR de 2017, puis l'arrêté de juillet 2019, ont renforcé le niveau de restriction sur l'ensemble des véhicules.



Cette montée en puissance de la ZFE parisienne est réalisée de manière concertée avec la Métropole du Grand Paris : une quarantaine de communes de la MGP, situées dans la zone la plus dense (intra A86) ont pris des arrêtés visant à restreindre la circulation des véhicules les plus polluants sur leur territoire à partir du 1^{er} juillet 2019. **L'objectif de sortie du diesel en 2024 et de 100 % de véhicules propres en 2030 est partagé au niveau métropolitain.** À l'échelle parisienne, ce plan s'accompagne d'autres mesures en matière d'énergie pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre du plan Climat Air Énergie parisien.

L'objectif 100 % de véhicules propres en 2030 se traduit dès à présent par le développement de l'électromobilité, avec la constitution d'un réseau de bornes de recharge électrique sur l'espace public, et le soutien aux carburants alternatifs (GNV, hydrogène) avec l'implantation de bornes de recharge dans les stations-service, les parkings publics concédés, dans les copropriétés et chez les bailleurs sociaux, et de stations-service GNV et hydrogène.

Si la ZFE est un levier efficace pour répondre aux enjeux sanitaires liés à la pollution de l'air, le renouvellement du parc automobile à moteur thermique par des véhicules fonctionnant aux énergies « propres » (électrique, GNV-bio GNV, hydrogène) restera insuffisant pour répondre aux enjeux de qualité de l'air, compte-tenu en particulier des émissions de particules fines liées à l'abrasion des routes, des pneus et des freins (voir partie 3.). De plus, ce dispositif ne répond pas aux objectifs de rééquilibrage de l'espace public pour les différentes catégories d'utilisateurs. Enfin, il ne répond que partiellement aux enjeux de changement climatique selon la manière dont sont produits le GNV, l'électricité et l'hydrogène distribué.

C'est pourquoi, en parallèle de ces mesures technologiques, la Ville de Paris a

engagé plusieurs plans d'actions visant à développer les mobilités durables. Le plan Vélo, la restructuration du réseau bus, les projets de BHNS des quais et le prolongement du tramway des Maréchaux à l'ouest entre la Porte d'Asnières et la Porte Dauphine contribueront à apaiser les axes routiers. Le soutien aux modes alternatifs à la voiture individuelle se traduit par la généralisation des zones 30, des zones de rencontre, piétonnisation provisoire dans le cadre de Paris Respire, la Stratégie Paris piéton, la piétonnisation de la voie Georges Pompidou en 2016 dont le trafic journalier était de 43000 véhicules, la réforme du stationnement payant, mais aussi des expérimentations dans le cadre des quartiers d'innovation urbaine et du programme d'incubation pour une logistique et une mobilité durable. Les systèmes de mobilité partagée comme Vélib' ou Mobilib' (autopartage en boucle³, anciennement SVP) et le développement de véhicules en free-floating et les innovations technologiques offrent de plus en plus de solutions d'intermodalité et d'alternatives à la voiture individuelle dans l'agglomération parisienne.

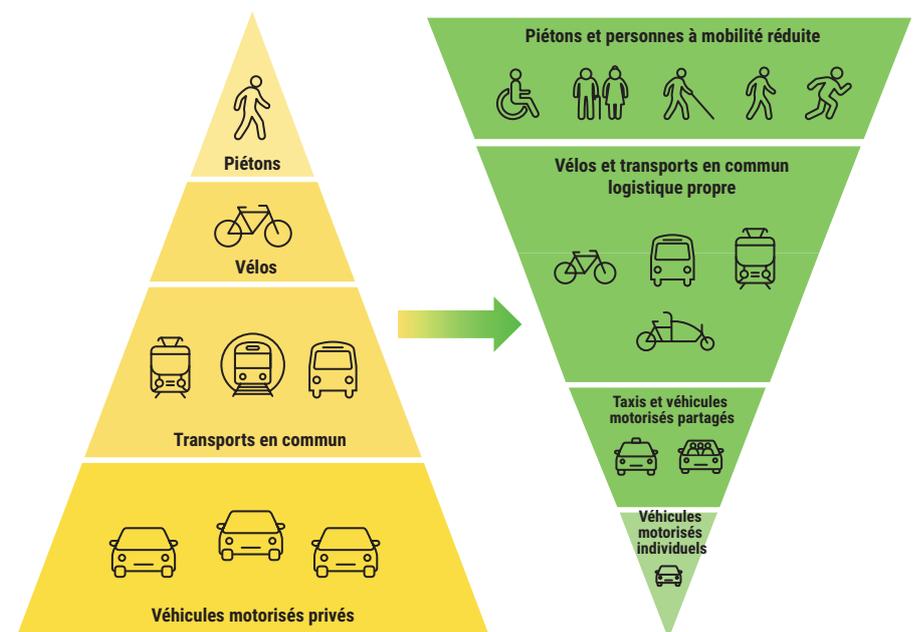
Au global, les actions de la Ville de Paris en lien avec les mobilités ont pour double objectif de développer un système de transports encourageant les modes actifs adaptés aux distances, aux capacités et aux besoins de chacun, faiblement émetteurs de polluants atmosphériques et de GES, et de construire des espaces publics proportionnés et adaptés à chaque mode. (cf. Conseil Parisien des Mobilités, 3/7/2019)

La baisse du trafic routier à Paris

À Paris, la gestion de la circulation engagée depuis les années 2000 s'est traduite par **une diminution globale de 31 % du trafic routier (2001-2015)**. Ce phénomène semble s'accroître récemment, avec une baisse annuelle record de 5 % sur l'année 2018.

3 – L'autopartage en boucle nécessite d'effectuer des trajets ayant un même point de départ et d'arrivée, contrairement au free-floating dans lequel les véhicules peuvent être empruntés en un endroit et rendus à un autre.

OBJECTIFS DES DIFFÉRENTS PLANS DE LA VILLE DE PARISIEN LIEN AVEC LA MOBILITÉ : efficacité du système de transports, limitation des nuisances sanitaires et environnementales et rééquilibrage de l'espace public



Source : DVD

Un constat que corroborent les résultats des enquêtes ménages de l'INSEE sur les déplacements domicile-travail : l'usage de la voiture pour aller travailler a baissé en moyenne de 34 % à Paris, entre 1999 et 2015 avec de fortes baisses dans les arrondissements centraux ou dans les arrondissements périphériques, à l'exception de ceux de l'ouest parisien.

On notera par ailleurs que la composition du parc roulant a évolué durant la période 2001 à 2016⁴. Ainsi la part des deux-roues motorisés dans Paris intra-muros a augmenté, passant de 10 % en 2001 à 17 % en 2014.

En 2016, cette part est légèrement en baisse, à 16 %. Sur le boulevard Périphérique, cette part passe de 5 % en 2002 à 9 % en 2014, avec une légère hausse en 2016, à 10 %.

Parallèlement, la part des véhicules particuliers entre 7 h et 21 h a diminué passant de près de 75.5 % (2001) à 54.5 % (2016) dans Paris intra-muros et de 74 % (2002) à 66 % (2016) sur le boulevard périphérique.

Autre évolution notable entre 7 h et 21 h, la part des VUL a augmenté de 9 à 16 % dans Paris intra-muros et de 12 à 18 % sur le boulevard périphérique, entre 2001 et 2016.

La baisse de l'usage de la voiture pour se déplacer se constate également hors Paris, selon les résultats de l'Enquête Globale Transport : - 13 % de mobilité en voiture selon le lieu de résidence en Petite Couronne (- 37 % à Paris entre 2001 et 2010).

Sur le réseau magistral des voies rapides, ce moindre usage de la voiture s'est traduit par une baisse de 9 % de trafic sur le boulevard Périphérique entre 2001 et 2010, et 6 % sur les autoroutes radiales intra-A86 (Source Ville de Paris – DRIEA DiRIF, EGT).

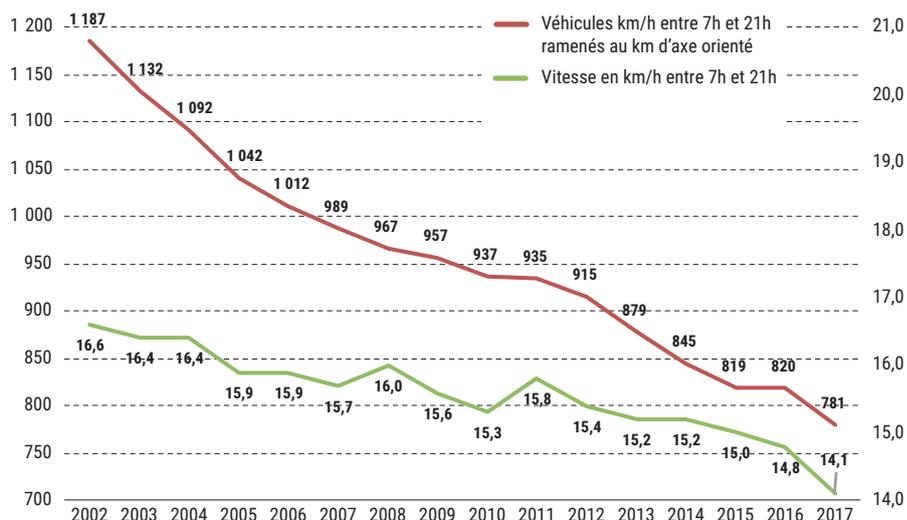
4 – Pourcentages établis sur la base des enquêtes de composition de trafic réalisées en 2001, 2002 et 2016 par la Ville de Paris entre 7 et 21 heures. Les parts de chaque catégorie de véhicules sont calculées par rapport au total des véhicules motorisés (Véhicules particuliers, taxis, utilitaires légers, poids-lourds, bus, cars et deux-roues motorisés).



Scoter et vélo au démarrage d'un feu de circulation

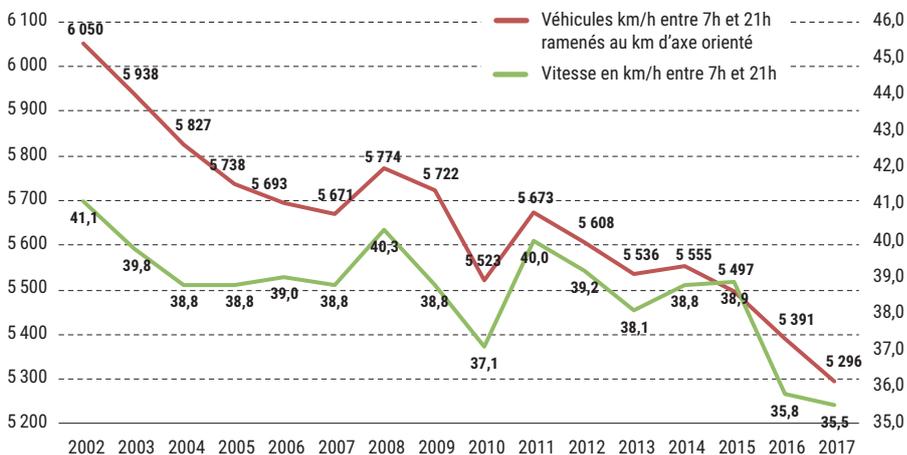
© Apur – David Boureau

ÉVOLUTION DU TRAFIC (VOLUME ET VITESSE DE CIRCULATION) DANS PARIS INTRA-MUROS (HORS PÉRIPHÉRIQUE) DE 2002 À 2017



Source : DVD

ÉVOLUTION DU TRAFIC (VOLUME ET VITESSE DE CIRCULATION) SUR LE BOULEVARD PÉRIPHÉRIQUE DE 2002 À 2017



Source : DVD

Liens entre trafic routier et qualité de l'air

Les impacts du trafic routier et les mesures en matière de qualité de l'air

Afin d'évaluer les impacts du trafic routier sur la qualité de l'air, l'Apur s'est basé sur les travaux d'Airparif concernant l'évolution de la qualité de l'air à Paris sur la période 2002-2012 et sur l'étude King's College réalisée avec Airparif portant sur l'impact spécifique des mesures sur le trafic visant à améliorer la qualité de l'air de Paris et Londres entre 2005 et 2016.

Les éléments ci-dessous sont issus de l'article du King's College et d'Airparif paru en janvier 2019 dans la revue scientifique *Environmental Pollution, A tale of two cities: is air pollution improving in Paris and London*. A. Font, L. Guiseppin, M. Blangiardo, V. Ghersi, G.W. Fuller, de l'étude d'Airparif parue en juillet 2013, *Évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 ainsi que des études d'évaluation de la zone à faibles émissions sur Paris et les travaux d'évaluation des impacts de la journée sans voiture et de Paris-Respire sur la qualité de l'air*.

L'étude menée en 2013 par Airparif sur l'évolution de la qualité de l'air entre 2002 et 2012 à Paris avait montré que

l'amélioration de la qualité de l'air, qui s'est poursuivie depuis, était liée à plusieurs facteurs : l'amélioration technologique des véhicules, la baisse du trafic routier dans Paris intra-muros et la baisse générale de la pollution de fond.

Entre 2002 et 2012, la baisse des rejets de polluants (émissions) a été de 30 % pour les oxydes d'azote et les particules sur Paris. Elle aurait été plus importante sans la diésélisation du parc automobile. **L'effet sur les émissions de dioxyde de carbone (CO₂, gaz à effet de serre) a été moins marqué** que pour les polluants atmosphériques (-13 %). **Elle est essentiellement due aux aménagements de voirie (-10 %) et à la modernisation des véhicules (-5 %).** L'effet de la diésélisation du parc automobile est relativement faible (-2 %) lié à la plus faible consommation de cette motorisation que celle d'un véhicule essence.

Impact du trafic routier

L'étude sur l'évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 menée par Airparif a montré que **la baisse de la pollution était liée en partie aux**

aménagements de voirie réalisés dans Paris intra-muros ayant abouti à la diminution générale du trafic (-15 à -20 %), avec néanmoins des reports essentiellement sur des axes secondaires, et une diminution de la vitesse d'environ 2 km/h dans Paris (de 19 km/h à 17 km/h). Pour les Parisiens, **ces mesures ont permis à 24000 personnes pour le dioxyde d'azote et 170000 personnes pour les particules, de ne plus être exposés à des niveaux au-delà de réglementations** annuelles (soit un gain en nombre de personnes exposées de 1 % pour le dioxyde d'azote et de 8 % pour les particules).

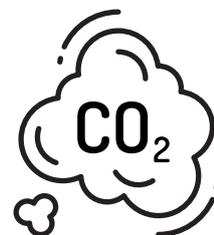
Depuis d'autres analyses ont permis d'illustrer l'impact positif sur la qualité de l'air d'une baisse du trafic routier. Airparif a par exemple étudié l'impact sur la qualité de l'air de la journée sans voiture et celui de Paris-Respire.

Impact du renouvellement des véhicules

L'étude menée par Airparif sur l'évolution de la qualité de l'air entre 2002 et 2012 à Paris montre que **l'effet de la modernisation du parc roulant avec des normes Euro plus récentes est nuan-**

ÉMISSIONS Entre 2002 et 2012	POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES		GAZ À EFFET DE SERRE
	Oxydes d'azote NO _x	Particules PM ₁₀	Dioxyde de carbone CO ₂
Diminution du trafic et baisse de la vitesse (aménagements de voirie)	- 11 %	- 9 %	- 10 %
Modernisation du parc : évolution des normes euros	- 24 %	- 45 %	- 5 %
Diésélisation du parc	+ 11 %	+ 13 %	- 2 %
Évolution de la composition du parc roulant	+ 3 %	+ 6 %	+ 4 %
Évolution TOTALE des émissions tous facteurs confondus	- 30 %	- 35 %	- 13 %

Source : Airparif. Il en ressort que les aménagements de voirie ont permis une diminution d'environ 10 % de l'ensemble des polluants entre 2002 et 2012 (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO₂).



- 13 %

d'émissions de CO₂
entre 2002 et 2012

cé. Il a été très positif pour les particules PM_{10} puisqu'elle a permis à 26 % de Parisiens de ne plus être exposés au-delà de l'objectif de qualité. En revanche, pour le dioxyde d'azote, il y a eu une légère dégradation de l'exposition pour 1 % des Parisiens. Les normes Euro ont en effet essentiellement permis de faire baisser les oxydes d'azote et les particules, mais pas le dioxyde d'azote qui n'était pas pris

en compte dans ces normes d'émission et dont la part est plus importante pour les véhicules diesel.

La diésélisation a en effet contrebalancé les tendances à l'amélioration, et explique que la pollution n'ait pas baissé davantage. Notamment pour le dioxyde d'azote : les voitures diesel en émettent plus qu'un véhicule essence de norme Euro équivalente. Or le parc diesel des

véhicules particuliers a progressé passant de 41 % des kilomètres parcourus dans Paris en 2002 à 63 % en 2012 avec une part plus importante de véhicules de livraison diesel.

Une étude portant sur l'impact spécifique des mesures sur le trafic visant à améliorer la qualité de l'air de Paris et Londres a été menée par le King's College et Airparif (Font et al. 2019). Cette étude montre que **la diminution des niveaux de NO_2 à proximité du trafic est liée à l'introduction de la norme Euro 5**, en particulier pour les véhicules lourds. Outre la baisse des émissions de NO_x , une des raisons majeures des évolutions des niveaux de dioxyde d'azote, tant en situation de fond qu'en proximité au trafic routier, est liée au renouvellement du parc routier et à l'évolution des émissions primaires de NO_2 des véhicules diesel.

Le bilan récent du projet TRUE (The Real Urban Emissions Initiative pilotée par la FIA Foundation (Fédération internationale de l'Automobile) et l'International Council on Clean Transportation's -ICCT), réalisé à partir de mesures à la sortie des pots d'échappement de véhicules en circulation dans les rues de Paris à l'été 2018, montre que les émissions de NO_x des véhicules diesel Euro 5 et Euro 6 augmentent de 20 à 30 % l'été, lors des températures ambiantes supérieures à 30° C. L'étude révèle aussi que **les Euro 6 diesel en circulation émettent six fois plus de NO_x que la norme d'homologation et 4,8 fois plus que les Euro 6 essence et que la majeure partie des émissions de NO_x (60 %) provient des véhicules diesel les plus récents (euro 5 et 6)**.

Enfin, les mesures effectuées sur les deux-roues motorisées montrent des émissions également préoccupantes, en émettant quasiment autant de NO_x et de particules qu'une voiture diesel.

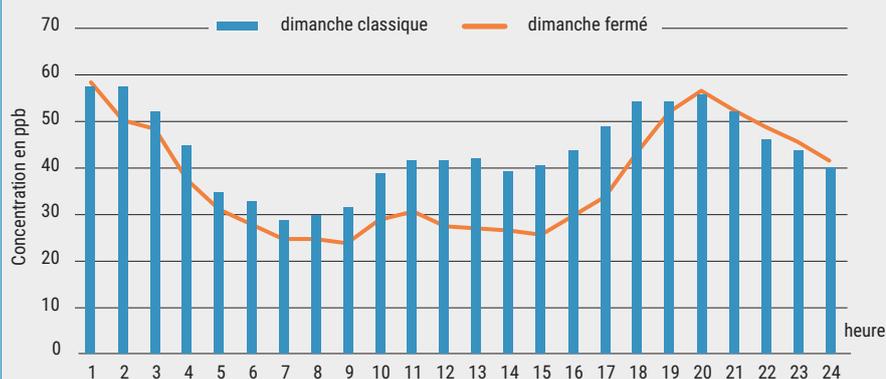
L'IMPACT DE LA JOURNÉE SANS VOITURE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Les mesures réalisées par Airparif à l'occasion des Journées sans voiture confirment le fort impact de la pollution liée au trafic automobile. Dans la zone fermée à la circulation, la qualité de l'air est sensiblement meilleure qu'un dimanche comparable de septembre avec circulation, avec une **baisse moyenne observée de 36 % des concentrations de dioxyde d'azote** (quai des Célestins, avenue des Champs Élysées, boulevard Haussmann, place de l'Opéra, Journée sans voiture du dimanche 16 septembre 2018). Selon les mesures réalisées lors du même évènement en 2015, l'impact de la journée sans voiture est aussi sensible sur les zones avoisinantes (20 % de NO_2 en moins boulevard Soult dans le 12^e), alors qu'aucune hausse n'a été observée sur le boulevard Périphérique (Communiqués de presse « Paris sans voiture » des 27 septembre 2018 et 27 septembre 2015, Airparif).

L'IMPACT DE PARIS RESPIRE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Dans le cadre de Paris Respire, les bienfaits sur la qualité de l'air ont été suivis finement sur l'avenue des Champs-Élysées grâce à la station permanente du réseau de mesure Airparif. Sur les années 2016 à 2018, la **baisse moyenne observée est de 32 % en oxydes d'azote** lors de la fermeture mensuelle à la circulation automobile par rapport à un dimanche classique.

CHAMPS-ÉLYSÉES PROFIL MOYEN JOURNALIER
OXYDES D'AZOTE (NO_x) PÉRIODE 2016-2018



Source : Airparif, Paris-respire, fermeture des Champs-Élysées 2018

LE RÔLE DU FREINAGE ET DE L'ABRASION DES PNEUS

La remise en suspension des particules, le frottement des pneus et le freinage sont également des sources d'émissions qui représentent une part importante des particules fines PM_{10} et $PM_{2,5}$.

Labrasiion des routes, des pneus et des freins représentent 48 % des émissions de PM_{10} dues au trafic routier et 11 % des émissions totales de PM_{10} en Île-de-France (toutes sources d'émissions confondues). Ainsi même si on remplaçait tous les véhicules thermiques par des véhicules électriques, on supprimerait 52 % des émissions dues au trafic routier et 12 % des émissions totales de PM_{10} .

Airparif, bilan des émissions atmosphérique en Ile-de-France, décembre 2018

La mise en place des normes Euro en 1991 pour limiter progressivement les émissions de polluants des véhicules routiers aurait dû réduire de 80 % les émissions de NO_x entre 1992 et 2016. Dans les faits les émissions de NO_x dues aux moteurs diesel ont augmenté de 20 % en raison de différences d'émissions entre les tests d'homologation et les conditions réelles de circulation, en particulier pour les véhicules légers (particuliers et utilitaires) diesel Euro 4. Cette différence devrait s'estomper avec les dernières générations de diesel Euro 6.

Ainsi, entre 2005 et 2009 le nombre de véhicules a diminué de 2,1 % par an dans Paris. Pourtant la concentration de NO_2 à proximité du trafic routier a eu tendance à augmenter durant cette même période car la proportion de véhicules diesel a également augmenté dans le parc roulant parisien, passant de 56 % en 2005 à

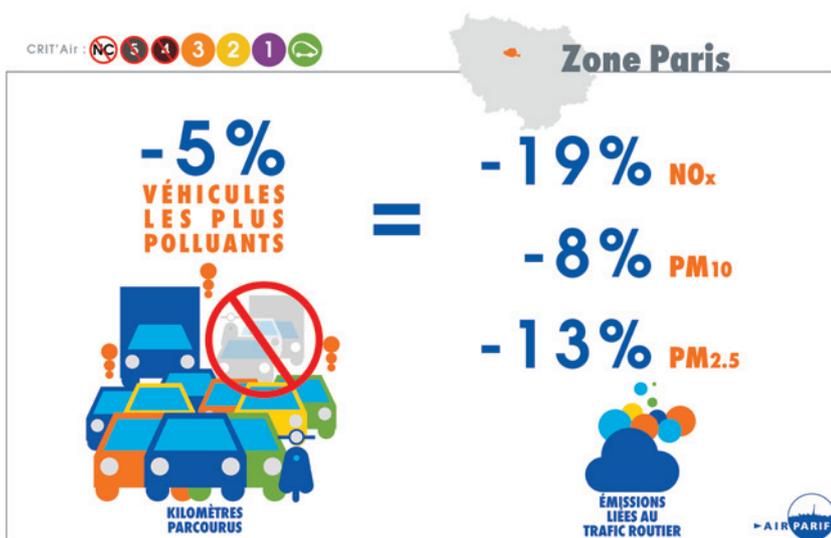
74 % des véhicules particuliers en 2009. Les modèles ont montré que l'augmentation du nombre de véhicules légers (particuliers et utilitaires) diesel avait pour conséquence directe l'augmentation des concentrations de NO_2 . De fait, la diminution de la part des véhicules diesel dans le parc roulant aurait pour effet direct une diminution des concentrations de NO_2 . C'est le sens de l'action menée notamment par la Ville de Paris avec la ZFE, visant à restreindre la circulation des véhicules diesel à l'horizon 2024.

Entre 2010 et 2016, on observe à Paris une diminution des émissions de PM_{10} et de $PM_{2,5}$, que l'on peut attribuer en grande partie à l'introduction des véhicules légers Euro 5, équipés de filtres à particules plus performants. **Une plus grande proportion de deux-roues motorisés atténue ces bénéfices en termes d'émissions.** Ainsi, les deux sites

parisiens pour lesquels on a observé la plus grande diminution de concentrations de $PM_{2,5}$ sont situés sur le boulevard périphérique sur lequel la part de deux-roues motorisés est moins importante qu'ailleurs.

La zone à faibles émissions : un rôle positif sur l'exposition des Parisiens

La Ville de Paris a mis en œuvre une zone à faibles émissions avec des limitations progressives des véhicules les plus polluants de 8 h à 20 h du lundi au vendredi. Airparif a évalué l'impact de chaque étape sur les émissions de polluants atmosphériques, sur les concentrations et sur la population potentiellement exposée à des dépassements de la valeur limite réglementaire. Les résultats pour l'étape interdisant Crit'Air 4 et 5 et « non classés » en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2019 sont présentés ci-dessous. Par rapport à une situation « Fil de l'eau » (aucune restriction de circulation prise en 2019 ni les années précédentes), il a été estimé que la mise en place de la ZFE parisienne permet de diminuer de 19 % les émissions de NO_x , de 13 % celles de $PM_{2,5}$ et de 8 % celles de PM_{10} . Cela se traduit par une baisse de 290 000 personnes du nombre de Parisiens exposés à des niveaux dépassant la valeur limite annuelle en NO_2 .



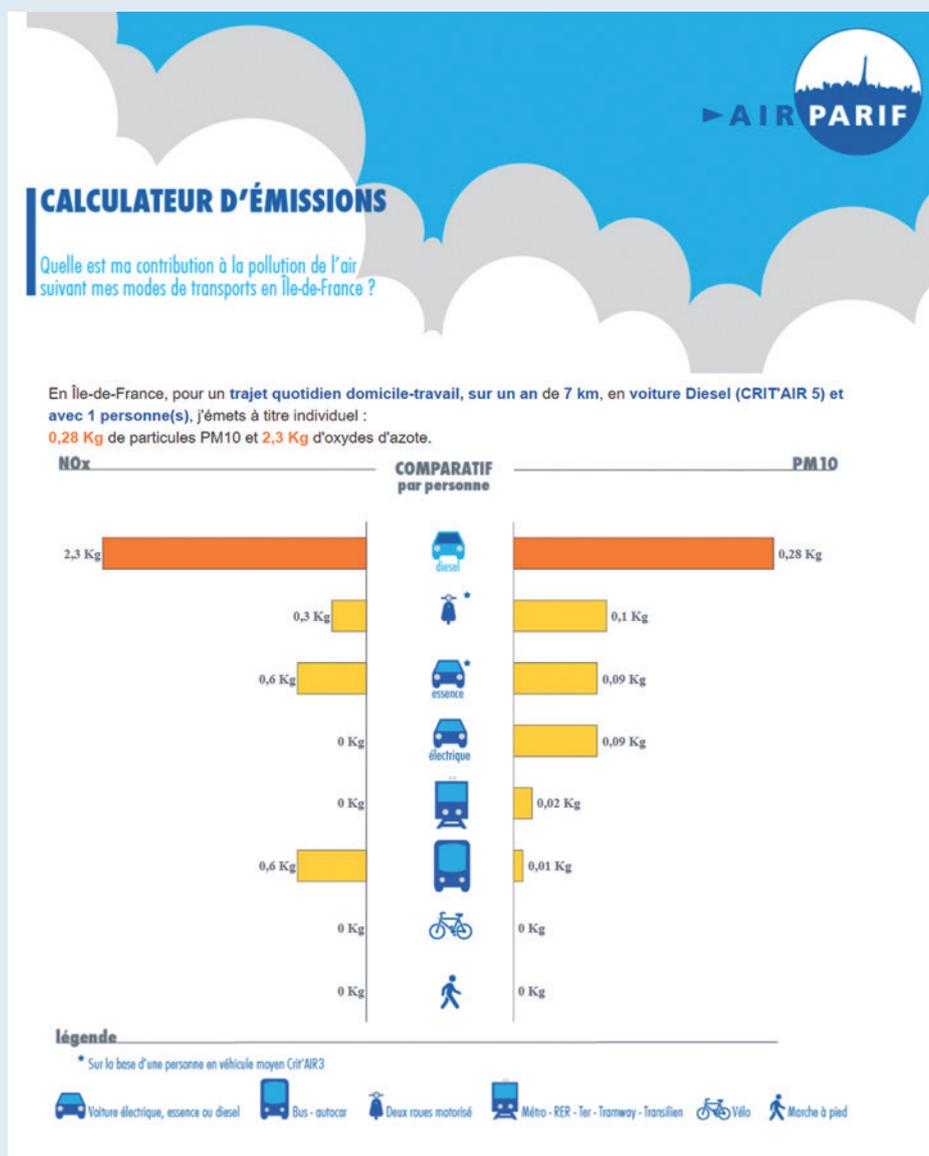
CALCULATEUR DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS-COMPARATIF SELON LES MODES DE DÉPLACEMENT LES BÉNÉFICES DES ALTERNATIVES À LA VOITURE INDIVIDUELLE

À partir du calculateur des émissions du trafic routier d'Airparif, l'Apur a comparé les émissions de polluants de différents modes de transport pour un trajet quotidien domicile-travail de 7 km, pour une personne.

Ainsi, le schéma ci-dessous expose les différences d'émission de NO_x et de PM₁₀ d'une voiture diesel Crit'Air 5 (concernée à partir du 1^{er} juillet 2019 par la ZFE métropolitaine et depuis janvier 2017 à Paris), d'un deux-roues motorisé Crit'Air3, d'une voiture essence Crit'Air 3, d'une voiture électrique, d'un transport collectif ferré, d'un bus ou autocar, d'un vélo et de la marche à pied.

La voiture diesel est le mode de transport le plus polluant, tandis que le vélo et la marche à pied sont les seuls types de mobilité qui n'émettent ni NO_x ni PM₁₀ et le métro et train très peu.

Ainsi la voiture diesel Crit'Air 5 émet près de quatre fois plus de NO_x et plus de trois fois plus de PM₁₀ par passager qu'une voiture essence ou un deux-roues motorisé Crit'Air 3 et environ sept fois plus de NO_x qu'un deux-roues motorisé Crit'Air 3.



<http://www.airparif.fr/calculateur-emissions/>

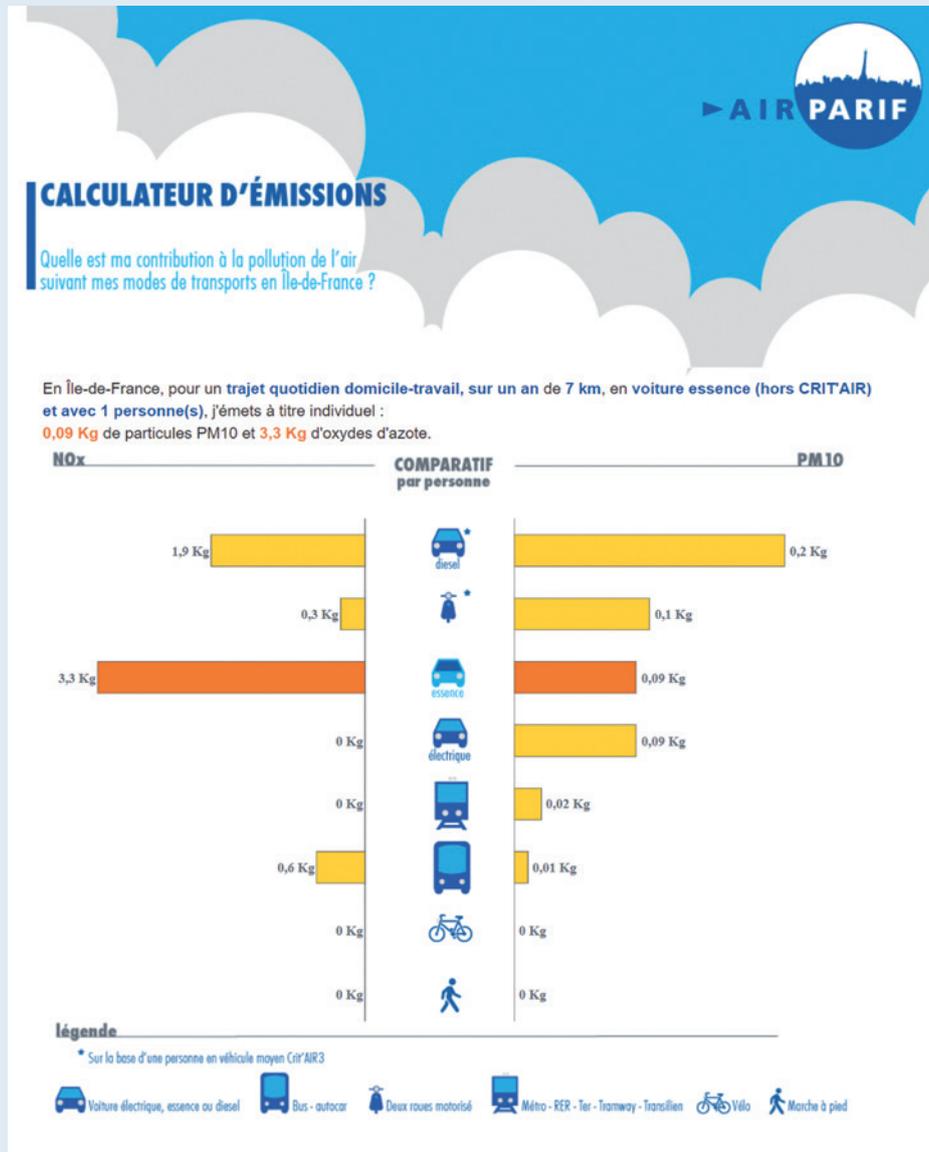
CALCULATEUR DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS-COMPARATIF SELON LES MODES DE DÉPLACEMENT LES BÉNÉFICES DES ALTERNATIVES À LA VOITURE INDIVIDUELLE

Le second exemple expose les différences d'émission de NO_x et de PM_{10} d'une voiture essence non classée, d'un deux-roues motorisé Crit'Air3, d'une voiture diesel Crit'Air 3, d'une voiture électrique, d'un transport collectif ferré, d'un bus ou autocar, d'un vélo et de la marche à pied.

La voiture essence non classée émet 1,7 fois plus de NO_x par passager que la voiture diesel Crit'Air 3 et plus de 10 fois plus que le deux-roues motorisé Crit'Air 3.

En revanche, la voiture diesel Crit'Air 3 émet plus de deux fois plus de PM_{10} que la voiture essence non classée, ou que le deux-roues motorisé Crit'Air 3.

Il existe également un calculateur d'exposition au dioxyde d'azote qui permet de comparer différents modes de transport.



<http://www.airparif.fr/calculateur-emissions/>

Les bénéfices de réduction du trafic routier

Les effets sur la santé de la pollution atmosphérique

« L'exposition à la pollution de l'air favorise le développement de pathologies chroniques graves, en particulier des pathologies cardiovasculaires, respiratoires et des cancers. Un nombre croissant d'études pointent également des impacts sur la reproduction, sur le développement de l'enfant, sur les maladies endocriniennes ou encore neurologiques. Cela se traduit par une augmentation de la mortalité, une baisse de l'espérance de vie et un recours accru aux soins. Ces effets sanitaires sont observés pour des niveaux d'exposition couramment rencontrés dans l'agglomération parisienne, ainsi la pollution de l'air reste un problème majeur de

santé publique dans la région. Il a été estimé que l'exposition chronique à la pollution de l'air au sein de la Métropole du Grand Paris était responsable annuellement de l'ordre 6 600 décès (Pascal et al., 2016a,)⁵ (Évaluation quantitative des bénéfices sanitaires attendus de la mise en œuvre d'une zone à faibles émissions au sein de la MGP, S. Host, A. Saunal, ORS Ile-de-France, 2018) .

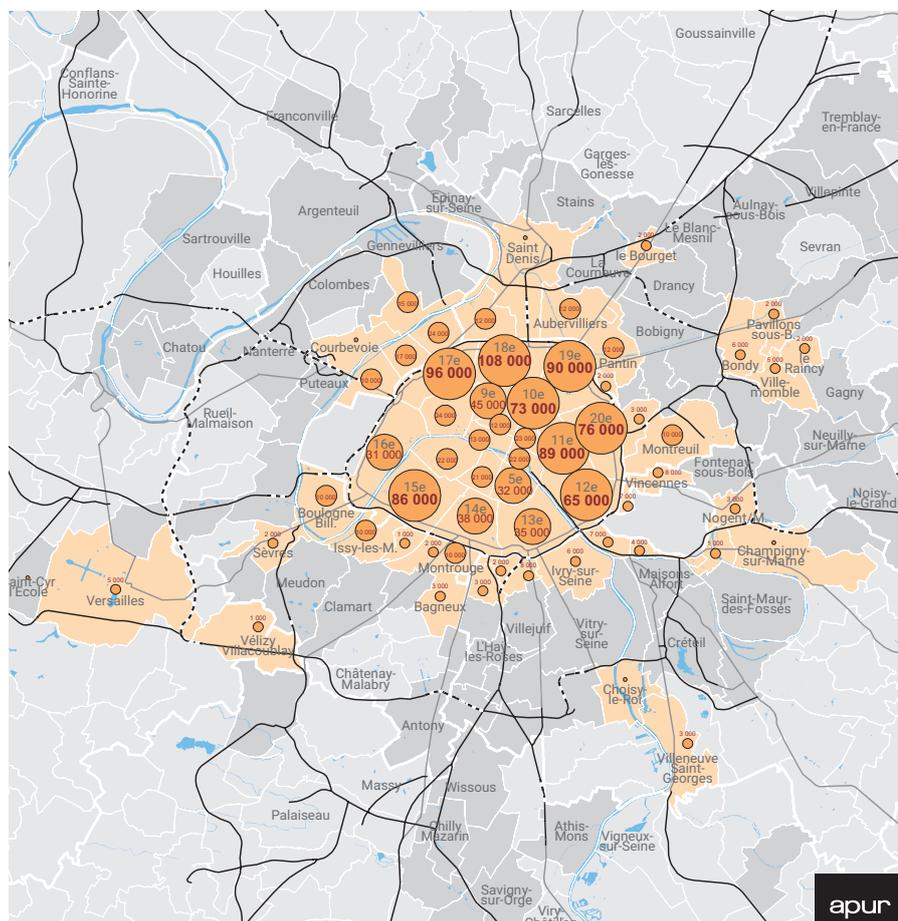
5 — Pascal, M., P. de Crouy Chanel, M. Corso, S. Medina, et al. Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique. Saint-Maurice, Santé publique France: 158. 2016a



1 300 000

habitants potentiellement exposés au-dessus des valeurs limites dont 1 000 000 dans Paris

Source : Airparif 2017



POPULATION POTENTIELLEMENT EXPOSÉE A LA POLLUTION (DIOXYDE D'AZOTE NO₂) - 2017

Nombre d'habitants potentiellement exposés à des niveaux de dioxyde d'azote au-dessus de la valeur limite annuelle (40 µg/m³)

- 50 000 et plus
- de 25 000 à 50 000
- de 10 000 à 25 000
- de 1 000 à 25 000
- faible population touchée

- dépassement des valeurs limites
- dépassement peu probable
- non dépassement des valeurs limites

- Autoroute, boulevard périphérique, voie rapide**
- en surface
 - souterrain
 - principale voie structurante

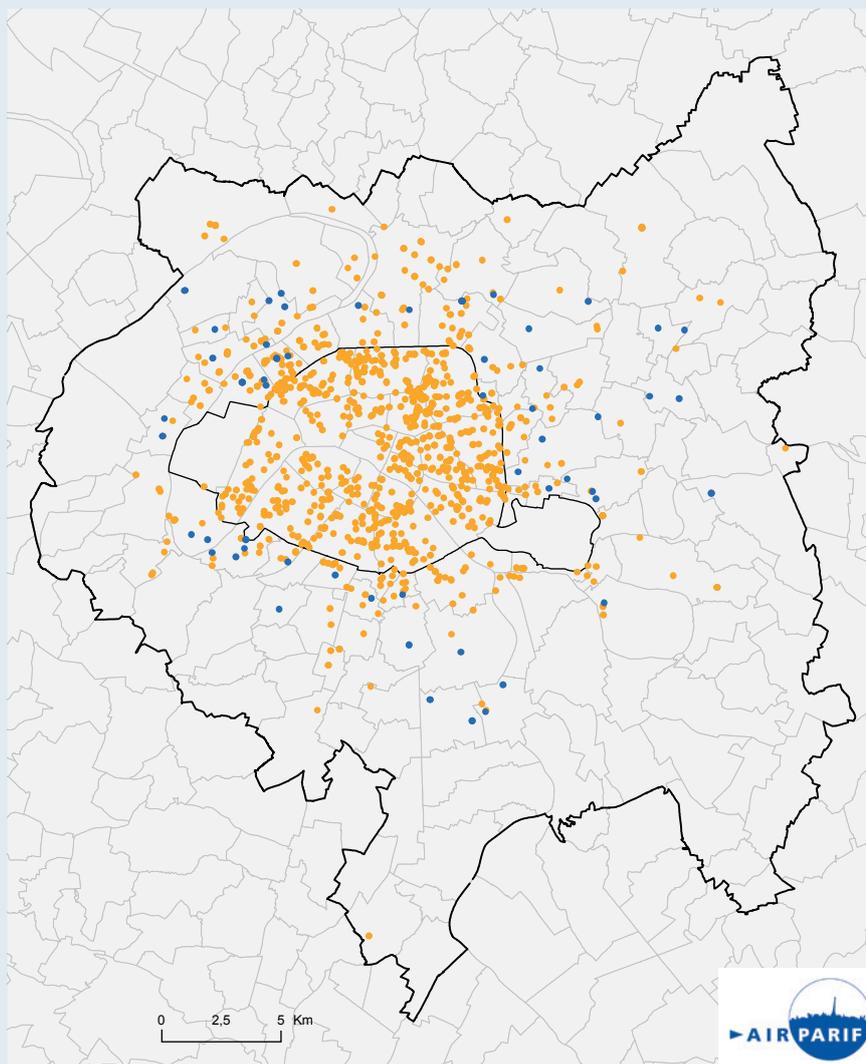
Source : Airparif - 2017

LES EFFETS SUR LA SANTÉ DES ZONES À FAIBLES ÉMISSIONS (ZFE)

« L'ORS Île-de-France, en partenariat avec Airparif et Santé publique France, a développé une méthode de quantification des bénéfices sanitaires attendus de la mise en œuvre d'une telle zone à Paris et sur un périmètre élargi à l'A86 (Host et al., 2018). Cette première évaluation a montré que la mise en œuvre d'une ZFE quel que soit le périmètre produirait des bénéfices sanitaires en matière de décès et pathologies chroniques. Par ailleurs, cette étude a souligné la pertinence d'un périmètre élargi. En effet, par rapport à une ZFE uniquement parisienne, une ZFE élargie permet d'amplifier les gains sanitaires. Ces derniers bénéficieraient à une plus large population ce qui, de plus, favoriserait une plus grande équité sociale. »

	Nombre de cas annuels potentiellement évitables	% de réduction
Décès chez les plus de 30 ans	20 [0; 60]	<0,1 % [0; 0,1]
Années de vie gagnées	7 050 [0; 19 140]	-
Nouveaux cas de cardiopathies ischémiques chez les 40-74 ans	10 [0; 20]	0,1 % [0; 0,3]
Nouveaux cas d'asthme chez les 0-17 ans	190 [50; 330]	0,2 % [0; 0,3]
Naissances à terme de faible poids	10 [0; 20]	0,3 % [0; 0,6]
Hospitalisations pour cardiopathie ischémique chez les 40-74 ans	20 [0; 50]	0,1 % [0; 0,3]
Recours aux urgences pour asthme chez les 0-17 ans	50 [10; 90]	0,2 % [0; 0,4]

Source : ORS Île-de-France



Source : Airparif

Les effets sur la santé sont d'autant plus importants que beaucoup d'établissements recevant des personnes « sensibles » sont soumis à un air de mauvaise qualité.

Ainsi, Airparif a cartographié ces 8 773 établissements recevant des enfants, des personnes âgées et des malades dans la Métropole du Grand Paris qui dépassent les valeurs limites en NO_2 . 13 % des ERP sont soumis à des dépassements de la valeur limite en NO_2 fixée en moyenne annuelle à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et la grande majorité se situe dans le périmètre de l'intra A86.

La mise en place en place de la ZFE métropolitaine au 1^{er} juillet permettrait de diminuer de 6 % le nombre d'ERP soumis à un dépassement, soit un gain de près de 70 établissements (en bleu sur la carte), situés pour l'essentiel hors Paris, dont 10 hors ZFE.

L'IMPACT DE LA ZFE CRIT'AIR 5 ET NON CLASSÉS SUR LES ERP SOUMIS À UN DÉPASSEMENT DE LA VALEUR LIMITE DE NO_2

- Les ERP dépassant les valeurs limites de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2
- Les ERP dont la concentration est inférieure aux valeurs limites grâce à la mise en place de la ZFE Crit'Air 5 et non classés (près de 70)

Les bénéfices de la diminution de la circulation et des vitesses en termes d'accidentologie

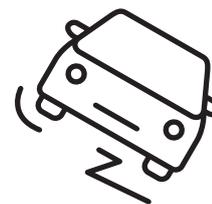
En 2015, on comptait près de 6000 accidents de la route à Paris, causant près de 7000 victimes (6687 victimes en 2017), dont 47 morts. Cette accidentologie est en baisse de plus de 30 % depuis 10 ans. Selon la Direction de la Voirie et des Déplacements, les piétons restent les principales victimes, avec un taux de gravité de 12,8 % en 2017, tandis que le « taux de gravité pour les conducteurs et les passagers de 4 roues (0,95 %) est très en deçà de celui de l'ensemble des accidents parisiens (9,9 %) ».

« En 2017, les piétons représentent 24 % du total des victimes, réparties comme suit : 14 % d'enfants, 56 % d'adultes et 30 % de personnes âgées. Les personnes âgées constituent la totalité des piétons tués ». (Bilan annuel des déplacements 2017, DVD Ville de Paris). La réduction de l'accidentologie à Paris liée au trafic routier reste donc un

enjeu important, en particulier pour les piétons.

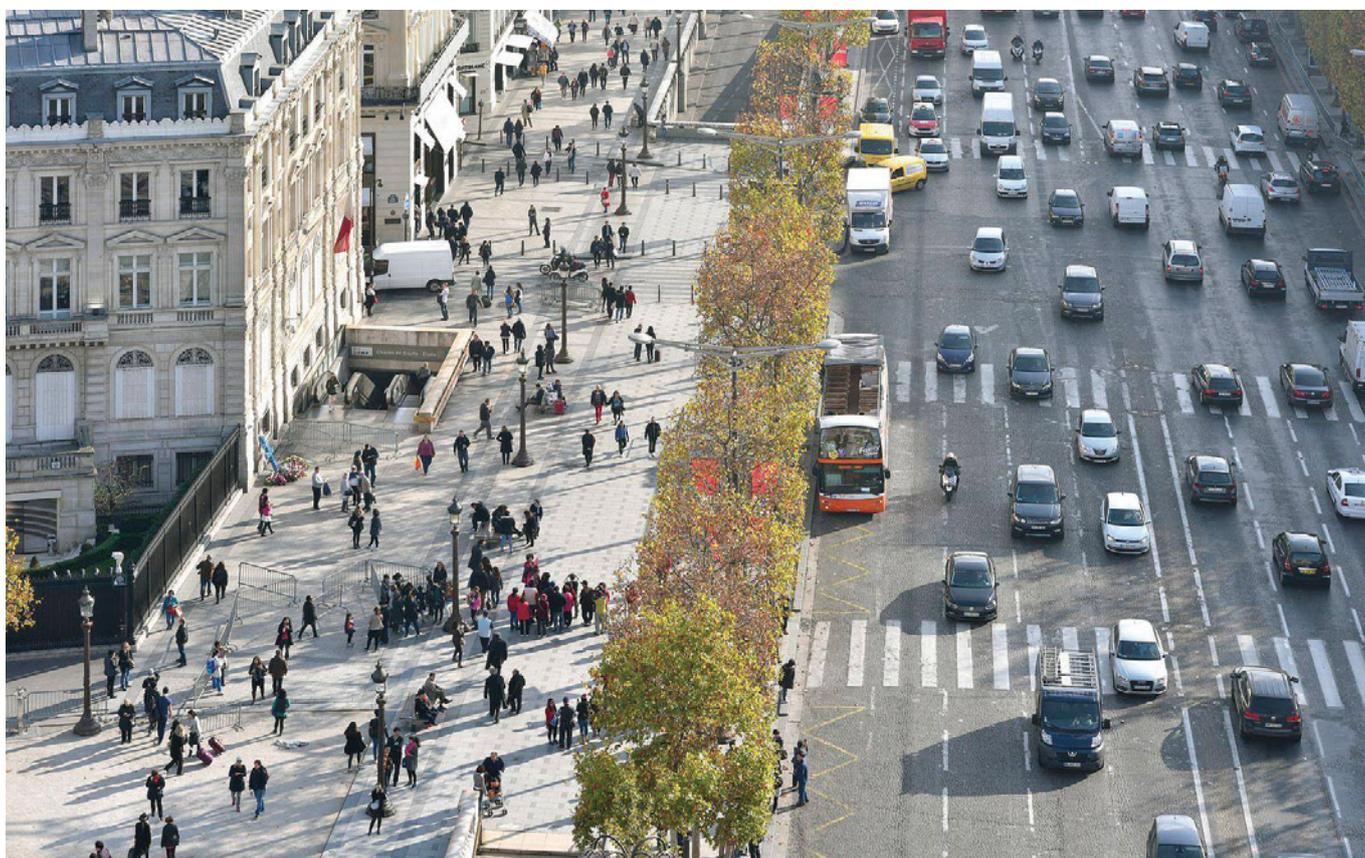
Le lien entre vitesse et accidentologie est une des raisons invoquées pour l'aménagement de zones 20 ou 30 en ville : des temps de freinage raccourcis, une conduite plus adaptée au milieu urbain, une attention augmentée de l'automobiliste avec une meilleure prise en compte des piétons et des cyclistes, en particulier des usagers les plus vulnérables que sont les personnes âgées et les enfants. Première ville à avoir généralisé en 2005 les zones 30 à l'ensemble de la ville - exception faite des grands axes départementaux-, Fontenay-aux Roses a ainsi constaté une diminution par 3 du nombre d'accidents de la route en dix ans.

L'un des objectifs du PDUIF est de réduire de 2 % les déplacements en voiture et en deux-roues motorisés entre 2010 et 2020. En supposant que cette diminution suive une tendance linéaire et que la relation entre le nombre de



- 30 %

d'accidentologie de la route à Paris depuis 10 ans



L'avenue des Champs-Élysées, vue depuis l'Arc de Triomphe

déplacements et le nombre d'accidents soit également linéaire, la réalisation de cet objectif pourrait conduire à une réduction de 1 % du nombre d'accidents entre 2015 et 2020. Cela équivaudrait à une réduction de 19 millions d'euros pour Paris des coûts annuels associés. *(La réduction de la circulation routière et ses bénéfices multiples, Rapport de la mission résilience AECOM-Ville de Paris, 2017)*

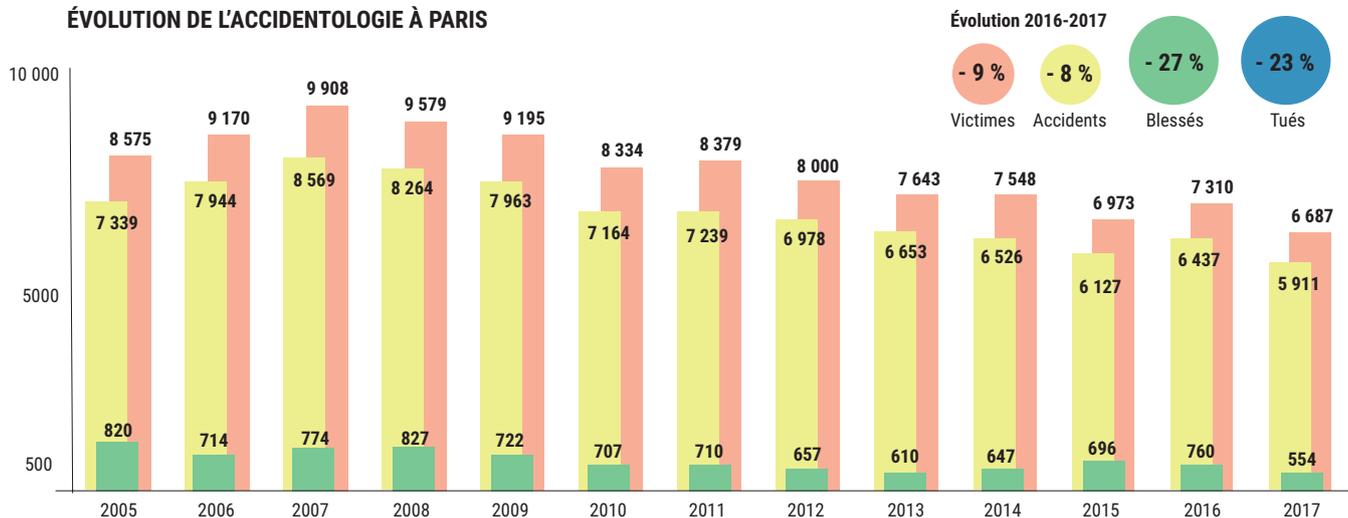
Si l'on s'attache au cas spécifique du boulevard Périphérique, 12 % au total des accidents y sont concentrés, alors qu'il représente plus de 35 à 40 % du trafic parisien. Emprunté par 1,1 million de véhicules chaque jour, le taux d'accidentologie est donc plutôt faible, avec en moyenne 19 événements par jour dont seulement 2 à 3 considérés comme significatifs. **La baisse de la limite de vitesse à 70 km/h en 2014 du périphérique s'est accompagnée dans le même temps d'une poursuite de la baisse de l'accidentologie, avec 18 % d'accidents en moins** (en moyenne 771 accidents par an entre 2010 et 2013, contre 634 entre 2014 et 2017).



La porte des Lilas et le boulevard périphérique

© Apur - David Bourreau

ÉVOLUTION DE L'ACCIDENTOLOGIE À PARIS



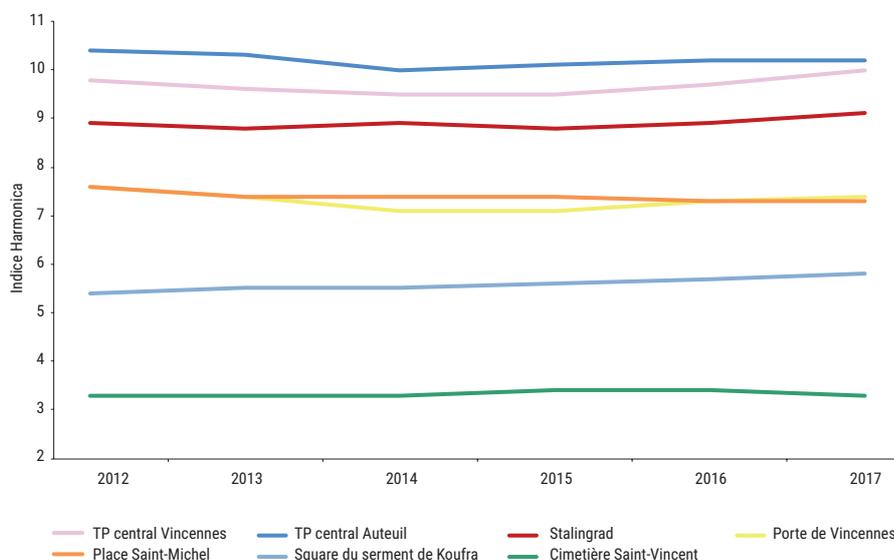
Source : Bilan des déplacements 2017, DVD

Les bénéfices de la diminution de la circulation et des vitesses en ville en termes de bruit

Concernant le bruit, le trafic routier constitue la principale source de bruit à Paris (231 000 personnes exposées au-dessus du seuil réglementaire de 68 dB(A)). Mais les effets dans Paris intra-muros de la diminution du trafic routier sont difficiles à évaluer, du fait de la densité du trafic routier et des vitesses peu élevées.

De fait, la baisse de vitesse a des effets surtout significatifs sur les bruits de roulement produits à des vitesses élevées.

ÉVOLUTION DE L'INDICE HARMONICA NOCTURNE SUR PLUSIEURS STATIONS



Source : Bilan des déplacements 2017, DVD

LA RÉDUCTION DE LA VITESSE ET LE BRUIT DU BD PÉRIPHÉRIQUE, AUJOURD'HUI ET DEMAIN

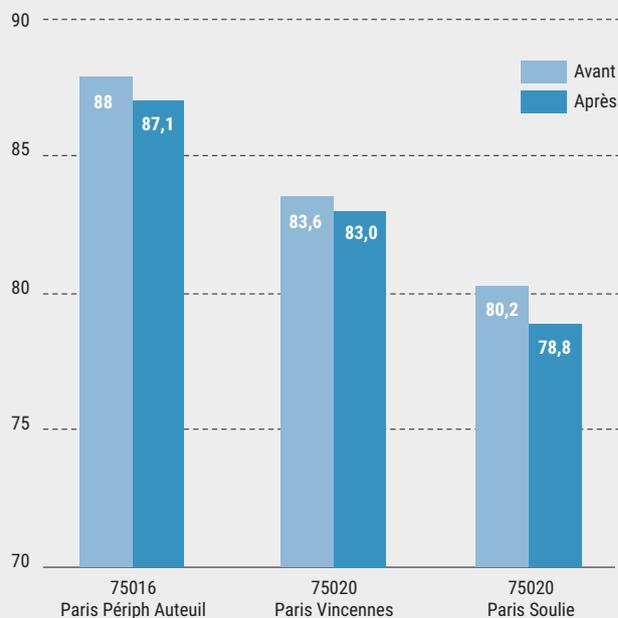
Le passage à 70 km/h sur le boulevard Périphérique a permis de diminuer les nuisances sonores pour les 100 000 riverains qui vivent aux abords, soumis à des niveaux de près de 80 dB en journée et de 70 dB la nuit.

Les relevés réalisés par BruitParif en 2014 montrent que le niveau du bruit routier a baissé de -1,2 dB(A) la nuit et de -0,5 dB(A) le jour, soit une baisse moyenne de -1 dB(A). Selon BruitParif, le passage à 50 km/h, envisagé par la MIE (Mission d'Information et d'Évaluation), aurait des effets en particulier importants la nuit.

« D'un point de vue théorique, une diminution de vitesse de 10 km/h conduit à une baisse du niveau sonore entre 1 et 1,5 dB(A) lorsque les vitesses initiales de circulation se situent dans la gamme 50-90 km/h. ».



COMPARAISON DES NIVEAUX DE BRUIT SELON L'INDICATEUR LDEN, EXPRIMÉS EN dB(A) SUR LES STATIONS DU PÉRIPHÉRIQUE AVANT ET APRÈS L'ENTRÉE EN VIGUEUR DE LA BAISSÉ DE LA VITESSE LIMITE



Source : BruitParif, Impact acoustique de la baisse de la vitesse limite de circulation sur le boulevard périphérique, 2014

Les liens entre vitesse et pollution atmosphérique en ville

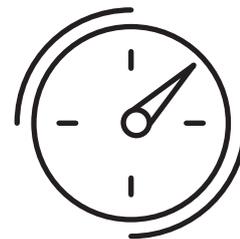
La vitesse moyenne des véhicules à Paris a évolué à la baisse à Paris entre 2002 et 2017, atteignant 14 km/h dans Paris en 2017 contre 17 km/h en 2002 en journée, et 35 km/h sur le boulevard périphérique en 2017 contre 41 km/h en 2002. Selon les études faisant le lien entre vitesse et émissions polluantes, ces vitesses impliquent des émissions polluantes importantes de la part des véhicules thermiques, en particulier pour les véhicules particuliers de grosses cylindrées et les poids lourds.

Les liens entre émissions polluantes et vitesses amènent à un constat partagé par un certain nombre d'acteurs sur l'inadéquation du parc automobile actuel et de la conduite en ville : en termes de surface occupée (en stationnement ou en circulation avec un taux d'occupation de 1,02 personne par véhicule aux heures de pointe), d'émissions polluantes, mais aussi d'accidentologie (poids et réactivité du véhicule). Il s'agit de « véhicules inadaptés à la conduite urbaine : trop lourds, trop puissants, trop polluants et inadaptés

aux situations de conduite urbaine » (source : <https://ville30.org/le-concept-de-ville-30/ville-30-et-pollution-de-lair/>).

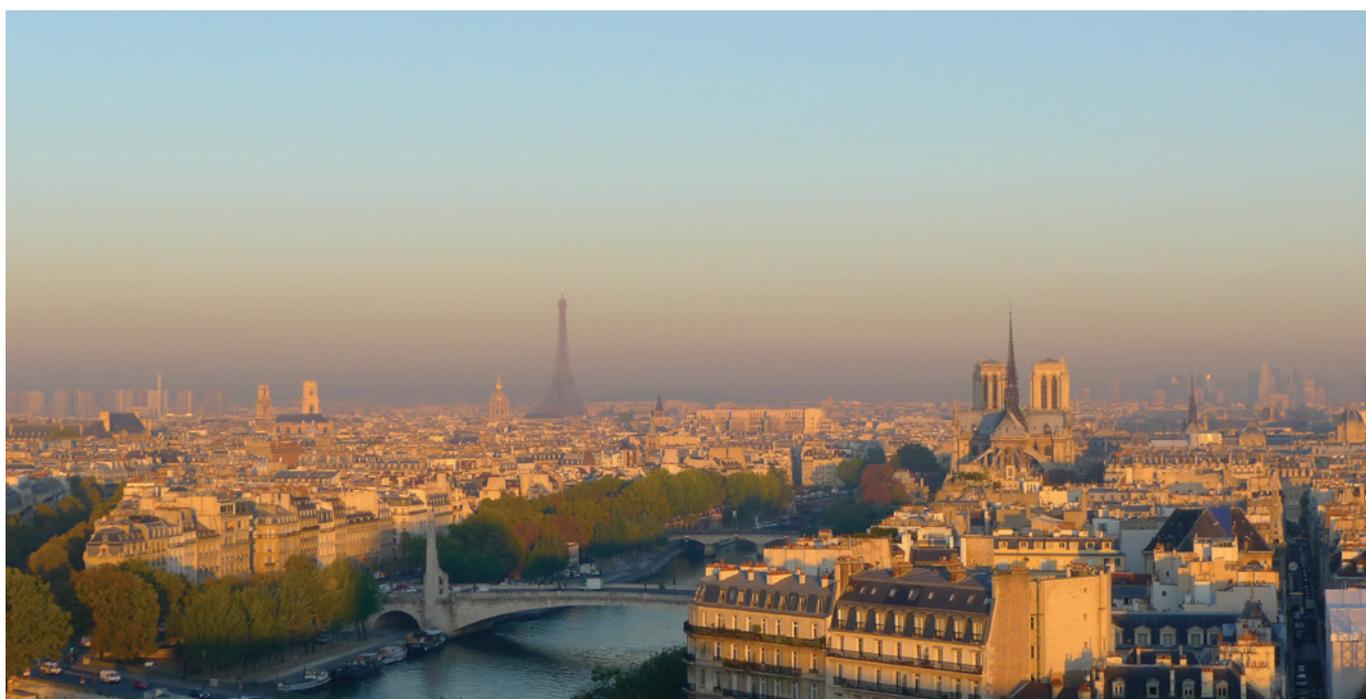
De fait, la majorité du parc automobile est composée de voitures à moteur thermique de type familial, berline ou SUV, conçues davantage pour parcourir des grandes distances à grande vitesse. La flotte de petits véhicules urbains, type « citadines », reste marginale et plutôt réservée aux secondes voitures ; or les ménages parisiens disposent peu de seconde voiture (seulement 4,4 % des parisiens ont deux voitures ou plus, INSEE 2015).

Dans le cadre d'une politique d'apaisement et de revitalisation des centres-villes, une grande majorité de villes du cœur d'agglomération aménagent des zones 30 et des dispositifs d'apaisement de la circulation sur leur territoire. Afin d'éviter des effets négatifs sur la qualité de l'air, cet apaisement de la vitesse nécessite dans le même temps de développer une flotte de véhicules plus adaptés au milieu urbain, moins polluants, ainsi que des services de véhicules partagés fonctionnant à l'électrique ou aux énergies propres.



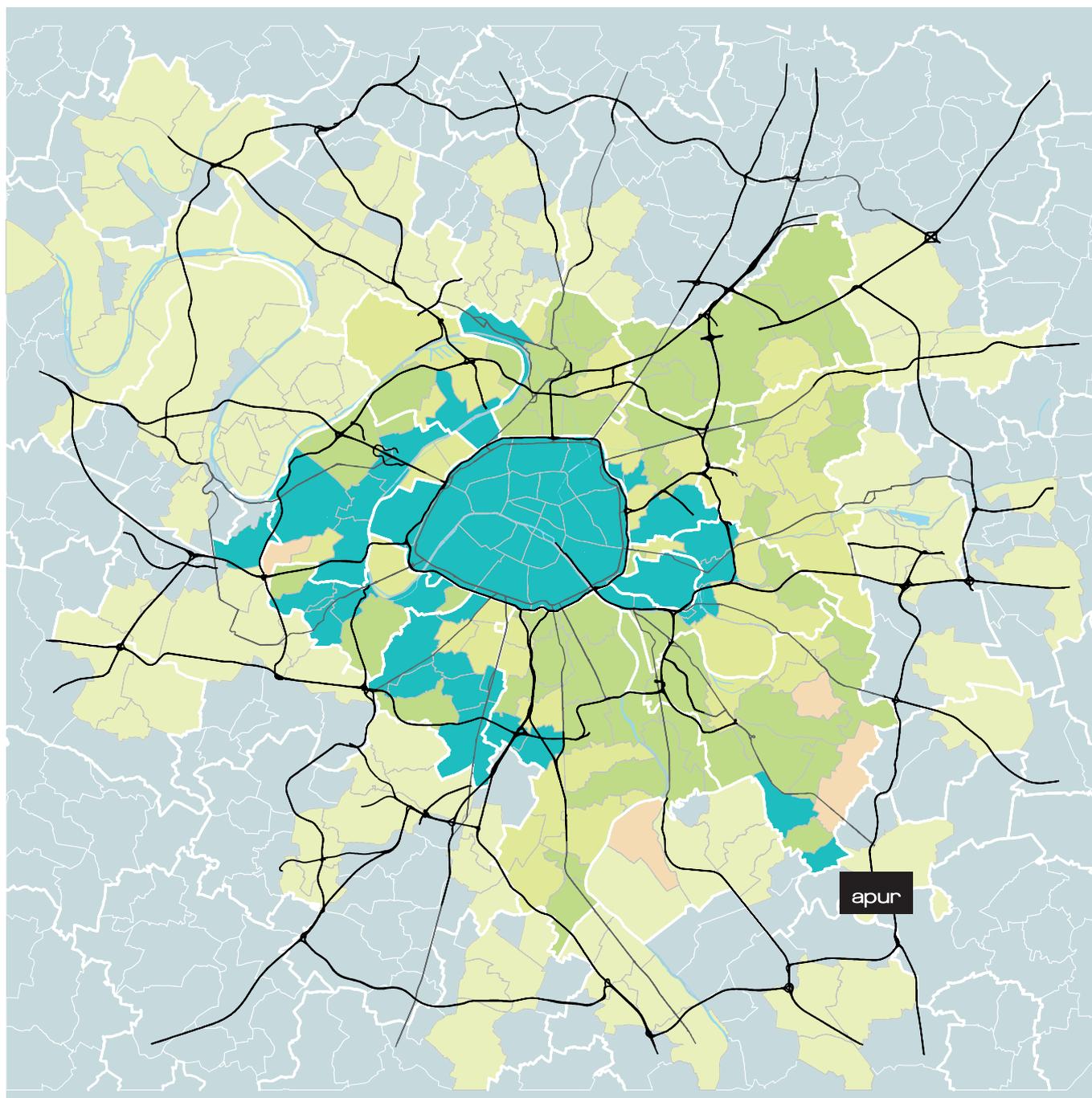
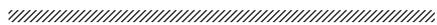
35 km/h

Vitesse moyenne des véhicules à Paris sur le boulevard périphérique en 2017 (vs 41 km/h en 2002)



Nuage de pollution à Paris

**LES ZONES À VITESSE LIMITÉE À 30 KM/H OU 20 KM/H
DANS LES COMMUNES DE PLUS DE 10 000 HABITANTS**



Métropole du Grand Paris

- Zone 20/30 dans la majorité des rues
- Zone 20/30 dans le centre-ville et certains quartiers
- Zone 20/30 dans quelques rues

Île-de-France (hors Métropole du Grand Paris)

- Zone 20/30 dans la majorité des rues
- Communes ayant au moins une zone 20/30
- Communes ne possédant pas de zone 20/30
- Information non disponible, commune de moins de 10 000 hab

Consultation internationale

- Autoroute, bvd périphérique et voie rapide
- Route nationale, ancienne route nationale et voie majeure départementale

Source : Île-de-France Mobilités : IdF hors MGP, 2015
APUR : MGP, 2018
BD TOPO© IGN



© Apur – David Boureau

Le boulevard périphérique, porte de la Chapelle

En conclusion, les différentes études scientifiques ont établi un lien entre l'amélioration de la qualité de l'air et la diminution du trafic routier.

L'amélioration technologique de la motorisation des véhicules est certes indispensable et contribue à la baisse des émissions notamment de NO_x et PM, dues au transport routier en Île-de-France. Les mises en place d'une zone à faibles émissions et aussi de façon plus exceptionnelle les opérations de circulation différenciée (en cas de pic de pollution), Journée sans voiture ou Paris respire font ressortir des bienfaits notoires.

Compte tenu du rôle de l'abrasion des routes, des pneus et des freins dans les émissions de PM₁₀ notamment, la diminution du trafic routier, d'ailleurs inscrite

dans le Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France doit rester un objectif prioritaire au bénéfice du développement d'autres modes de déplacements alternatifs.

Par ailleurs, il est essentiel, d'une part, de poursuivre les travaux de recherche sur l'impact des mesures de restriction de la circulation et, d'autre part, de continuer les évolutions du parc automobile et deux-roues motorisés en lien avec les constructeurs (notamment l'adaptation des émissions de véhicules urbains en fonction des vitesses en ville).

Il ressort également l'impact très bénéfique de la limitation de la circulation automobile sur la santé, l'accidentologie, l'environnement, le bruit et ainsi plus largement sur la qualité de vie.

Directrice de la publication : **Dominique ALBA**

Directrice de la rédaction : **Patricia PELLOUX**

Note réalisée par : **Florence HANAPPE, Michèle-Angélique NICOL, Patricia PELLOUX**

Avec la Ville de Paris-DVD

Et l'appui d'Airparif

Photos et illustrations : **Apur sauf mention contraire**

Mise en page : **Apur**

www.apur.org

L'Apur, Atelier parisien d'urbanisme, est une association loi 1901 qui réunit autour de ses membres fondateurs, la Ville de Paris et l'État, les acteurs de la Métropole du Grand Paris. Ses partenaires sont :

