



Bilan de la qualité de l'air Année 2020

PARTIE 1 : BILAN ANNÉE 2020



SURVEILLANCE ET INFORMATION SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN ÎLE-DE-FRANCE

BILAN ANNÉE 2020

PARTIE 1

Conformément à [l'arrêté du 19 avril 2017 relatif au dispositif de surveillance de la qualité de l'air ambiant](#), le présent rapport décrit et commente les données de qualité de l'air de l'année 2019 en Île-de-France pour l'ensemble des polluants réglementés et les tendances observées sur le moyen et long terme. Les données sont comparées aux normes et recommandations de qualité de l'air en vigueur.

Les données statistiques relatives aux mesures de polluants, les cartes annuelles de pollution sont rendues publiques sous licence OdbL et librement accessibles depuis le site internet d'Airparif, son portail open-data et le site data.gouv.fr. Airparif ne peut en aucune façon être tenue pour responsable des interprétations, travaux intellectuels ou de toute publication utilisant ses données et ses rapports, pour lesquels Airparif n'aurait pas donné son accord préalable.

Toutes les données et informations météorologiques intégrées au présent rapport ont été fournies par la Direction Interrégionale Île-de-France Centre (DIRIC) de Météo-France ou sont disponibles sur le site www.meteofrance.com.

Ce rapport est complété par le rapport « Partie 2 - Evaluation de l'impact des restrictions d'activité liées à la pandémie de COVID-19 sur la qualité de l'air en Ile-de-France ».

Pour nous contacter

AIRPARIF - Observatoire 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

SOMMAIRE

I. POLLUTION CHRONIQUE : LA QUALITÉ DE L'AIR PAR POLLUANT EN 2020 10

SITUATION DE L'ÎLE-DE-FRANCE PAR RAPPORT AUX NORMES ET RECOMMANDATIONS DE QUALITÉ DE L'AIR POUR LES DIFFÉRENTS POLLUANTS RÉGLEMENTÉS 11

POLLUANTS DÉPASSANT LES NORMES ET RECOMMANDATIONS DE QUALITÉ DE L'AIR DE FAÇON RÉCURRENTÉ 12

DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) 13

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 13

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE 17

RECORDS HISTORIQUES 19

PARTICULES PM₁₀ 22

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 22

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE 27

RECORDS HISTORIQUES 29

PARTICULES PM_{2,5} 30

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 30

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE 32

RECORDS HISTORIQUES 33

VERS UNE CONNAISSANCE APPROFONDIE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PARTICULES 34

MESURE DU CARBONE SUIE 35

LA MESURE HISTORIQUE : LA MÉTHODE DES FUMÉES NOIRES 35

MESURE DU CARBONE SUIE PAR AETHALOMÈTRE 36

LES PARTICULES ULTRA-FINES 39

OZONE (O₃) 42

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 42

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ 46

RECORDS HISTORIQUES 49

BENZÈNE (C₆H₆) 51

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 51

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE 53

AUTRES HYDROCARBURES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES (HAM) 55

POLLUANTS NE DÉPASSANT PAS LES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR 56

BENZO(A)PYRÈNE 56

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 56

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME 57

AUTRES HAP 60

MÉTAUX : PLOMB, ARSENIC, CADMIUM ET NICKEL 62

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION ET ÉVOLUTION SUR LE LONG TERME 62

MONOXYDE DE CARBONE 65

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 65

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME 66

RECORDS HISTORIQUES 66

DIOXYDE DE SOUFRE 67

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION 67

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME 68

RECORDS HISTORIQUES 68

LES ALDÉHYDES 69

AUTRES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS PRÉCURSEURS DE L'OZONE 70

II. ÉPISODES DE POLLUTION	71
PROCEDURE D'INFORMATION ET D'ALERTE REGIONALE	71
RETOUR SUR LES EPISODES DE POLLUTION A L'OZONE (O ₃) D'AOUT 2020	74
INDICE DE QUALITE DE L'AIR REGLEMENTAIRE ATMO	75
INDICES DE QUALITE DE L'AIR EUROPEENS CITEAIR	77
III. BILAN MÉTÉOROLOGIQUE 2020 EN ÎLE-DE-FRANCE.....	78
ANNEXES	80
ANNEXE 1 : LEGISLATION RELATIVE A LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT APPLICABLE EN 2020	80
ANNEXE 2 : SUPERFICIE ET KILOMETRAGES CUMULES DE VOIES ROUTIERES CONCERNES PAR UN DEPASSEMENT DES SEUILS REGLEMENTAIRES EN ÎLE-DE-FRANCE ENTRE 2010 ET 2020	84
PARTICULES PM ₁₀	84
DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	85
ANNEXE 3 : DEFINITION DE LA ZONE SENSIBLE (ZAS) EN ÎLE-DE-FRANCE	86
RÉFÉRENCES.....	90
TABLE DES FIGURES	92

2020 : UNE QUALITE DE L'AIR QUI CONTINUE DE S'AMELIORER

L'année 2020 a été une année très particulière, du fait de la crise sanitaire liée à la Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont entraîné une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps. En 2020, une baisse de la pollution a été constatée par rapport à 2019. Elle est toutefois liée à différents paramètres : à la fois une baisse tendancielle depuis plusieurs années du fait des mesures de réduction engagées tant localement qu'au niveau national et européen, à laquelle s'ajoute un impact conjoncturel des mesures de restrictions de certaines activités mises en place à cause de la pandémie, et un rôle plus ou moins dispersif de la météo. [La deuxième partie de ce rapport est consacrée à l'évaluation spécifique de l'impact de la crise sanitaire sur les niveaux de pollution enregistrés en 2020.](#)

Pour le bilan annuel de 2020, en termes de pollution chronique : à l'exception de l'ozone, les niveaux de pollution pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules (PM₁₀, PM_{2.5}) sont en forte baisse. Une baisse notable de la population exposée à des dépassements de la valeur limite pour le NO₂ est observée, des axes routiers majeurs étant passés sous ce seuil. Malgré cette amélioration, les concentrations de particules PM₁₀ et de dioxyde d'azote en Île-de-France restent malgré tout problématiques, avec des dépassements récurrents des valeurs limites réglementaires.

La diminution des niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) dans l'agglomération parisienne se poursuit en 2020. Ceci est cohérent avec la baisse des émissions franciliennes d'oxydes d'azote (trafic routier, industries, chauffage). À proximité du trafic routier, si sur les axes les plus chargés (Boulevard Périphérique, Autoroute A1, ...) les niveaux moyens en NO₂ sont toujours largement supérieurs à la valeur limite annuelle (fixée à 40 µg/m³), **des axes routiers moins fréquentés passent sous ce seuil. En 2020, moins de 100 000 Franciliens, soit moins de 1 % de la population régionale, sont potentiellement exposés au dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂.**

Malgré la baisse tendancielle de ces dernières années, les valeurs limites journalières et annuelles pour les particules PM₁₀ sont toujours dépassées à proximité du trafic routier, sur certains axes de circulation majeurs. En 2020, **moins de 1 % des habitants situés dans l'agglomération parisienne et résidant au voisinage des grands axes de circulation sont potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM₁₀** (35 jours maximum supérieurs à 50 µg/m³). En revanche, **près de la moitié des Franciliens sont exposés à un dépassement des recommandations de l'OMS** (3 jours maximum supérieurs à 50 µg/m³).

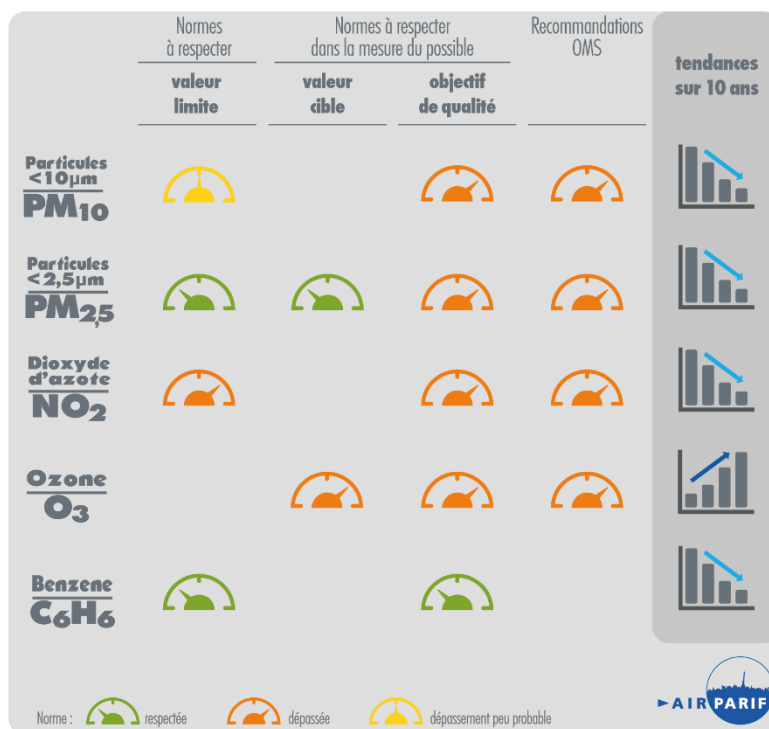
Pour les particules fines PM_{2.5}, la valeur limite et la valeur cible sont respectées. En revanche, **les niveaux moyens annuels sont toujours largement supérieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). En 2020, la quasi-totalité des Franciliens sont concernés par un dépassement des recommandations de l'OMS** (3 jours maximum supérieurs à 25 µg/m³).

Pour l'ozone (O₃), l'objectif de qualité relatif à la protection de la santé est dépassé en tout point de la région en 2020 (seuil de 120 µg/m³ sur une période de 8 heures, à ne pas dépasser dans l'année). **C'est également le cas du seuil recommandé par l'OMS** (100 µg/m³ à ne pas dépasser sur une période de 8 heures). L'intensité de ces dépassements est très dépendante des conditions météorologiques estivales, notamment de la température et de l'ensoleillement. **L'ozone est le seul polluant pour lequel les tendances annuelles ne présentent pas d'amélioration.**

Après une longue période de forte baisse amorcée à la fin des années 1990, les niveaux de **benzène** continuent de diminuer lentement sur l'ensemble de la région (tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier). La valeur limite annuelle (fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est respectée en tout point de l'Île-de-France. Toutefois, il peut exister un risque faible et ponctuel de dépassement de l'objectif annuel de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Cependant, **aucun Francilien situé dans l'agglomération parisienne et habitant au voisinage du trafic routier, n'est concerné par le dépassement de ce seuil.**

La Figure ci-dessous résume les tendances et la situation de l'année 2020 vis-à-vis des normes réglementaires et des recommandations de l'OMS.

L'année 2020 étant particulièrement atypique, les tendances présentées dans ce bilan s'appuient sur les concentrations de la période 2009-2019.



Le nombre d'épisodes de pollution est en légère baisse par rapport à l'année 2019. Cinq dépassements du seuil d'information pour les particules PM₁₀ ont été enregistrés en période hivernale et neuf journées de dépassement du seuil d'information en ozone (O₃) lors de la période estivale.

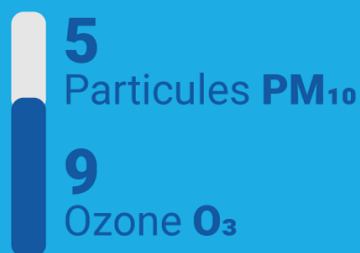
En complément de ce bilan 2020, la deuxième partie de ce rapport présente les estimations de l'impact des restrictions d'activité liées à la pandémie lors de 3 phases différentes de confinement/déconfinement : confinement strict du 17 mars au 11 mai 2020, déconfinement progressif du 11 mai au 5 juillet 2020 et reconfinement du 30 octobre au 15 décembre 2020. Puis, une estimation de l'impact de ces événements sur la qualité de l'air moyenne observée en 2020 est réalisée, avec une évaluation de ce qu'aurait été la qualité de l'air s'il n'y avait pas eu la pandémie de Covid-19.

BILAN ANNÉE 2020

LA QUALITÉ DE L'AIR EN QUELQUES CHIFFRES



14 JOURS
D'ÉPISODES



DÉPASSEMENT DES VALEURS LIMITES

RÉGLEMENTAIRES en % de la population exposée



DÉPASSEMENT DES RECOMMANDATIONS

DE L'OMS en % des Franciliens exposés



I. POLLUTION CHRONIQUE :

LA QUALITÉ DE L'AIR PAR POLLUANT EN 2020

La qualité de l'air dépend majoritairement de l'intensité des émissions polluantes, ainsi que de la météorologie qui conditionne notamment la dispersion ou l'accumulation des polluants dans l'atmosphère.

Vent et pluie favorisent la dispersion, le brassage et le lessivage des polluants. En revanche, les situations anticycloniques persistantes, accompagnées d'une absence de vent au sol et de situations d'inversion de température entraînent une accumulation progressive des polluants émis en Île-de-France.

Le contexte météorologique peut également influencer les émissions, notamment celles liées au chauffage. En effet, les températures basses entraînent un recours plus important au chauffage, et engendrent par conséquent des émissions plus importantes. À l'inverse, un hiver doux réduira les émissions de polluants.

Les conditions météorologiques peuvent également placer l'Île-de-France sous l'influence d'une pollution en provenance des pays et des régions limitrophes. Les vents amènent alors des masses d'air chargées en particules et en précurseurs.

Les régimes continentaux sont fréquemment associés à des conditions météorologiques favorables à la formation de particules secondaires (en particulier le nitrate d'ammonium) sur de larges zones géographiques. Dans ces conditions, la contribution des émissions franciliennes à la pollution est variable et l'Île-de-France contribue alors également aux concentrations observées dans les régions limitrophes.

Les variations météorologiques interannuelles induisent donc une variation des teneurs des polluants. **Les tendances sur plusieurs années reflètent en revanche davantage l'évolution des émissions et l'effet des politiques publiques.** Dans la plupart des cas, des tendances basées sur des moyennes glissantes sur 3 années permettent de réduire l'impact des variations météorologiques d'une année sur l'autre et de dégager des tendances en lien avec les émissions. L'année 2020 étant particulièrement atypique, les tendances présentées dans ce bilan s'appuient sur les concentrations de la période 2009-2019.

Selon les références françaises et européennes, une distinction est faite entre **les situations de fond (exposition minimale de la population¹**, loin des sources directes et représentant le niveau de pollution général d'un secteur géographique) **et les situations de proximité (exposition maximale de la population**, notamment près du trafic routier ou de sources d'émissions ponctuelles comme les industries).

¹ À l'exception de l'exposition à l'ozone

SITUATION DE L'ÎLE-DE-FRANCE PAR RAPPORT AUX NORMES ET RECOMMANDATIONS DE QUALITÉ DE L'AIR POUR LES DIFFÉRENTS POLLUANTS RÉGLEMENTÉS

La Figure 1 indique si, en 2020, les normes et recommandations de qualité de l'air (valeur limite, valeur cible et objectif de qualité) sont respectées ou dépassées en Île-de-France pour les différents polluants réglementés. Les détails sont présentés pour chaque polluant dans les paragraphes suivants.



Figure 1 : situation des différents polluants réglementés par rapport aux normes et recommandations de qualité de l'air en Île-de-France en 2020

Les définitions des seuils réglementaires (valeur limite, valeur cible, objectif de qualité) et des recommandations OMS, ainsi que le détail de l'ensemble des normes de qualité de l'air européennes et françaises applicables en 2020 sont présentés dans l'Annexe 1.

POLLUANTS DÉPASSANT LES NORMES ET RECOMMANDATIONS DE QUALITÉ DE L'AIR DE FAÇON RÉCURRENTÉ

Dioxyde d'azote NO₂

Le dioxyde d'azote est un **polluant indicateur des activités de combustion, notamment le trafic routier**. Les **émissions directes ou « primaires » d'oxydes d'azote (NOx) sont dues en grande majorité au trafic routier et au secteur résidentiel et tertiaire**.

Il est également produit dans l'atmosphère à partir des émissions de monoxyde d'azote (NO), sous l'effet de leur transformation chimique en NO₂ (polluant « secondaire »). Les processus de formation du NO₂ sont étroitement liés à la présence d'ozone et d'autres oxydants dans l'air.



SANTÉ

Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO₂. Une diminution de la fonction pulmonaire est également associée aux concentrations actuellement mesurées dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord. À des concentrations dépassant 200 µg/m³, sur de courtes durées, c'est **un gaz toxique entraînant une inflammation importante des voies respiratoires**.



ENVIRONNEMENT

Ce gaz participe au phénomène des pluies acides, qui appauvrissent les milieux naturels et contribue à la formation de l'ozone troposphérique. Les NOx sont des précurseurs de l'ozone et participent à la chimie des particules.



TENDANCES*



* Tendance sur 10 ans



NORMES FRANÇAISES ET RECOMMANDATIONS OMS

Valeur limite horaire	Valeur limite annuelle	Objectif de qualité	Recommandation OMS
200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Respectée	Dépassée	Dépassé	Dépassée

Une situation toujours préoccupante en 2020, avec encore un fort contraste selon les endroits en Île-de-France. En comparaison à l'année précédente, les niveaux moyens annuels en NO₂ ont à nouveau baissé, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Cette baisse est en partie due aux confinements et aux restrictions d'activités liées à la crise sanitaire qui ont fait diminuer le trafic et donc les émissions de NO₂, mais également à la baisse tendancielle des niveaux et à une météo particulièrement favorable à la dispersion des polluants en période hivernale. Dans la continuité de l'année 2019, le nombre d'axes parisiens et régionaux qui enregistrent des concentrations moyennes annuelles supérieures aux seuils réglementaires est en diminution, entraînant ainsi une baisse notable du nombre de Franciliens potentiellement exposés à ces dépassements.

DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

La Figure 2 illustre les teneurs moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO₂) en Île-de-France en 2020, avec un zoom pour Paris et la petite couronne.

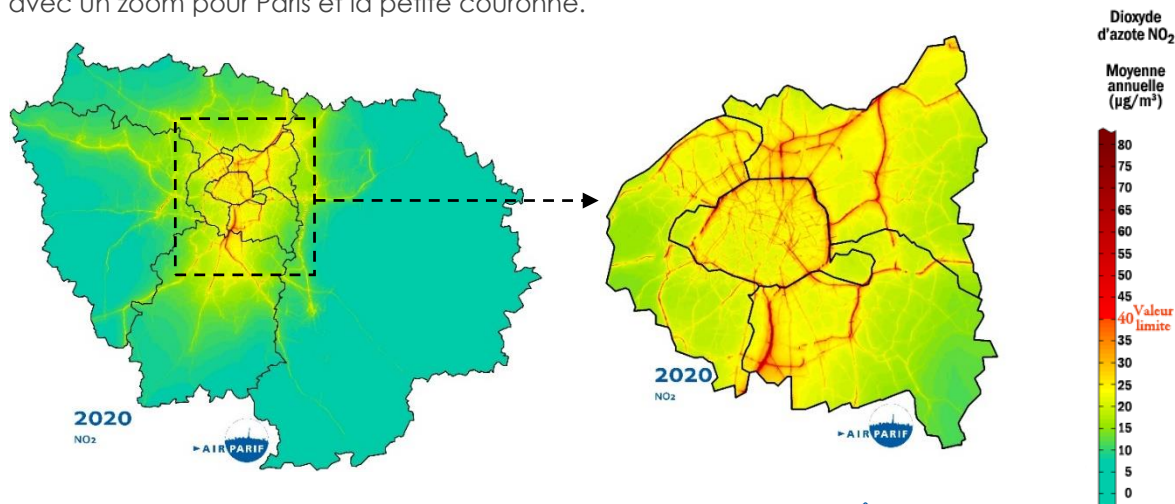


Figure 2 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO₂) en 2020 en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne

En situation de fond, il existe **un gradient important** entre le centre de l'agglomération parisienne et les zones rurales franciliennes. Alors que les niveaux moyens annuels dans l'agglomération peuvent atteindre 25 µg/m³ (station de fond urbain Paris 18^{ème}) (Figure 3), le niveau de fond régional moyen est plutôt compris entre 4 et 6 µg/m³ en 2020.

Depuis 2015, la valeur limite annuelle (40 µg/m³ en moyenne) est respectée en situation de fond.

Les concentrations en NO₂ les plus importantes sont relevées dans l'agglomération parisienne et au voisinage des grands axes de circulation (autoroutes, routes nationales et importantes voies départementales). Dans Paris, les arrondissements au nord de la Seine sont globalement plus pollués qu'au sud ; le réseau routier y étant plus dense et constitué d'axes de plus grande importance.

Au voisinage de certains axes routiers, les niveaux de NO₂ peuvent être plus de deux fois supérieurs à ceux relevés hors influence directe de ces voies (en situation de fond) **et toujours largement supérieur au seuil de la valeur limite annuelle**. En 2020, ce seuil est ainsi dépassé sur environ 500 km de voirie (Cf. Annexe 4), soit environ 5 % du réseau francilien modélisé par Airparif (environ 11 000 kilomètres, comprenant notamment les principaux axes régionaux). **Ces axes sont principalement situés dans l'agglomération parisienne.**

Entre 2019 et 2020, une importante baisse des niveaux en NO₂ est observée, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Dans Paris, les concentrations moyennes annuelles de NO₂ en situation de fond ont diminué d'environ 30 %, dont 20 % sont attribuables à la baisse des émissions liées à la crise sanitaire, et 10 % sont dus aux évolutions tendanciennes (renouvellement du parc roulant et baisse du trafic routier) et à l'influence des conditions météorologiques particulièrement dispersives, notamment en période hivernale, lorsque les concentrations en NO₂ sont habituellement maximales. En petite couronne, les concentrations moyennes annuelles ont diminué d'environ 20 %, dont 10 % sont attribuables à la baisse des émissions liées à la crise sanitaire et 10 % aux évolutions tendanciennes et à l'influence des conditions météorologiques. En grande couronne, l'impact du COVID est négligeable.

Les stations de proximité au trafic routier (illustrées en bleu foncé sur la Figure 3) ont des moyennes annuelles très variables d'un site à un autre. En effet, elles reflètent un large éventail de concentrations rencontrées en bordure des principaux axes routiers. Ces résultats illustrent les **différences de conditions de circulation** (flux de véhicules, vitesse, composition du parc roulant) **et de topographie** qui conditionnent la capacité à disperser plus ou moins facilement les polluants émis, mais aussi des **différences de niveaux de fond**.

Pour les sites où le trafic est très important (comme les autoroutes, les rocade et le Boulevard Périphérique parisien), le nombre élevé de véhicules et la vitesse de circulation engendrent de fortes émissions d'oxydes d'azote (NO_x). C'est également le cas des sites localisés dans Paris Intra-muros, où la circulation est dense et les conditions locales de dispersion sont moins favorables du fait de l'encaissement des rues (Rue de Rivoli, par exemple). Cependant, en 2020, les concentrations ont fortement baissé sur les stations trafic du fait notamment de la réduction du trafic routier due à la crise sanitaire du COVID-19. **Cette baisse des concentrations est particulièrement marquée dans Paris, là où le trafic a le plus diminué sur l'année. C'est ce qui explique que de nombreuses stations trafic parisiennes, habituellement parmi les stations les plus fortes du réseau, figurent cette année parmi les stations les plus faibles.**

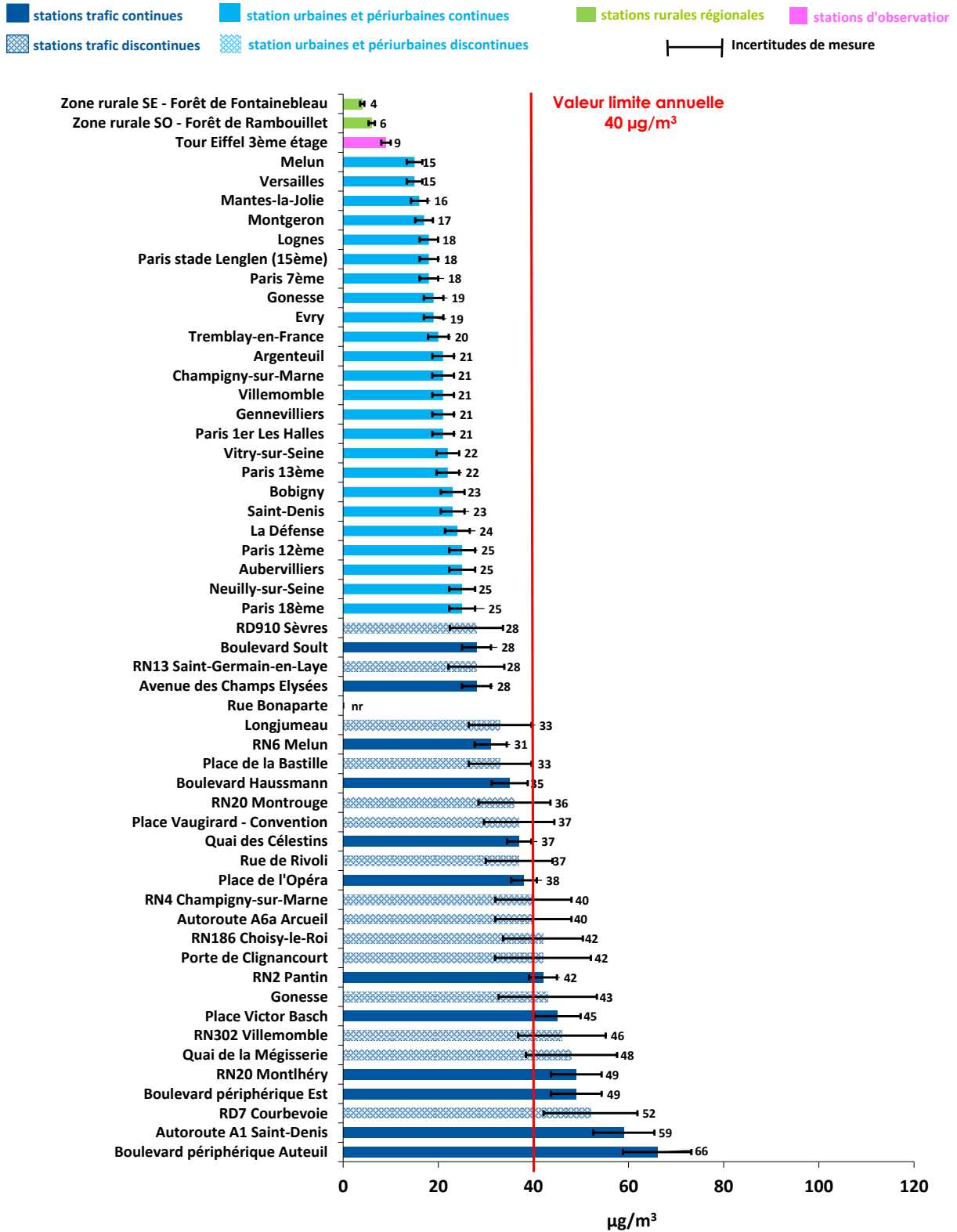
La station de mesure implantée en bordure du Boulevard Périphérique intérieur (BP Est), entre la Porte de Saint-Mandé et la Porte Dorée, est sensiblement plus faible que la station de la Porte d'Auteuil (49 µg/m³ contre 66 µg/m³ en moyenne annuelle), du fait d'une distance un peu plus importante par rapport à la voie de circulation et d'une configuration dans un environnement ouvert plus favorable à la dispersion des polluants .

Pour les axes de plus faible débit de circulation, ou ceux présentant des conditions de dispersion plus favorables (comme le Quai des Célestins ou encore l'Avenue des Champs-Élysées), les niveaux moyens annuels restent 1,5 fois supérieurs au fond environnant. **L'année 2020 est la seconde année consécutive au cours de laquelle certains sites trafic parisiens et régionaux enregistrent des concentrations moyennes annuelles inférieures aux seuils réglementaires.**

Le site du Boulevard Sault est le site parisien le plus faible, avec 28 µg/m³ en moyenne annuelle. Le Boulevard est séparé en deux par une voie de tram qui permet une dilution plus importante des émissions générées par l'ensemble de l'axe routier. De plus, la station implantée en façade d'immeuble est un peu plus distante du trafic que d'autres station du trafic.

Des précisions sur les niveaux en NO₂ relevés aux abords des plateformes aéroportuaires franciliennes (Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et Paris-Orly) sont disponibles sur la plateforme de surveillance SURVOL : <http://survol.airparif.fr>. Des cartographies et des bilans annuels spécifiques y sont mis à disposition.

Dioxyde d'azote (NO₂)



En complément des mesures en continu toute l'année, AIRPARIF réalise des mesures discontinues de dioxyde d'azote (NO₂) depuis 2007. Les mesures sont effectuées au moyen de tubes à diffusion passive durant 12 semaines non continues réparties uniformément sur l'année. Pour ces sites, les résultats indiqués représentent la moyenne de ces douze semaines, représentatifs de la moyenne annuelle.

Figure 3 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO₂) pour l'ensemble des stations de mesure en Île-de-France en 2020
nr : non représentatif

En 2020, moins de 100 000 personnes, soit moins de 1 % des Franciliens sont potentiellement exposés² à un air dépassant la valeur limite annuelle (Figure 4). Ils résident exclusivement dans la Métropole du Grand Paris.

Le nombre de personnes potentiellement exposées est en forte diminution en 2020 par rapport à l'année 2019 (près de 500 000 habitants en 2019 et moins de 100 000 en 2020). Cela s'explique par le fait que les concentrations moyennes annuelles enregistrées sur de nombreux axes sont passées en dessous du seuil de la valeur limite (40 µg/m³). Ce phénomène aurait été observé également s'il n'y avait pas eu les restrictions d'activité liées à la crise sanitaire, du fait de l'évolution tendancielle et de l'effet de la météorologie particulièrement dispersive et a été accentué par les mesures de restrictions d'activités liées à la pandémie.



Figure 4 : évolution du nombre de Franciliens concernés par le dépassement de la réglementation pour le dioxyde d'azote

² Exposition calculée, conformément à l'article 18 de [l'arrêté du 19 avril 2017](#), en air extérieur au droit des logements, pour comparer les expositions dans les différents pays.

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE

L'année 2020 étant particulièrement atypique, les tendances présentées dans ce bilan s'appuient sur les concentrations de la période 2009-2019.

La Figure 5 montre l'évolution des concentrations moyennes annuelles de 2007 à 2019.

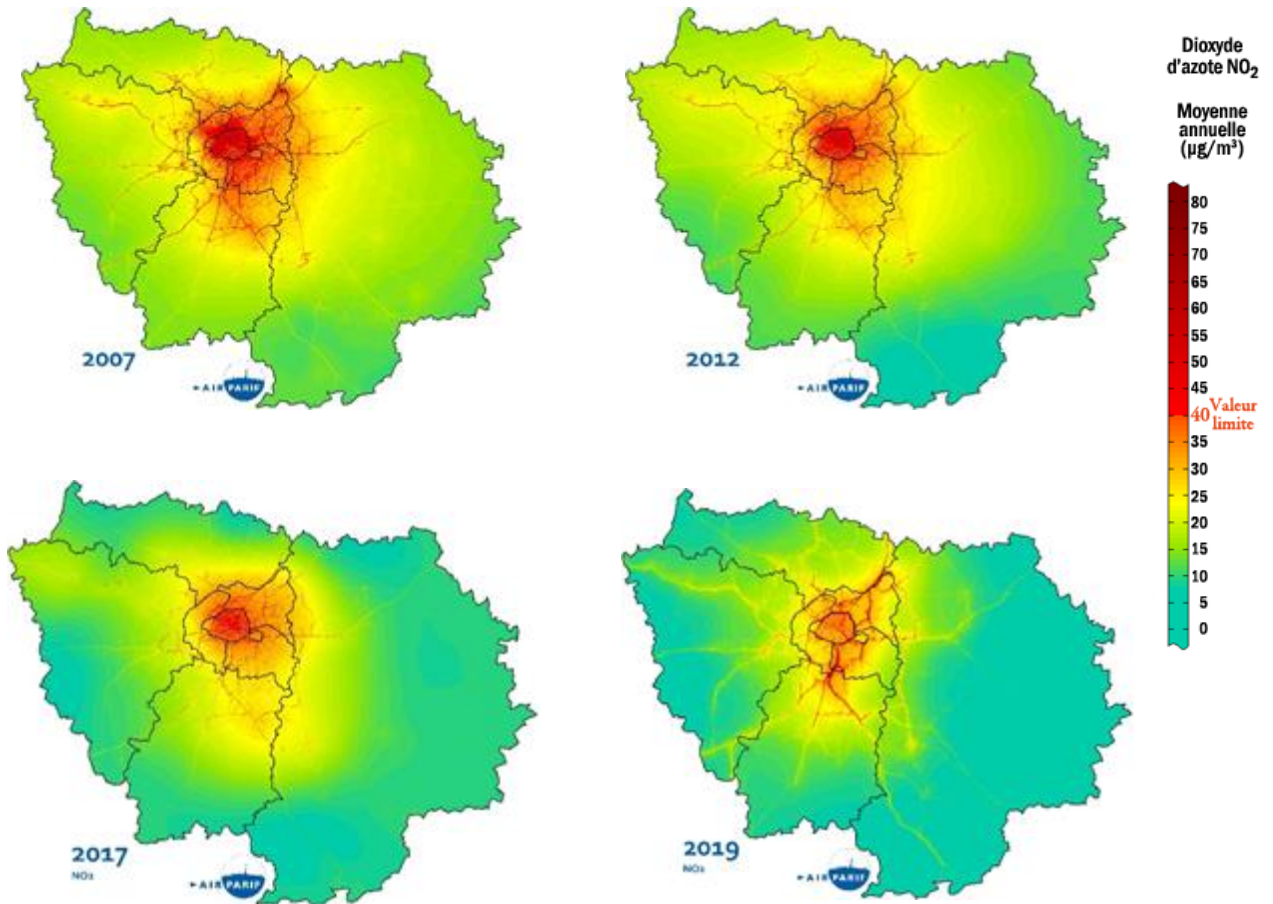


Figure 5 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO₂) de 2007 à 2019 en Île-de-France.

La Figure 5 montre un motif de pollution assez similaire d'une année à l'autre, avec une tendance à la baisse à l'échelle de la région Île-de-France entre 2007 et 2019 et plus particulièrement dans l'agglomération parisienne. Des évolutions méthodologiques apportées à la carte des concentrations moyennes annuelles de NO₂ pour l'année 2019 ont eu pour effet d'illustrer des niveaux en NO₂ à proximité de certains axes routiers régionaux plus importants qu'en 2017.

En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, les teneurs en NO₂ moyennées sur 3 ans montrent **une tendance à la baisse depuis la fin des années 1990 en situation de fond** (Figure 6). Les améliorations technologiques sur les différentes sources d'émissions (trafic, chauffage, industries) expliquent cette baisse, en particulier **la généralisation progressive des pots catalytiques (essence et diesel) sur les véhicules**. De 1996-1998 à 1999-2001, les concentrations de NO₂ en moyenne sur 3 ans sont globalement stables. De 2000 à 2006, la baisse annuelle moyenne est de -3 %. Depuis 2007, la baisse est beaucoup plus lente (soit -2 % par an en moyenne). Entre 1992 et 2019, les concentrations annuelles de fond en baissé de l'ordre de 40 %. Indépendamment de l'impact des restrictions d'activité liées à la crise sanitaire, l'année 2020 s'inscrit bien dans cette tendance à la baisse. La diminution des concentrations liées à l'évolution tendancielle et à la météorologie est estimée en 2020 à environ 10%.

Le profil de l'évolution du dioxyde d'azote (NO₂) à proximité des axes routiers est très différent. **Entre 1998 et 2012, les niveaux de NO₂ en stations trafic sont globalement constants et une tendance à la diminution n'est observée qu'à partir de 2011-2013.** La moyenne 2017-2019 est la plus faible de l'historique. De 2011 à 2019, les concentrations annuelles en situation de proximité au trafic routier ont baissé de l'ordre de 30 %. Sur cette période, la baisse annuelle moyenne est de 3 %. L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

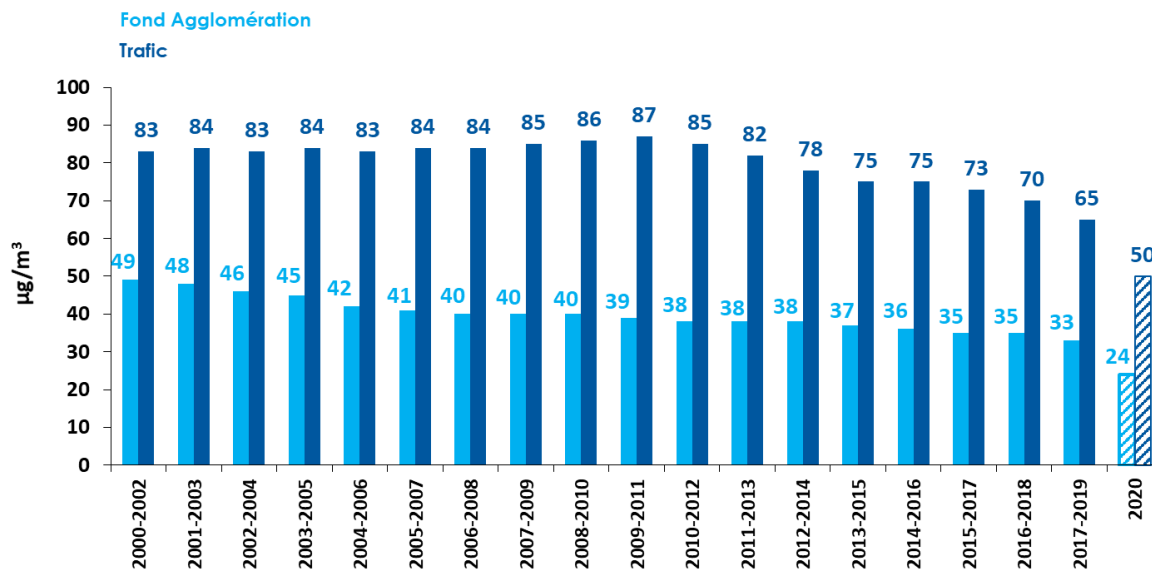


Figure 6 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond (bleu clair) et cinq stations trafic (bleu foncé), de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO₂) dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2020

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un polluant complexe lié d'une part, aux émissions directes (secteur des transports, chauffage, industries) et d'autre part, aux équilibres chimiques avec d'autres polluants dans l'atmosphère, en particulier l'ozone (O₃).

Une étude portant sur l'impact spécifique des mesures sur le trafic visant à améliorer la qualité de l'air de Paris et de Londres a été menée par le King's College et Airparif (Font et al., 2019). Cette étude s'intéresse spécifiquement à la part de la pollution liée au trafic routier. Elle permet de mettre en évidence l'influence de l'évolution du parc routier, en lien avec la mise en place des normes euros ou celle de mesures locales visant à diminuer les émissions du trafic.

Sur la période 2005-2009, la stabilité globale des niveaux de NO₂ à proximité du trafic s'explique notamment par la diésélisation du parc routier. En effet, de nombreuses études montrent que le traitement réalisé pour réduire les émissions de particules a entraîné une hausse des émissions de NO₂ primaire depuis l'introduction des diesel Euro 3 (Grice et al., 2009; Weiss et al., 2012; Carslaw et al., 2016).

La diminution des niveaux de NO₂ à proximité du trafic routier est liée à l'introduction de la norme Euro 5, en particulier pour les véhicules lourds. Notons toutefois que la norme Euro 5 sur les véhicules légers diesel n'a pas permis de baisse significative des émissions réelles. En effet, les émissions de ce polluant en conditions réelles de circulation sont très largement supérieures aux standards correspondant à cette norme.

Dioxyde d'azote (NO₂)

Cette étude a également confirmé les variations observées selon la typologie des stations, qui peuvent s'expliquer par une composition différente du parc routier, notamment concernant les deux-roues motorisés et les véhicules diesel. **Sur la dernière décennie, les axes où sont implantées les stations trafic parisiennes ont connu une diminution du trafic routier et une augmentation du pourcentage de deux-roues.** Elles sont donc moins concernées que le Boulevard Périphérique et les grands axes autoroutiers par l'essor du diesel.

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 NO₂ des véhicules diesel.**

RECORDS HISTORIQUES

La Figure 7 donne les plus fortes concentrations relevées sur l'historique de mesures depuis 1991 pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les oxydes d'azote (NO_x).

NO ₂ Historique 1991-2020	Fond		Proximité trafic	
	Valeur	Où et quand ?	Valeur	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte (µg/m ³)	69	Neuilly-sur-Seine, 1994	114	Boulevard périphérique Auteuil 2010
Concentration horaire maximale (µg/m ³)	483	Gennevilliers le 10 octobre 1995 à 12h légales	519	Avenue des Champs-Élysées le 11 avril 1991 à 21h légales
Nombre d'heures de dépassement de 200 µg/m ³ le plus fort	12	Paris 18ème, 2003	312	Boulevard périphérique Auteuil, 2009

NO _x Historique 1991-2020	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m ³ équiv NO ₂)	Où et quand ?	Valeur (µg/m ³ équiv NO ₂)	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	134	Neuilly-sur-Seine, 1994	673	Boulevard périphérique Auteuil 1994

Figure 7 : records annuels pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les oxydes d'azote (NO_x) en Île-de-France sur l'historique 1991-2020

En résumé pour le dioxyde d'azote

Au-delà de la baisse tendancielle de ces dernières années, les restrictions d'activités liées à la crise sanitaire, et notamment le confinement avec une baisse de trafic, ont eu un impact sur les concentrations en NO₂

Le dioxyde d'azote (NO₂), polluant majoritairement émis par le trafic routier, reste une problématique marquée en Île-de-France au regard de la réglementation en vigueur

Bien qu'une diminution des niveaux moyens annuels en NO₂ se confirme à nouveau tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, les grands axes de circulation parisiens et régionaux enregistrent des concentrations toujours largement supérieures à la valeur limite annuelle (40 µg/m³)

Pour la seconde année consécutive, certains axes trafic parisiens et régionaux enregistrent des concentrations moyennes annuelles inférieures aux seuils réglementaires, entraînant ainsi une baisse notable du nombre de Franciliens potentiellement exposés à ces dépassements.

En 2020, moins de 100 000 personnes, soit moins de 1 % des Franciliens situées dans le cœur dense de l'agglomération sont potentiellement exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle.

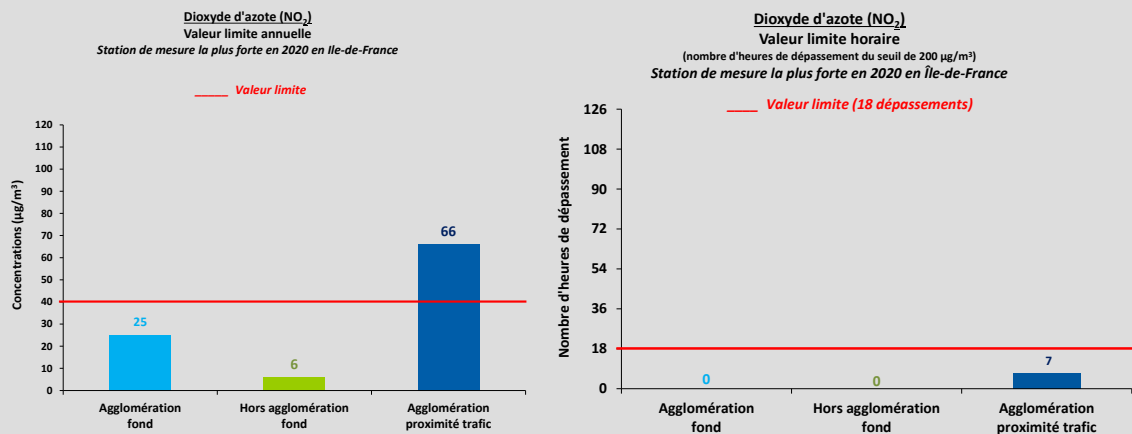


Figure 8 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air (annuelle et horaire) en dioxyde d'azote (NO₂) en Île-de-France en 2020

Particules PM₁₀ PM_{2,5}

Les particules sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles. Une distinction est faite entre les particules PM₁₀ (de diamètre inférieur à 10 µm) et les PM_{2,5} (de diamètre inférieur à 2,5 µm). Les particules PM₁₀ sont majoritairement formées de particules PM_{2,5} : en moyenne annuelle, les PM_{2,5} représentent environ 60 à 70 % des PM₁₀. Les sources de particules sont multiples. Il existe, d'une part, des rejets directs dans l'atmosphère. Les sources majoritaires de particules primaires sont le secteur résidentiel et tertiaire (notamment le chauffage au bois), le trafic routier, les chantiers et l'agriculture. Elles peuvent également être d'origine naturelle (feu de forêt, sables...). Les sources de particules sont, d'autre part, indirectes : transformations chimiques de polluants gazeux qui réagissent entre eux pour former des particules secondaires, transport à travers l'Europe, ou encore remise en suspension des poussières déposées au sol.



Aux concentrations auxquelles sont exposées la plupart des populations urbaines et rurales des pays développés et en développement, les particules ont des effets nuisibles sur la santé. L'exposition chronique contribue à augmenter le risque de contracter des **maladies cardiovasculaires et respiratoires**, ainsi que des **cancers pulmonaires**.

Voir rapport de l'Anses - Particules de l'air ambiant extérieur - Effets sanitaires des particules de l'air ambiant extérieur selon les composés, les sources et la granulométrie.



ENVIRONNEMENT

Les effets de **salissure** et de dégradation des monuments et bâtiments constituent les atteintes à l'environnement les plus visibles.



TENDANCES*



* Tendance sur 10 ans



NORMES FRANÇAISES ET RECOMMANDATIONS OMS

PM ₁₀			
Valeur limite annuelle	Valeur limite journalière	Objectif de qualité	Recommandations OMS
40 µg/m ³ en moyenne annuelle	50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par an	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an 20 µg/m ³ en moyenne annuelle
Dépassement peu probable	Dépassement peu probable	Dépassé	Dépassées

PM _{2,5}			
Valeur limite annuelle	Valeur cible	Objectif de qualité	Recommandations OMS
25 µg/m ³ en moyenne annuelle	20 µg/m ³ en moyenne annuelle	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	25 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an 10 µg/m ³ en moyenne annuelle
Respectée	Respectée	Dépassé	Dépassées

Au-delà de l'évolution des émissions, l'impact des conditions météorologiques d'une année à l'autre est très marqué sur les niveaux de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) en raison de l'importance de la chimie atmosphérique, des phénomènes de transferts inter-régionaux et de remise en suspension pour ces polluants. Néanmoins en s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, les teneurs en particules montrent une tendance à la baisse en Île-de-France depuis 2010.

L'année 2020 a connu des conditions météorologiques globalement favorables à une bonne qualité de l'air, notamment des températures hivernales douces ayant limité le recours au chauffage résidentiel. Les restrictions d'activités liées à la crise sanitaire de la COVID-19 ont de plus contribué à des émissions globalement plus faibles que la normale, notamment sur le trafic routier, malgré les hausses ou la stabilité de certaines activités comme le chauffage au bois ou l'agriculture au printemps. En moyenne, les niveaux sur l'année sont inférieurs à ceux mesurés en 2019, de même que le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic.

PARTICULES PM₁₀

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

Valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés)

La Figure 9 représente la carte du nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ en Île-de-France, avec un zoom sur l'agglomération parisienne pour l'année 2020.

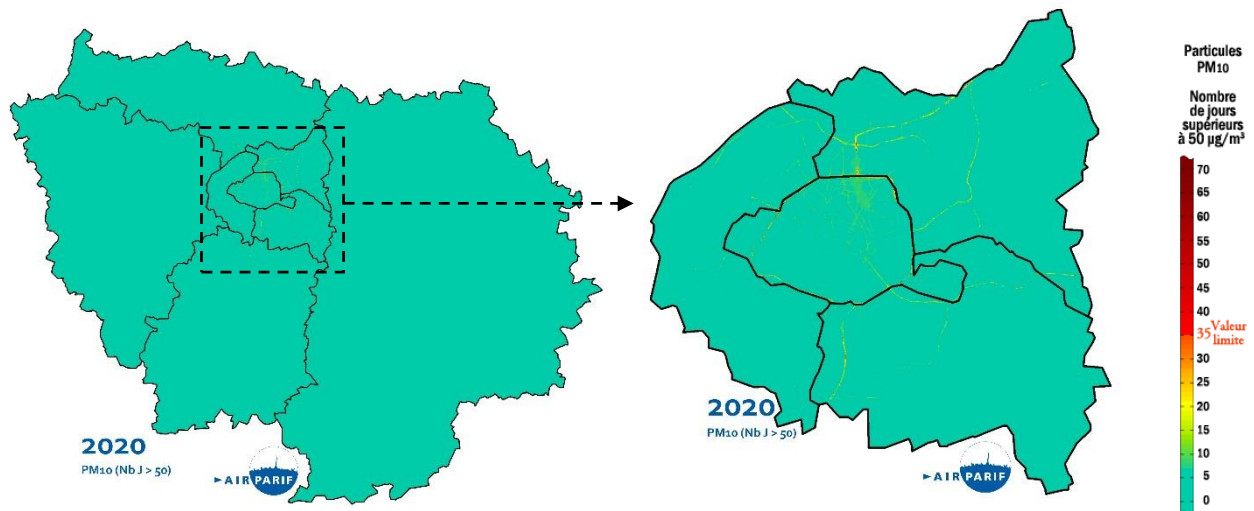


Figure 9 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ en particules PM₁₀ en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne pour l'année 2020

Le nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ pour les PM₁₀ est plus faible qu'en 2020 : il est de 1 à 4 jours de dépassement sur les stations urbaines et périurbaines de fond (Figure 10), contre 1 à 10 jours en 2019.

En 2020, **le nombre de jour de dépassement a également diminué sur l'ensemble des stations trafic** au regard de la situation en 2019. Ce nombre est inférieur à la limite journalière sur la majorité des sites de mesure (Figure 10).

Au même titre que les années précédentes, **la valeur limite journalière** est largement respectée en situation de fond en 2020. **Elle est en revanche toujours dépassée à proximité du trafic routier. Ce dépassement est constaté en 2020 sur moins de 1 % des axes routiers franciliens** (Cf. Annexe 2).

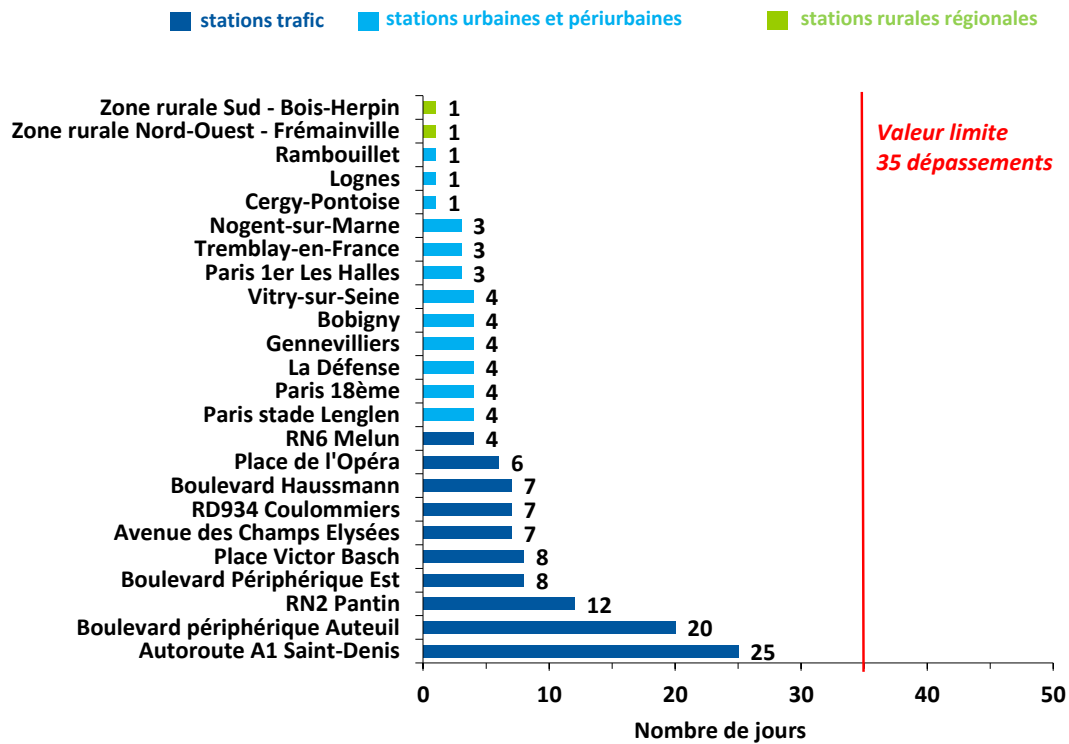


Figure 10 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ en particules PM₁₀ en Île-de-France en 2020

Les cartographies permettent d'estimer le nombre d'habitants exposés suivant les différentes classes de concentrations mesurées en Île-de-France. Ces estimations sont réalisées sur la période 2007 à 2020. **Les variations interannuelles, parfois importantes, s'expliquent principalement par l'évolution des niveaux de fond, très dépendants du contexte météorologique et des émissions de polluants.**

Comme en 2019, moins de 1 % de la population francilienne est potentiellement exposée à un dépassement de la valeur limite journalière en 2020, contre plus de 40 % en 2007 (Figure 11).

Le nombre d'habitants potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés) est le plus faible des 11 dernières années (2010-2020).

Près de la moitié des Franciliens sont exposés à un air qui ne respecte pas la recommandation OMS (50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) en 2020.



Figure 11 : évolution du nombre de Franciliens concernés par le dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM₁₀

La superficie et le nombre de kilomètres de voies exposées à un dépassement des valeurs réglementaires et des recommandations de l'OMS sont présentés en Annexe 2.

Valeur limite annuelle (40 µg/m³ en moyenne)

Les cartes de la Figure 12 illustrent les concentrations moyennes annuelles en particules PM₁₀ en 2020 en Île-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne parisienne.

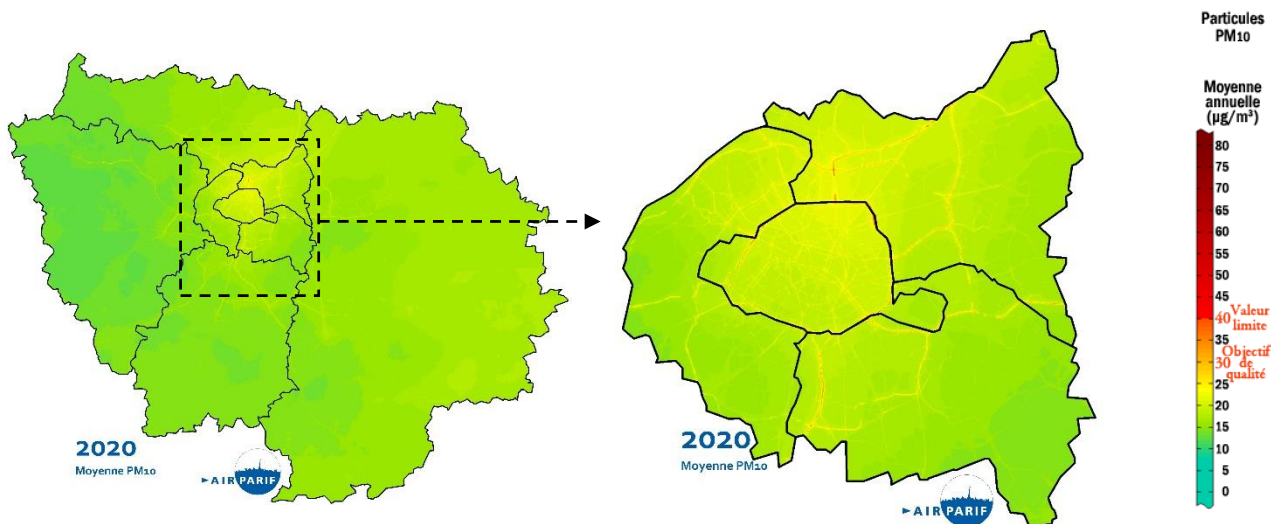


Figure 12 : concentrations moyennes annuelles de particules PM₁₀ en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne en 2020

Comme lors des dernières années, **les niveaux de fond moyens en PM₁₀ enregistrés au sein de la zone sensible francilienne restent globalement homogènes** (entre 14 et 19 µg/m³) avec cependant des concentrations légèrement plus fortes relevées dans le nord. Une légère décroissance est observée entre le cœur dense de l'agglomération et la périphérie de l'Île-de-France.

Les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ mesurées en zone rurale sont comprises entre 13 et 14 µg/m³. D'une manière générale, **les niveaux moyens annuels en fond enregistrés en 2020 sont légèrement inférieurs à ceux mesurés en 2019**. Cette diminution est proche de la tendance observée ces dernières années.

La Figure 13 présente la concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀ relevée sur l'ensemble des stations de mesure réparties en Île-de-France en 2020. **Les valeurs réglementaires pour les PM₁₀ (valeur limite annuelle et objectif de qualité) ainsi que la recommandation OMS sont largement respectées en situation de fond urbain et rural.**

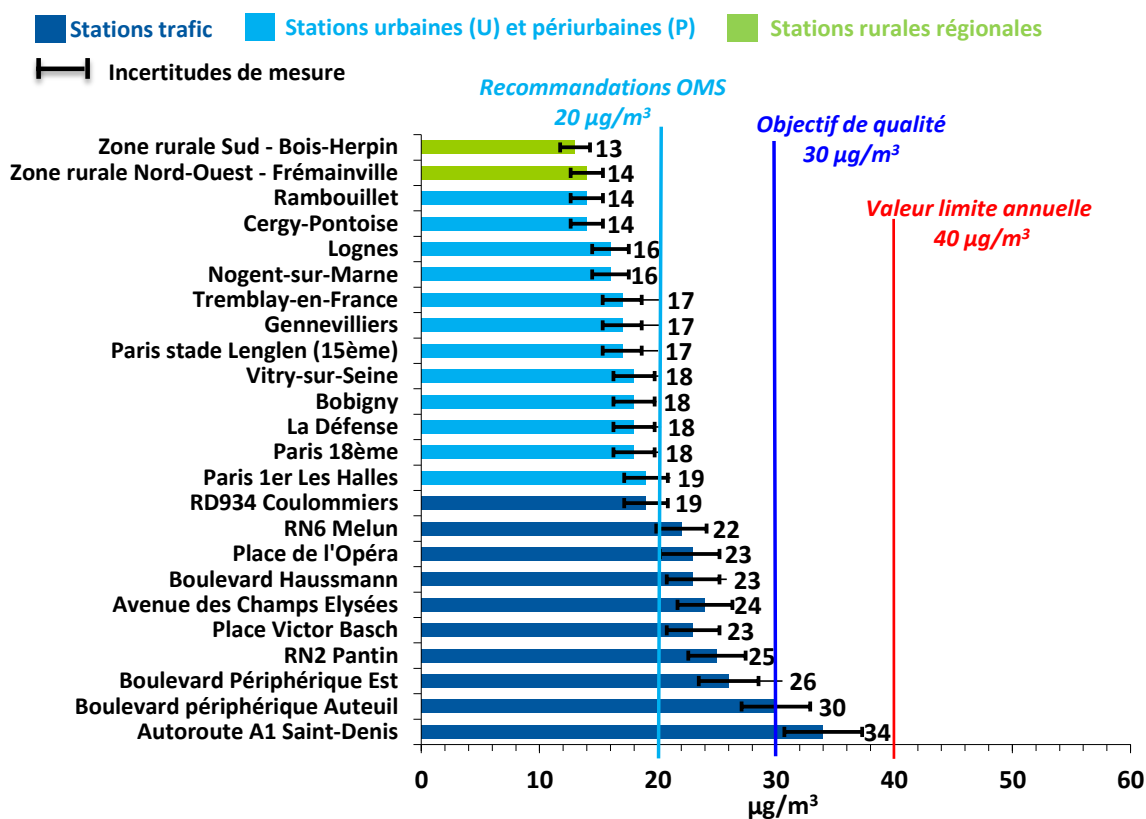


Figure 13 : concentrations moyennes annuelles de particules PM₁₀ en Île-de-France en 2020
 Les incertitudes de mesures sont évaluées sur les concentrations moyennes annuelles et non sur le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³

Comme chaque année, les concentrations moyennes les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens. Les niveaux moyens peuvent y être jusqu'à deux fois supérieurs à ceux relevés en situation de fond (de 19 à 34 µg/m³). Les niveaux de PM₁₀ en situation de proximité au trafic ont connu une baisse entre 2019 et 2020.

Pour la première fois de l'historique, la station la plus forte du réseau (Autoroute A1 Saint-Denis) ne dépasse pas la valeur limite annuelle (40 µg/m³) (Figure 13). Cette baisse suit la tendance des dernières années et est accentuée en 2020 par la météo qui a offert des conditions hivernales très dispersives et des mois très pluvieux (février, octobre, décembre), ainsi que par la conjoncture liée à la Covid. En revanche, **l'objectif de qualité est encore dépassé sur ce site**, ainsi que la recommandation de l'OMS de 20 µg/m³, alors que toutes les stations trafic du réseau permanent d'Airparif la respectent.

Les études sanitaires se basant sur les concentrations massiques indiquent clairement qu'**il n'y a pas de seuil en dessous duquel les particules ne sont pas nocives**. Toute baisse de concentration représentent donc **un enjeu important en termes de santé publique**.

Comme en 2019, le nombre d'habitants potentiellement concernés par un **dépassement de la valeur limite annuelle en PM₁₀ (fixée à 40 µg/m³) est très faible** pour l'année 2020.

Moins d'1 % de la population francilienne, est potentiellement exposée³ à un air excédant l'objectif de qualité annuel français pour les particules PM₁₀. En 2007, près de 30 % de la population francilienne était concernée par ce dépassement de l'objectif de qualité.

En 2020, près de 10 % des Franciliens sont potentiellement concernés par le dépassement de la recommandation annuelle de OMS. Ce nombre est en nette diminution par rapport à 2019, où plus de 30 % des franciliens étaient soumis à ce dépassement. Cette diminution s'explique par le fait que les niveaux de fond sont passés en dessous du seuil de 20 µg/m³ en petite couronne. Ce phénomène aurait été observé également dans la situation « Sans COVID », du fait de l'évolution tendancielle et de l'effet de la météorologie particulièrement dispersive. Il a été accentué à hauteur de 5 % par les mesures de restriction d'activité liées à la pandémie (cf. Partie 2 de ce rapport).

A titre de comparaison pour illustrer cette baisse tendancielle, en 2007, la totalité des Franciliens était concernée par le dépassement des 20 µg/m³ en moyenne annuelle (Figure 14).



Figure 14 : évolution du nombre de Franciliens potentiellement concernés par le dépassement de la recommandation OMS (20 µg/m³ en moyenne annuelle) pour les particules PM₁₀

³ Exposition calculée, conformément à l'article 18 de [l'arrêté du 19 avril 2017](#), en air extérieur au droit des logements, pour comparer les expositions dans les différents pays.

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE

L'année 2020 étant particulièrement atypique, les tendances présentées dans ce bilan s'appuient sur les concentrations de la période 2009-2019.

Les particules PM₁₀ montrent une tendance globale à la baisse entre 2007 et 2019, comme l'illustrent les cartes de la Figure 15, notamment dans le cœur de l'agglomération parisienne.

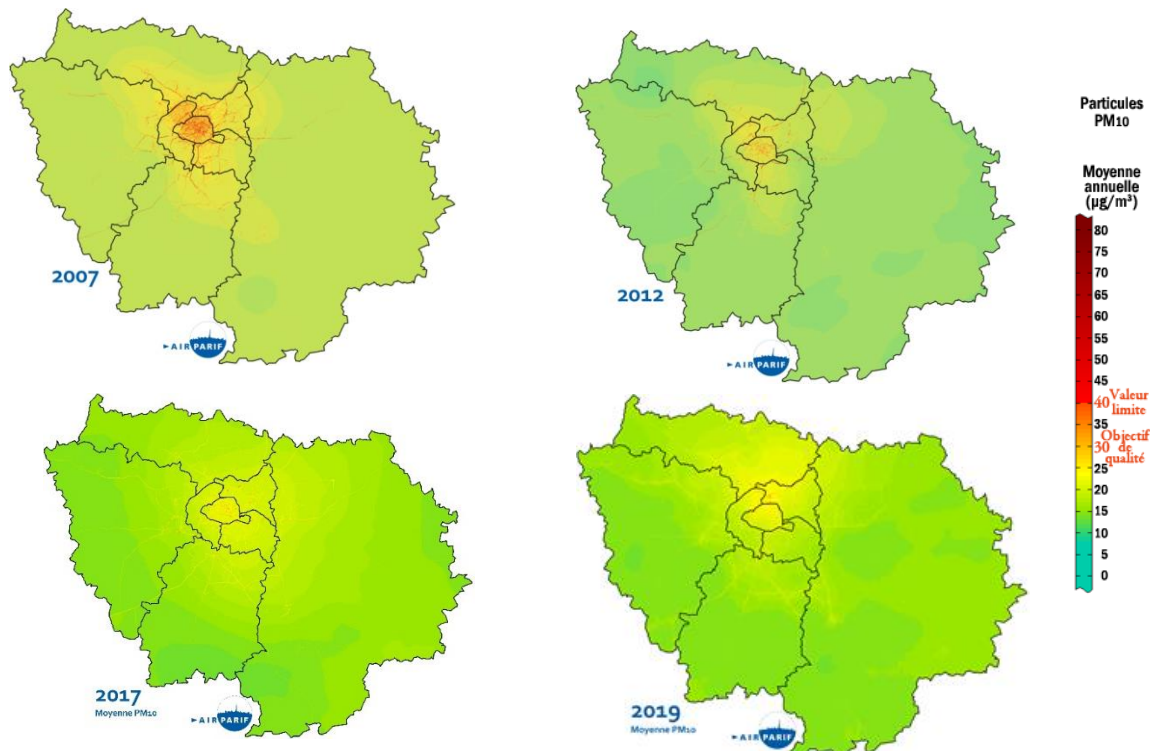


Figure 15 : Concentrations moyennes annuelles en Ile-de-France de 2007 à 2019

En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques, les teneurs moyennes de PM₁₀ en agglomération montrent **une tendance à la baisse** (Figure 16). **Entre 1999 et 2019, ces niveaux ont ainsi baissé d'environ 35 %**. Cette décroissance des niveaux en zone urbaine est à mettre en relation avec la baisse des émissions franciliennes de particules primaires, de près **de 30 % entre 2005 et 2015** (Airparif, 2018). **En situation de fond, cette baisse est plus marquée sur les dernières années. Ce constat s'observe également en zone hors agglomération**. L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

Particules PM₁₀

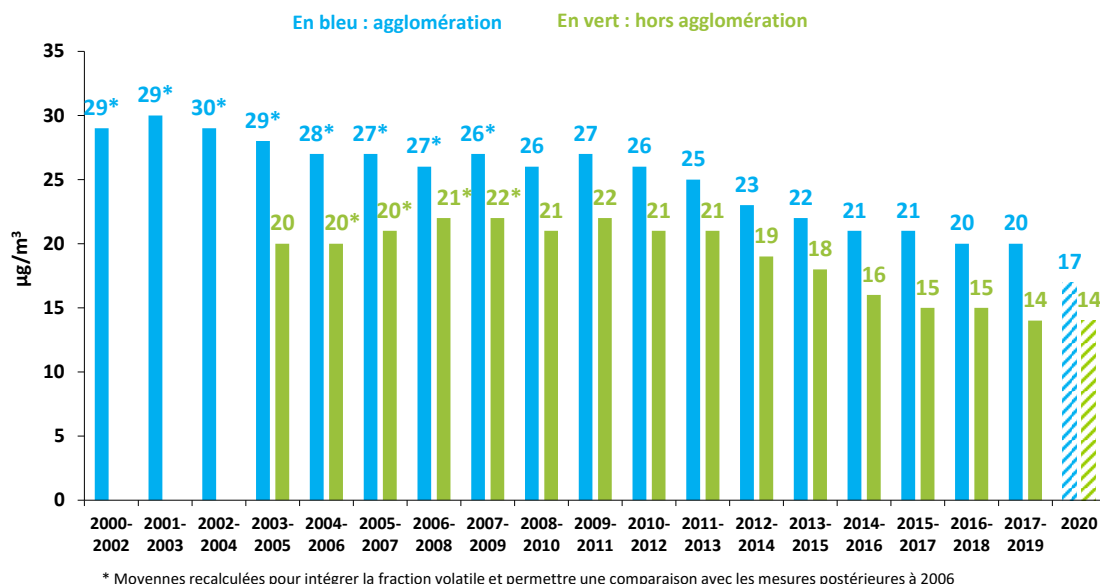


Figure 16 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM₁₀ de 1999-2001 à 2020 dans l'agglomération parisienne (en bleu) et hors agglomération (en vert)

La station trafic du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil dispose de mesures de PM₁₀ depuis 1998 et celle de l'Avenue des Champs Élysées depuis 2003. La Figure 17 montre une baisse des niveaux de PM₁₀ sur ces deux stations de proximité au trafic routier, de l'ordre de 35 % entre 1998 et 2019. Cette tendance peut s'expliquer par une diminution plus importante des émissions de particules primaires issues du trafic routier (environ -30 % entre 2005 et 2015), notamment liée à **l'introduction progressive des filtres à particules sur les véhicules diesel**. L'année 2020, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

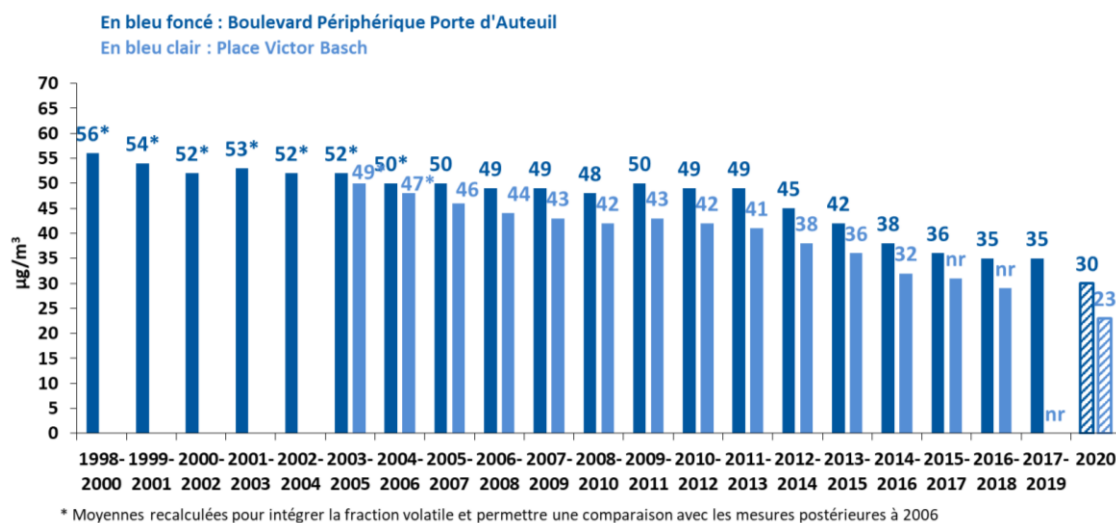


Figure 17 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM₁₀ sur 2 stations trafic à Paris de 1998-2000 à 2020

Indépendamment des réductions du trafic routier et des activités économiques liées à la pandémie de COVID-19, l'année 2020 s'inscrit bien dans la continuité de cette tendance à la baisse. La réduction des activités a eu peu d'impact sur les concentrations en particules PM₁₀. Cela s'explique par la diversité des sources de particules, notamment le chauffage résidentiel, les chantiers et l'agriculture, avec une responsabilité du trafic moins importante que pour le NO₂. De ce fait, l'impact des fortes réductions des émissions liées au trafic routier est moins perceptible que sur les oxydes d'azote. Il est compensé en partie par les augmentations des émissions du secteur résidentiel (notamment le chauffage au bois lors du premier confinement au printemps 2020) par rapport à une situation de référence, les franciliens ayant passé plus de temps chez eux. Cette augmentation a cependant été limitée par les températures hivernales très douces.

RECORDS HISTORIQUES

La Figure 18 indique les plus fortes concentrations en particules PM₁₀ référencées dans l'historique de mesures depuis 2007.

Historique 2007-2020	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m ³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m ³)	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	30	Paris 1 ^{er} Les Halles, Paris 18 ^{ème} , Gennevilliers, La Défense, 2007 ; Bobigny, 2009	62	Boulevard Périphérique Auteuil, 1997
Concentration horaire maximale	287*	Zone rurale Sud - Bois Herpin, le 27 septembre 2013 à 17h légales	660**	Boulevard Périphérique Auteuil, le 7 septembre 2013 à 24h légales
Concentration journalière la plus forte	157	Nogent-sur-Marne, le 23 décembre 2007 ; Cergy-Pontoise, le 11 janvier 2009	191	Boulevard Périphérique Auteuil, le 11 janvier 2007
	Valeur (jours)	Où et quand ?	Valeur (jours)	Où et quand ?
Nombre de jours de dépassement de 50 µg/m ³ le plus fort	39	La Défense, 2007	236	Autoroute A1 Saint-Denis, 2009

* impact d'un incendie près de la station rurale de Bois-Herpin

** impact du tir du feu d'artifice de Saint-Cloud

Figure 18 : records annuels pour les particules PM₁₀ en Île-de-France sur l'historique 2007-2020

PARTICULES PM_{2.5}

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

Les cartes de la Figure 19 illustrent les concentrations moyennes annuelles en particules fines PM_{2.5} en 2020 en Île-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne.

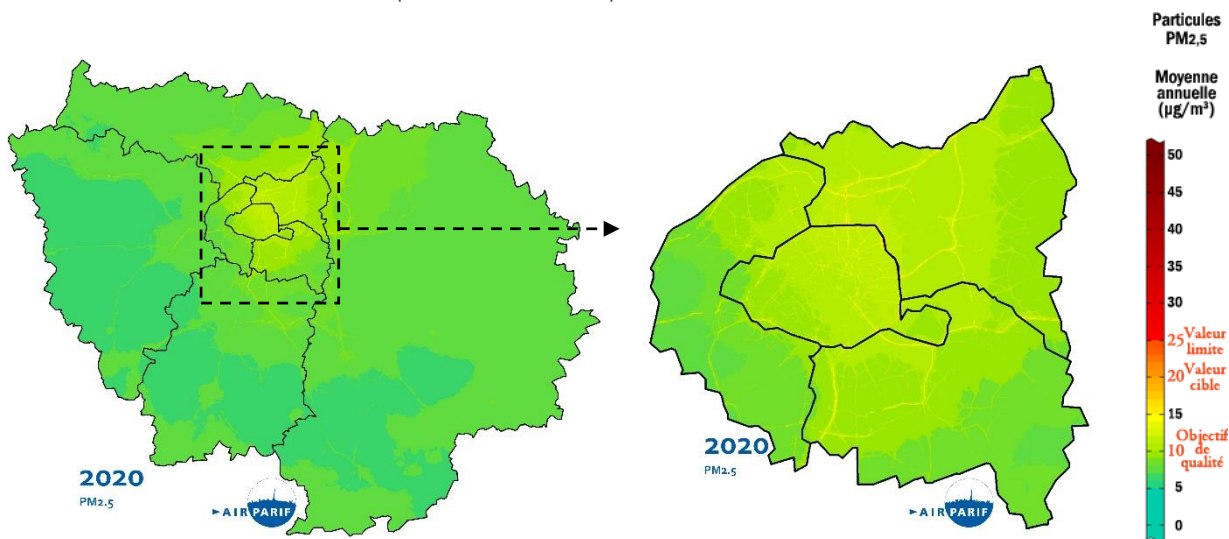


Figure 19 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM_{2.5} en 2020 en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne

Comme lors des dernières années, **une faible différence des teneurs en particules PM_{2.5} apparaît entre l'agglomération parisienne et la zone rurale en 2020**. En effet, les concentrations moyennes annuelles de particules fines sont comprises entre 5 et 8 µg/m³ en milieu rural et entre 9 et 11 µg/m³ sur les sites urbains de fond du cœur de l'agglomération (Figure 20).

Les concentrations les plus élevées sont relevées dans le cœur dense de l'agglomération, au voisinage des grands axes routiers parisiens et franciliens. En situation de proximité au trafic routier, les concentrations en PM_{2.5} mesurées sont comprises entre 11 et 16 µg/m³ (en moyenne annuelle).

Tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, les concentrations moyennes annuelles en particules PM_{2.5} relevées en 2020 sont en baisse par rapport à celles mesurées en 2019.

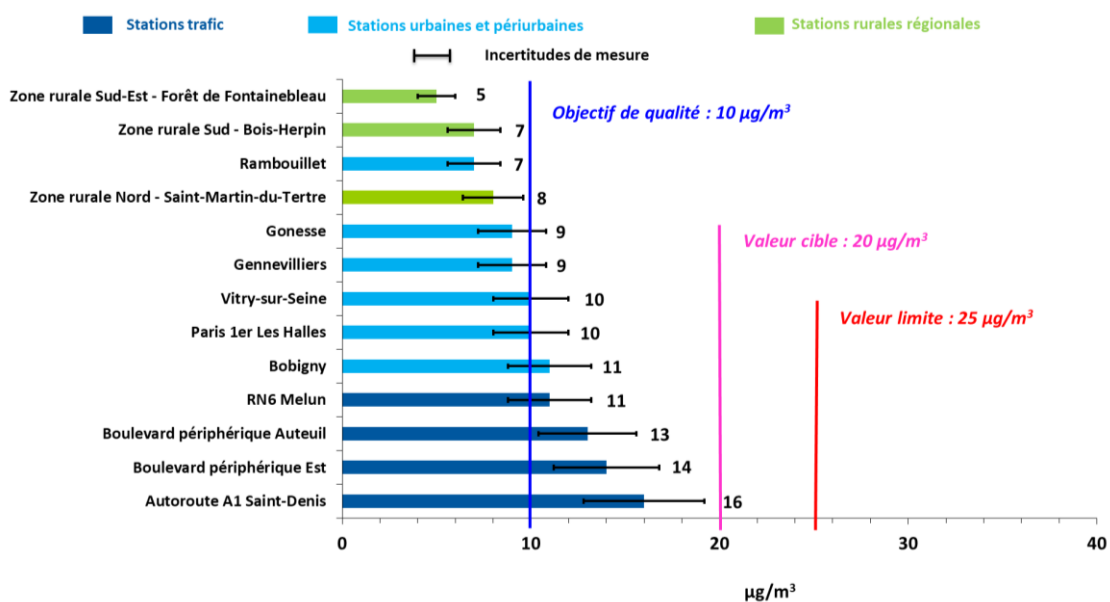


Figure 20 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM_{2.5} en Île-de-France en 2020

Comme depuis plusieurs années maintenant, la **valeur limite annuelle en PM_{2.5}** (25 µg/m³ en moyenne annuelle) **est respectée en Île-de-France en 2020, tout comme la valeur cible** (fixée à 20 µg/m³).

En 2020, l'objectif de qualité français (10 µg/m³), qui correspond également à la valeur recommandée par l'OMS au niveau annuel, est dépassé exclusivement dans la zone sensible francilienne⁴ et le long de certaines voies de circulation majeures. Il concerne environ 2,5 millions d'habitants (soit environ 20 %).

Dans la continuité des baisses observées ces deux dernières années, **ce nombre est en nette diminution par rapport à 2019, où ce dépassement concernait environ 6,5 millions de franciliens (soit près de 50 %)**. Cela s'explique par le fait qu'en 2020, le niveau de fond est passé en dessous de 10 µg/m³ sur la majeure partie de l'agglomération. Ce phénomène aurait été observé également dans la situation « Sans COVID », du fait de l'évolution tendancielle et de l'effet de la météorologie particulièrement dispersive et a été accentué par les mesures de restriction d'activité liées à la pandémie. Dans la situation « Sans COVID », le pourcentage de la population potentiellement concernée par ce dépassement est estimé à 25 % (cf. Partie 2 de ce rapport). A titre de comparaison, en 2007 et 2012, la totalité des Franciliens était concernée par la recommandation de l'OMS (Figure 21).

La recommandation de l'OMS au niveau journalier (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) **est toujours dépassée sur la quasi-totalité de la région Île-de-France en 2020.**



Figure 21 : évolution du nombre de Franciliens potentiellement concernés par le dépassement de la recommandation OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) pour les particules PM_{2.5}

Les études sanitaires se basant sur les concentrations massiques indiquent clairement qu'**il n'y a pas de seuil en dessous duquel les particules ne sont pas nocives**. Toute baisse de concentration représentent donc **un enjeu important en termes de santé publique**.

⁴ La zone sensible francilienne correspond à la zone administrative de surveillance déclarée au niveau européen comprenant l'agglomération parisienne et l'agglomération de Meaux. Pour plus de détails, se référer à l'[Annexe 5](#).

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE

L'année 2020 étant particulièrement atypique, les tendances présentées dans ce bilan s'appuient sur les concentrations de la période 2009-2019.

Comme pour les PM₁₀, **les particules fines PM_{2,5} montrent une tendance globale à la baisse entre 2007 et 2019**, comme l'illustrent les cartes de la Figure 22.

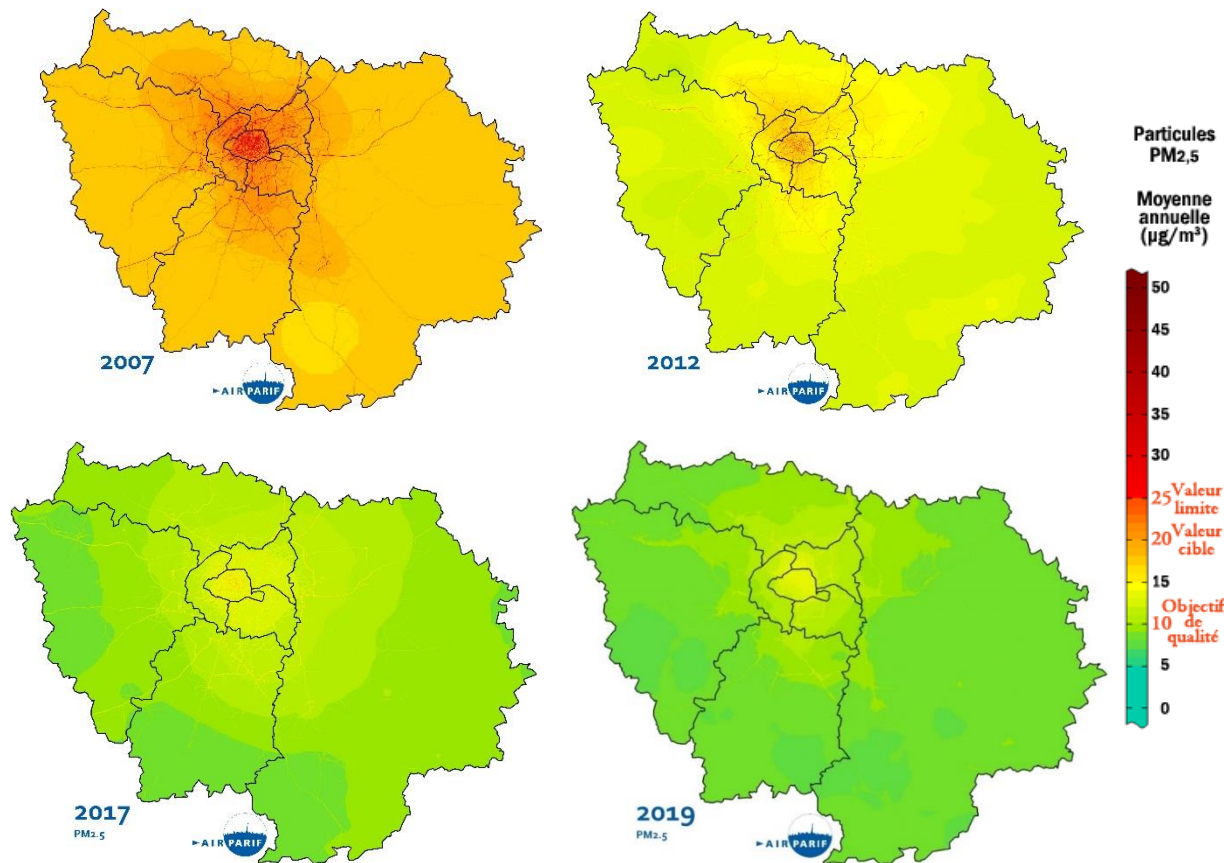


Figure 22 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM_{2,5} de 2007 à 2019 en Île-de-France

Entre 2000 et 2019, les niveaux de particules PM_{2,5} montrent **une baisse de l'ordre de 45 %** en situation de fond (Figure 23). L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

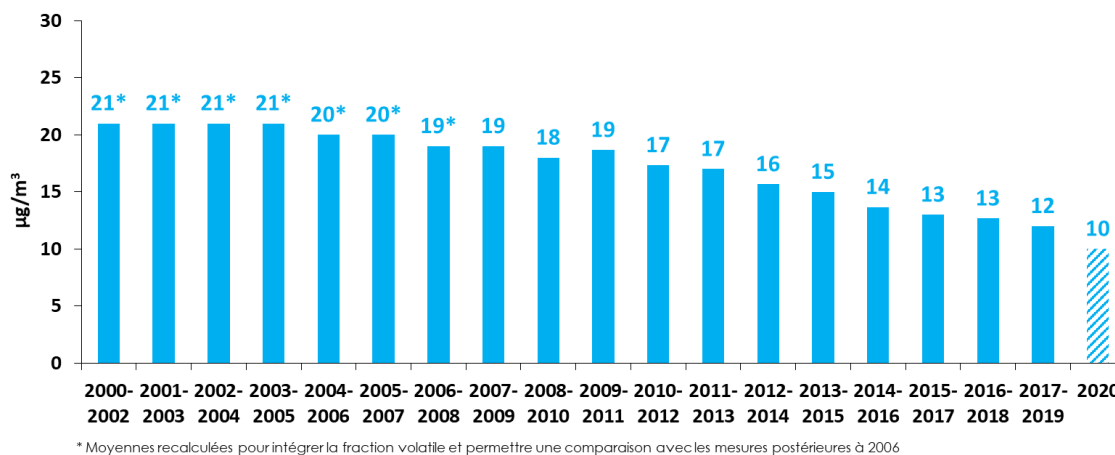


Figure 23 : évolution, sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM_{2,5} dans l'agglomération parisienne de 2000-2002 à 2020

La baisse des concentrations en PM_{2.5} est plus marquée sur la station trafic du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil (Figure 24). Une baisse de l'ordre de 60 % est ainsi relevée entre 1999 et 2019. Comme pour les PM₁₀, cette décroissance s'explique par la **diminution des particules primaires émises à l'échappement des véhicules diesel** (environ -35 % entre 2005 et 2015), en lien avec la mise en œuvre des filtres à particules et la baisse progressive du trafic routier dans Paris Intra-muros. **La baisse est plus importante pour les PM_{2.5} que pour les PM₁₀, car la majorité des PM_{2.5} sont émises à l'échappement des véhicules.** Les particules PM₁₀ comprennent une fraction importante liée à l'abrasion de la route, du moteur et des freins ainsi qu'à la remise en suspension des particules déposées sur la chaussée. L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

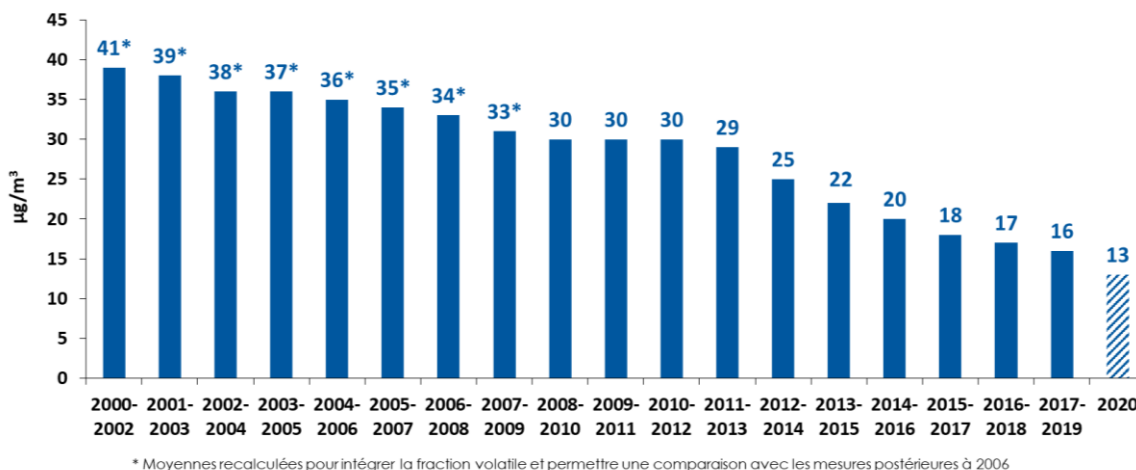


Figure 24 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM_{2.5} sur la station du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil de 1999-2001 à 2020

Indépendamment des réductions du trafic routier et des activités économiques liées à la pandémie de COVID-19, l'année 2020 s'inscrit bien dans la continuité de cette tendance à la baisse. La réduction des activités liées à la crise a eu peu d'impact sur les concentrations en particules PM_{2.5}. Cela s'explique par la diversité des sources de particules. L'impact des fortes réductions des émissions liées au trafic routier est moins important que sur les oxydes d'azote, et est compensé en partie par les augmentations des émissions du secteur résidentiel par rapport à une situation de référence, les franciliens ayant passé plus de temps chez eux. Cette augmentation a cependant été limitée par les températures hivernales très douces.

RECORDS HISTORIQUES

La Figure 25 indique les plus fortes concentrations en particules fines PM_{2.5} enregistrées dans l'historique de mesures depuis 2007.

Historique 2007-2020	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	22	Bobigny, 2007	33	Boulevard Périphérique Auteuil, 2007 ; Autoroute A1 Saint-Denis, 2011
Concentration horaire maximale	245*	Zone rurale Sud - Bois-Herpin le 27 septembre 2013 à 17h légales	503**	Boulevard Périphérique Auteuil, le 7 septembre 2013 à 24h légales
Concentration journalière la plus forte	135	Bobigny, le 23 décembre 2007	134	Boulevard Périphérique Auteuil, le 23 décembre 2007

* impact d'un incendie près de la station rurale de Bois-Herpin

** impact du tir du feu d'artifice de Saint-Cloud

Figure 25 : records annuels pour les particules PM_{2.5} en Île-de-France sur l'historique 2007-2020

VERS UNE CONNAISSANCE APPROFONDIE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PARTICULES

Grâce à la mesure du carbone suie (à l'aide d'un Aéthalomètre AE33) et des autres espèces chimiques majeures qui composent les particules atmosphériques (à l'aide d'un analyseur ACSM - *Aerosol Chemical Speciation Monitor*), Airparif peut identifier les principales sources de particules fines (PM₁₀, PM_{2.5}) en Île-de-France.

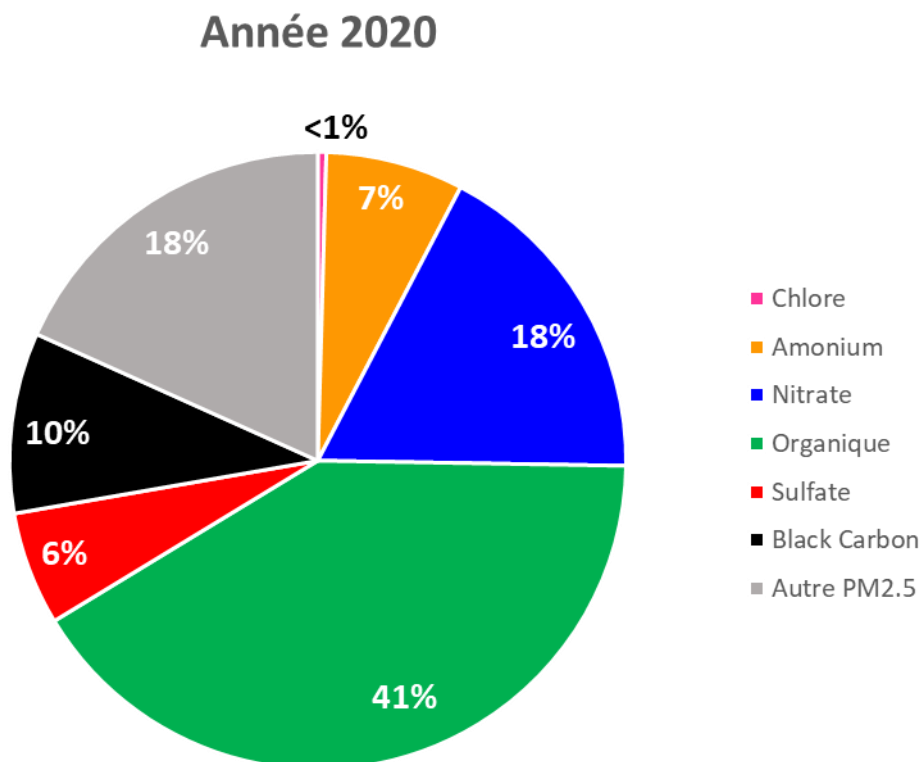


Figure 26 : composition chimique détaillée des particules de fraction PM_{2.5} mesurées à la station de fond urbain de Gennevilliers sur l'année 2020

Les proportions des différentes espèces chimiques composant les particules permettent de déterminer leur origine. Les niveaux moyens de particules observés durant l'année 2020 sont caractérisés par des **particules d'origine carbonée** (Organique, *Black Carbon* – composés caractéristiques des sources de combustion de combustibles fossiles et de biomasse, émises localement) et **des particules secondaires** (nitrate, sulfate et ammonium) issues à la fois de sources locales, de phénomènes de transformation et d'import (Figure 26).

Les proportions de ces différentes espèces chimiques peuvent être très variables d'une journée à l'autre. En période d'épisode de pollution, cette répartition diffère suivant la nature de l'épisode (type combustion hivernale, multi-sources). Cette information est importante, puisqu'elle permet de cibler au mieux les leviers d'actions à mettre en œuvre pour réduire ou limiter les concentrations dans l'air.

MESURE DU CARBONE SUIE

LA MESURE HISTORIQUE : LA MÉTHODE DES FUMÉES NOIRES

Les **fumées noires** sont mesurées depuis la fin des années 1950 dans l'agglomération parisienne. Leur prélèvement s'opère sans coupure granulométrique précise (contrairement à celui des PM₁₀ ou PM_{2.5} qui limite la taille des particules mesurées). Le principe d'analyse ne retient que les particules noires et carbonées, en particulier les suies issues des processus de combustion (chauffage, industries, trafic routier diesel) et s'apparente au principe de mesure utilisé pour le carbone suie (autrement nommé, *Black Carbon*).

Longtemps normée, la méthode des fumées noires n'est plus une technique de référence pour la surveillance des particules. Elle n'est plus réglementée par l'Union Européenne depuis 2005. Airparif a toutefois poursuivi, en 2020, la mesure des fumées noires sur quatre sites en Île-de-France afin de continuer la série historique. C'est un indicateur souvent utilisé pour les études épidémiologiques, même si aujourd'hui la plupart s'intéresse aux PM₁₀ ou aux PM_{2.5}.

Entre la fin des années 1950 et le milieu des années 1990, les niveaux moyens de fumées noires ont quasiment été divisés par 20 à Paris (Figure 27). Cette très forte diminution est due à la **baisse importante des émissions des suies issues de la combustion du charbon** (combustible alors largement utilisé en Île-de-France pour la production d'électricité et le chauffage) **et à l'amélioration des procédés de combustion et de traitement des échappements automobiles** (mise en place de pots catalytiques dès 1993).

Les teneurs de 2010 à 2020 sont les plus faibles de l'historique.

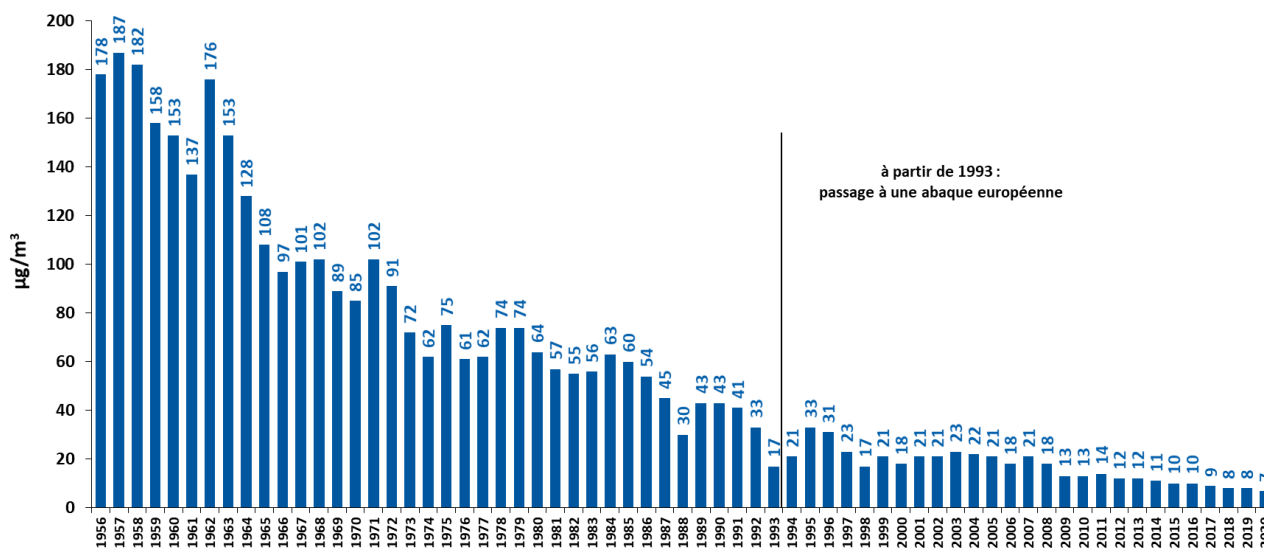


Figure 27 : évolution des concentrations hivernales de fumées noires dans l'agglomération parisienne de 1956 à 2020

MESURE DU CARBONE SUIE PAR AETHALOMÈTRE

Depuis 2015, la mesure du carbone suie (ou *Black Carbon*, BC) est réalisée à l'aide d'appareils de type « aéthalomètre » sur 5 sites de mesure : deux sites trafic (Boulevard Périphérique Est et Boulevard Haussmann) et deux sites urbains de fond (Paris 1^{er}, Paris 13^{ème} et Gennevilliers).

Il existe un **gradient très important** entre les concentrations moyennes annuelles de carbone suie mesurées en site de fond urbain et en site trafic (Figure 28). De l'ordre de 1 à 1.5 µg/m³ en zone urbaine de fond, elles peuvent atteindre jusqu'à 4.4 µg/m³ sur le site trafic le plus chargé en particules (Boulevard Périphérique Est). **Par rapport à l'année 2019, les niveaux de carbone suie enregistrés en 2020 ont diminué sur l'ensemble des stations de mesure. Cette baisse est essentiellement liée à :**

- la baisse tendancielle des émissions du trafic routier du fait de l'amélioration technologique due au renouvellement du parc routier, accentué par la ZFE métropolitaine, et aux mesures de réduction du trafic routier au cœur de l'agglomération parisienne et notamment dans Paris avec la mise en place des voies de bus, ainsi que le développement des mobilités douces (pistes cyclables, piétonisation ...)

- à des conditions météorologiques très dispersives en 2020, et des températures globalement clémentes en période hivernale, qui ont limité les émissions du chauffage résidentiel, même si ces diminutions ont été en partie compensées par le fait que les habitants ont passé plus de temps chez eux en 2020 en raison du recours accru au télétravail et des restrictions d'activités liées à la crise sanitaire.

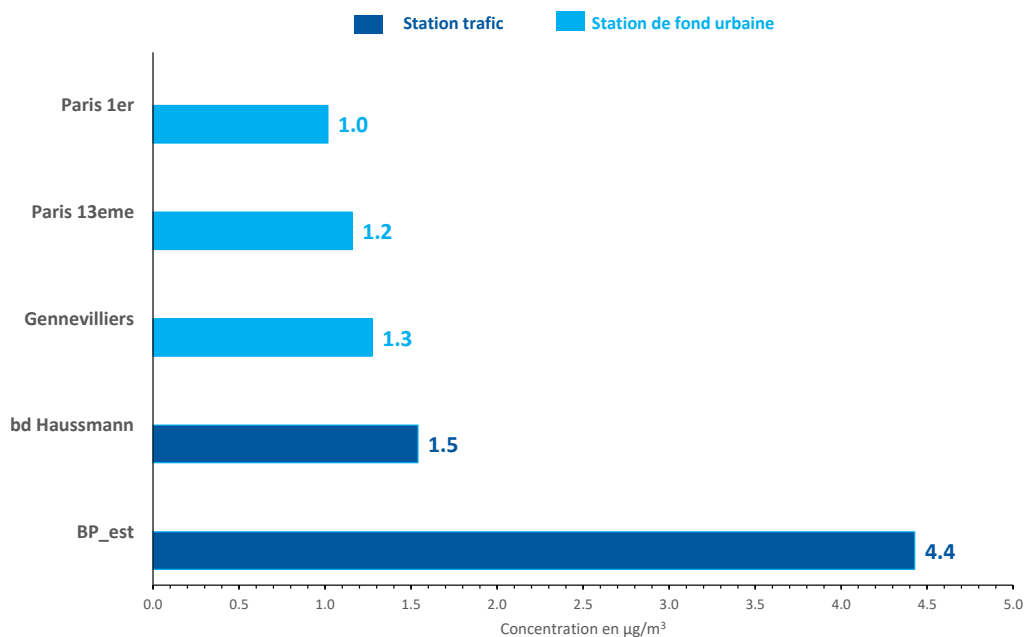


Figure 28 : concentrations moyennes annuelles en carbone suie en Île-de-France en 2020

En complément de la surveillance réglementaire, **le suivi de ce composé permet d'améliorer la connaissance de la composition chimique des particules et la compréhension de leurs sources, notamment en cas d'épisode de pollution.** En effet, les aéthalomètres permettent de distinguer le carbone suie émis par la combustion des dérivés pétroliers (principalement par le trafic routier, eBC_{f.i}) et celui émis par la combustion de la biomasse (principalement par le chauffage au bois en Île-de-France, eBC_{wb}). **Il s'avère être également un très bon traceur de la part locale des particules.** Ainsi, le suivi de cet indicateur permet sur le court terme d'apporter aux autorités des informations sur la nature d'un épisode particulaire pour définir les mesures d'urgence les plus appropriées. Sur le moyen long terme, il permet de suivre et d'évaluer l'efficacité de plans d'action pour la réduction des sources locales de combustion, telles que le trafic routier ou le chauffage au bois.

En situation de fond, **la contribution moyenne annuelle de carbone suie issu de la combustion des hydrocarbures fossiles est de l'ordre de 85 %, les 15 % restants étant attribuables à la combustion de la biomasse** (Figure 29).

La contribution moyenne de la combustion de biomasse aux concentrations en carbone suie (essentiellement liée au chauffage au bois en Île-de-France) est variable suivant les saisons. En effet, en situation de fond, elle est trois fois et demi plus importante au cours de la période hivernale (jusqu'à 20 %). Cette contribution est non nulle en période estivale (6 %), pouvant être due entre autres au brûlage de déchets verts. La contribution du chauffage au bois au carbone suie total est habituellement de 10 % sur l'année, et de 15 % en hiver. **En 2020, on observe une augmentation de la proportion du carbone suie issu de la combustion de la biomasse par rapport au carbone suie issu du trafic routier.** Cette augmentation est à mettre en lien avec la crise sanitaire de la COVID-19, ayant entraîné une diminution des émissions de carbone suie par le trafic routier, et une augmentation des émissions de l'utilisation du bois comme chauffage par rapport à une situation normale, les Franciliens ayant été davantage présents à leur domicile.

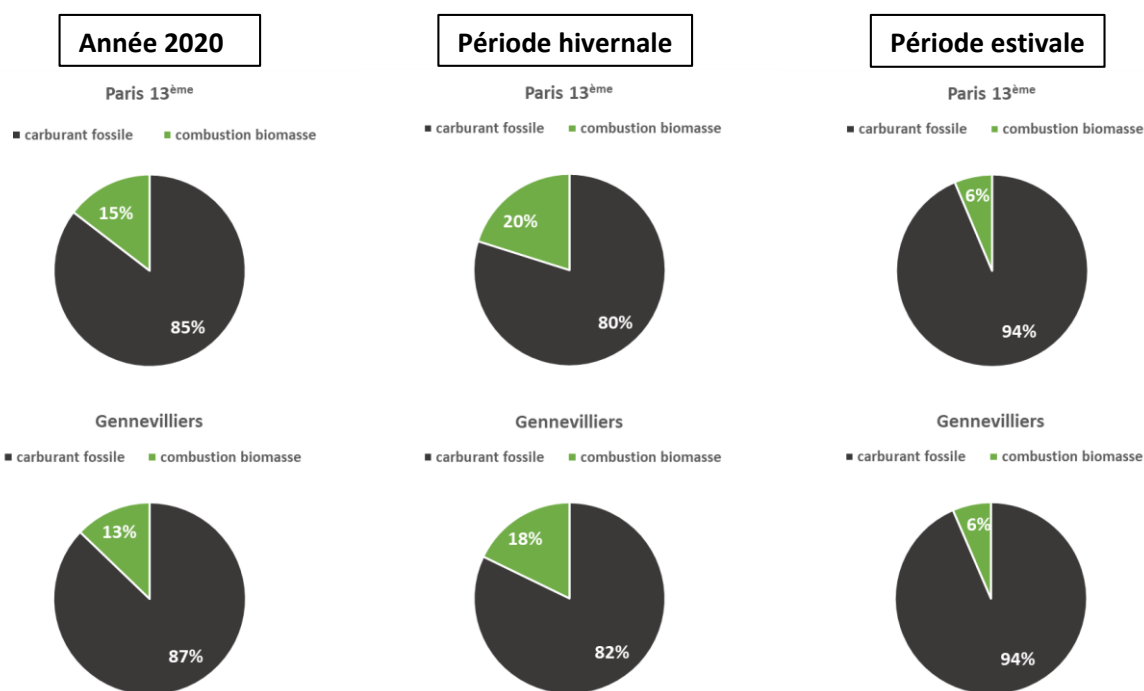


Figure 29 : pourcentages de carbone suie issu de la combustion d'hydrocarbures fossiles et de biomasse en situation de fond en Île-de-France sur l'année 2020, avec une distinction hiver/été.

Ces pourcentages ne reflètent pas directement la contribution du chauffage au bois et du trafic routier dans les particules PM₁₀ ou PM_{2.5} ; la proportion de matière organique étant également à prendre en compte. La proportion de matière organique produite par ces deux sources de combustion est sensiblement différente. Elle est près de 5 fois plus importante pour la combustion de la biomasse que pour le trafic routier.

En complément, Airparif mesure l'**ammoniac (NH₃)**. Les premières mesures de NH₃ (janvier 2016 – septembre 2017) ont été réalisées dans le cadre d'un projet de recherche CORTEA, piloté par l'INRA. Ce programme visait à caractériser les niveaux d'ammoniac (à l'aide de capteurs passifs) sur la région Île-de-France.

À la suite de ces mesures, Airparif a mis en œuvre dès 2018 un suivi en routine du NH₃ afin d'améliorer la compréhension de la formation des particules secondaires. Il vise notamment à étudier la corrélation entre les cycles d'épandage et les niveaux de particules, afin de mieux expliquer les épisodes particuliers liés au nitrate d'ammonium.

Dans l'atmosphère, l'ammoniac (NH₃) est un gaz historiquement étudié pour son **rôle dans l'acidification et l'eutrophisation des milieux naturels**, résultant de la pollution de l'air par des transferts pouvant être de longue distance. Depuis quelques années, il est essentiellement étudié pour sa **participation dans le cycle de formation de particules atmosphériques**. En effet, ce gaz est un **précurseur d'ammonium**, qui réagit avec des espèces acides pour former des particules de nitrate et sulfate d'ammonium. Ces particules secondaires peuvent représenter **une part importante de la composition chimique des particules lors d'épisodes de pollution**. Leur formation reste à ce jour difficile à prévoir.

En 2020, des mesures NH₃ ont été réalisées au moyen de tubes passifs sur 5 sites, 2 sites de fond et 3 sites trafic (Figure 30).

Les concentrations de NH₃ mesurées sur les sites de fond (de 2.9 à 3.8 µg/m³) ont présenté des concentrations inférieures à celles des sites trafic (de 4.5 à 5.6 µg/m³). La teneur maximale moyenne est relevée à proximité du trafic routier, sur le site de RN2 - Pantin. En 2020, les niveaux d'ammoniac sont similaires à ceux mesurés en 2019.

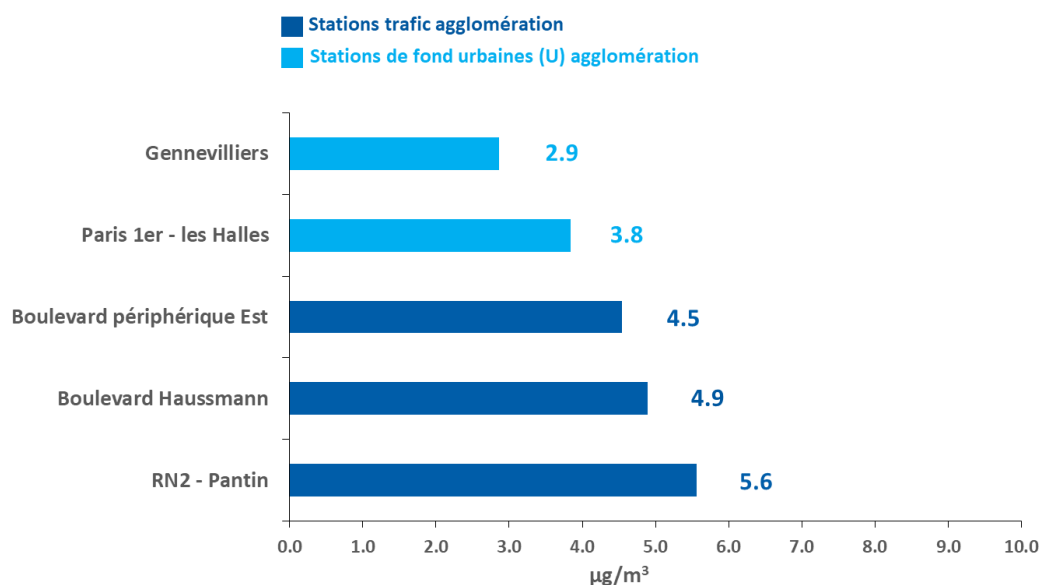


Figure 30 : concentrations moyennes d'ammoniac mesurées en situation de fond urbain et à proximité du trafic routier en 2020

Les particules ultra-fines

Les particules ultra-fines (PUF : 0,01 à 0,1 μm) sont les plus nombreuses (près de 90 %), alors qu'en termes de masse elles ne pèsent pratiquement rien compte tenu de leur extrême petite taille : les données de comptage sont donc importantes en complément des données en masse.

L'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a alerté dans ses avis du 28 juin 2018 et du 16 juillet 2019 sur les enjeux sanitaires posés par les PUF (particules comprises entre 10 et 100 nanomètres) et sur la nécessité de surveiller ces particules dans l'air ambiant – bien qu'elles ne fassent pas l'objet, ce jour, d'une obligation de surveillance réglementaire au même titre que les particules PM_{10} et les particules fines $\text{PM}_{2,5}$.

Un appareil de mesure permanent des particules ultrafines SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer), financé par la Région Île-de-France, a été installé sur le réseau de mesure d'Airparif (station urbaine de fond, Paris 1^{er} - Les Halles) depuis la fin de l'année 2019. Il permet de renseigner les variations temporelles du nombre de particules ultrafines par classes granulométriques au centre de l'agglomération parisienne.

Cette surveillance permet à présent d'illustrer le profil granulométrique annuel du nombre de particules submicroniques sur 136 classes granulométriques allant de 0,01 à 1 μm (Figure 31). Le nombre de particules ayant un diamètre inférieur à 100 nm étant prépondérant, il est usuel de représenter l'axe des diamètres des particules en échelle logarithmique.

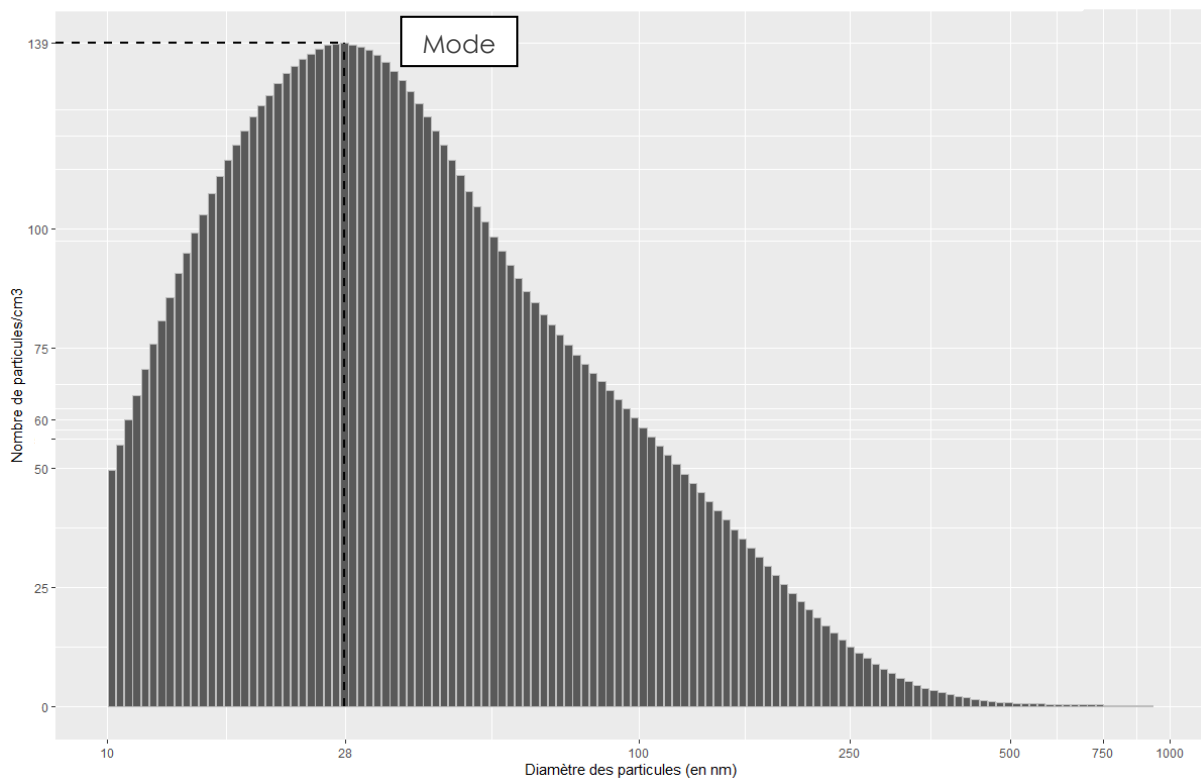


Figure 31 : Distribution granulométrique moyenne annuelle du nombre de particules submicroniques du 01/12/2019 au 30/11/2020

Ce profil granulométrique moyen annuel illustre le profil type présentant un mode majeur centré sur 28 nm, ciblant une source de particules ultrafines. Cette gaussienne montre néanmoins un léger bombement entre 80 et 100 nm, pouvant présumer d'un second mode résultant de sources de combustion de biomasse durant les périodes hivernales. La littérature permet de recenser « l'empreinte » granulométrique de nombreuses sources urbaines et naturelles et de les comparer aux profils granulométriques observés sur la région parisienne pour valider ces conclusions.

L'analyseur enregistrant cette distribution moyenne toutes les 5 minutes, ces données peuvent alors être étudiées à plus fine échelle temporelle Figure 32.

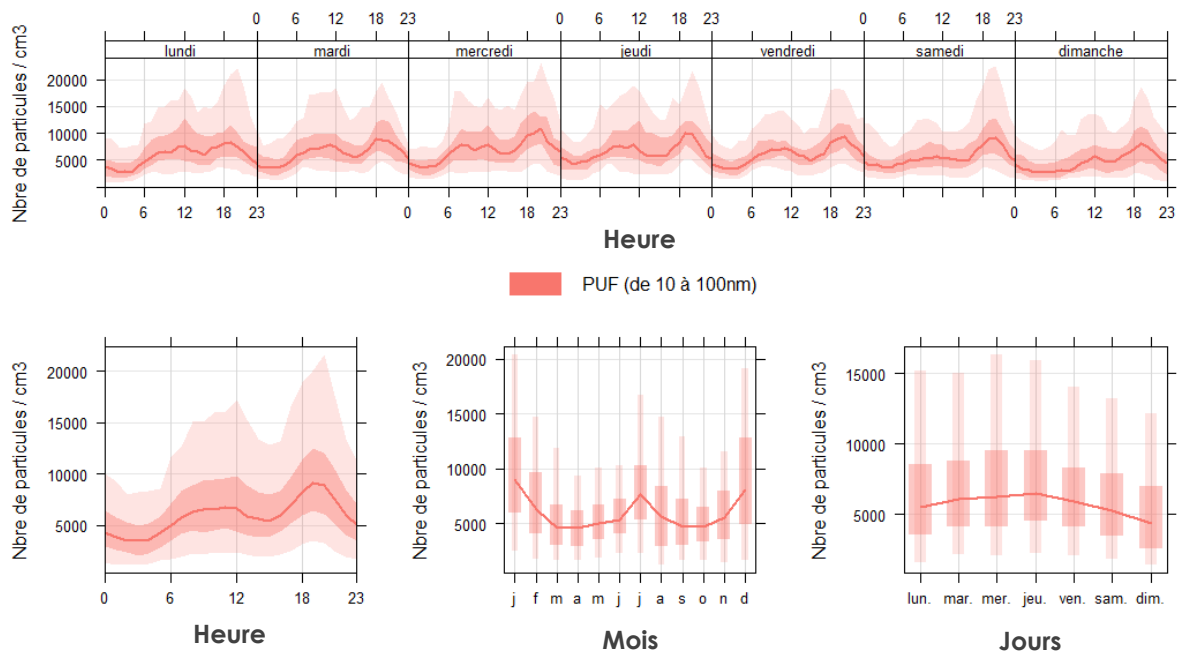


Figure 32 : Evolution des PUF (de 10 à 100 nm) à différentes résolutions temporelles sur une période de un an.

Ces données acquises depuis l'installation de l'analyseur permettent d'obtenir des séries temporelles à l'échelle horaire, journalière, hebdomadaire et mensuelle. Une analyse approfondie de ces résultats fera l'objet de notes spécifiques qui seront publiées au cours de l'année 2021.

Un point sur l'évolution des ces polluants au cours du premier confinement est disponible dans la deuxième partie de ce rapport.

En complément des mesures de comptage total de PUF prévues à partir de 2021 dans le cadre de la surveillance nationale, Airparif a engagé fin 2019 un programme d'étude d'intérêt général de caractérisation des PUF par classe granulométrique dans divers environnements franciliens, afin d'approfondir les connaissances sur les sources de PUF conformément aux recommandations de l'ANSES. Ces études ont pour objectif de caractériser la variabilité spatiale et temporelle des PUF en station de fond et à proximité immédiate de sources locales de particules (à proximité du trafic routier, autour des zones aéroportuaires et dans des zones résidentielles).

En décembre 2020, la première campagne de mesure a été lancée, pour une période de trois mois. Elle a pour objectif de mesurer les PUF dans l'air ambiant en situation de fond. Dans ce cadre, trois stations de mesure du réseau de surveillance d'Airparif (un site urbain, un site péri-urbain et un site rural), en plus du site de référence de Paris 1^{er} - Les Halles, ont été équipées d'un analyseur de comptage et de tri de type SMPS sur la gamme 5 à 400 nm. L'exploitation des données de la première campagne en situation de fond est prévue pour 2021.

En résumé pour les particules

La tendance à la baisse des niveaux de particules observée ces dernières années se poursuit tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier.

Néanmoins, des dépassements récurrents des valeurs limites pour les PM₁₀ sont toujours observés à proximité du trafic même s'ils tendent à diminuer.

Moins d'1 % des Franciliens sont toujours potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀.

Le dépassement de l'objectif de qualité en PM₁₀ concerne moins de 100 000 Franciliens.

La moitié des Franciliens est concernée par le dépassement des recommandations de l'OMS.

Pour les PM_{2,5}, la valeur limite (25 µg/m³) et la valeur cible (20 µg/m³) sont respectées en Île-de-France

Néanmoins, les niveaux moyens annuels en PM_{2,5} sont toujours

largement supérieurs à l'objectif de qualité français et à la recommandation annuelle de l'OMS (10 µg/m³)

Environ 20 % des Franciliens sont concernés par un dépassement de ce seuil.

De plus, la quasi-totalité des Franciliens reste exposée à un air qui ne respecte pas les recommandations journalières de l'OMS.

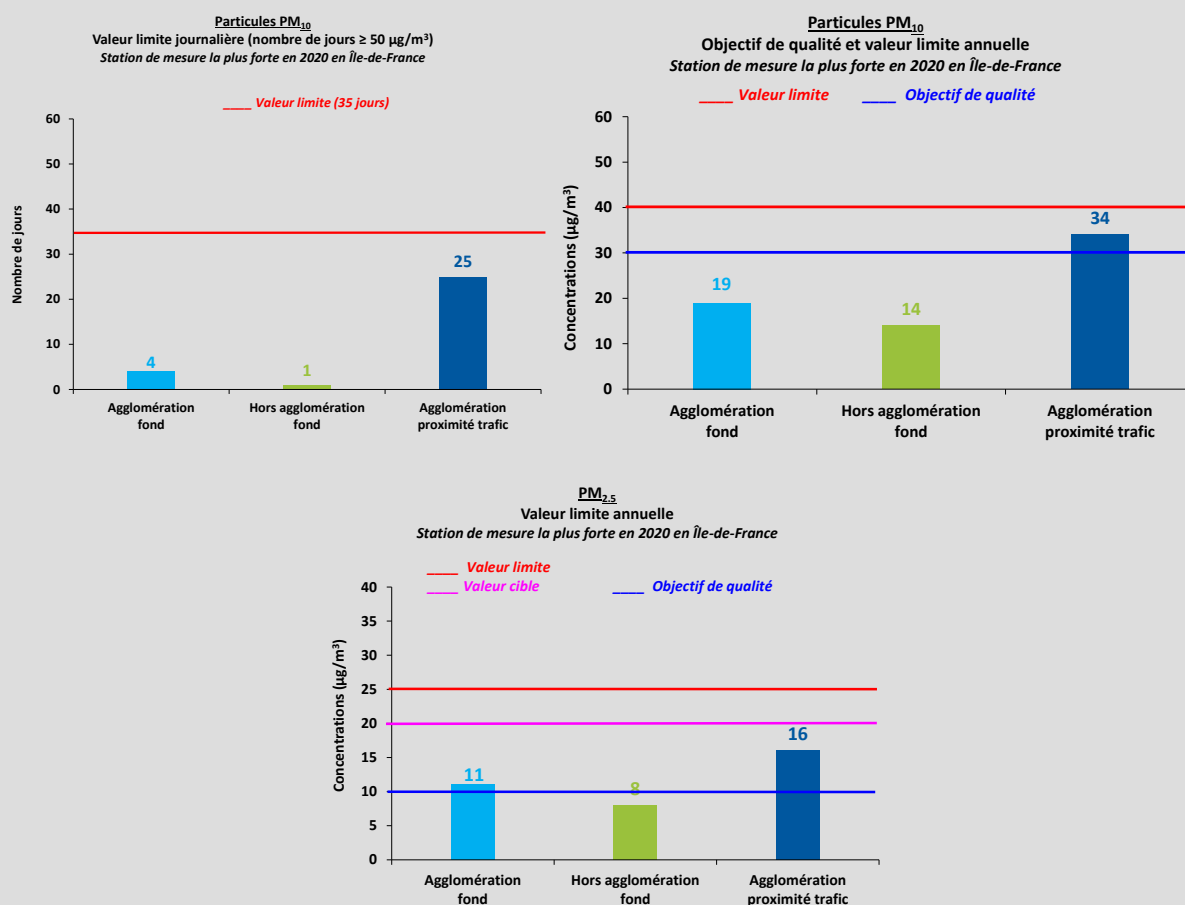


Figure 33 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en particules PM₁₀ et PM_{2,5} en Île-de-France en 2020

Ozone
O₃

L'ozone n'est pas directement émis dans l'atmosphère. Il s'agit d'un **polluant secondaire**. Il est principalement **formé par réaction chimique entre des gaz « précurseurs »**, le dioxyde d'azote (NO₂) et les Composés Organiques Volatils (COV), sous l'effet du rayonnement solaire (UV).

SANTÉ

À des concentrations élevées, l'ozone provoque des problèmes respiratoires, déclenchement de crises d'asthme, diminution de la fonction pulmonaire et apparition de maladies respiratoires. Les derniers travaux montrent qu'à long terme, des liens sont observés avec la mortalité respiratoire et cardio-respiratoire, notamment pour des sujets prédisposés par des maladies chroniques (pulmonaires, cardiaques, diabète), avec l'asthme (incidence ou sévérité) et la croissance de la fonction pulmonaire chez les jeunes.

ENVIRONNEMENT

L'ozone a un effet néfaste sur la végétation, notamment la photosynthèse, qui conduit à une baisse de rendement des cultures. Il a une action **nécrisante** sur les feuilles et dégrade les matériaux de construction. Il contribue également à l'effet de serre.

TENDANCES*

+25%
Loin du trafic

* Tendance sur 10 ans

NORMES FRANÇAISES ET RECOMMANDATIONS OMS

Santé		Végétation		
Valeur cible	Objectif de qualité Objectif à long terme	Valeur cible	Objectif de qualité Objectif à long terme	Recommandation OMS
120 µg/m ³ en moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser + de 25 jours par an en moyenne sur 3 ans	120 µg/m ³ en moyenne sur 8 heures	AOT40* = 18 000 µg/m ³ .h ¹ en moyenne sur 5 ans	AOT40* = 6 000 µg/m ³ .h ¹ sur une année	100 µg/m ³ en moyenne sur 8 heures
Dépassée	Dépassé	Respectée	Dépassé	Dépassée

*pour « Accumulation Over Threshold », correspond à la somme des différences entre les mesures horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ et la valeur de 80 µg/m³, relevées entre 9 et 21h légales, du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année considérée

En 2020 et comme tous les ans, les objectifs de qualité, ainsi que la valeur cible relative à la protection de la santé sont dépassés en Île-de-France. Ce non-respect des normes est dû en partie aux conditions météorologiques très estivales survenues sur la région. Le nombre de jours de dépassement de ces seuils réglementaires aux stations est supérieur à ceux de 2019, mais inférieur à 2018, année durant laquelle une météo estivale encore plus chaude et ensoleillée avait été observée.

OZONE (O₃)

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

L'ozone est un polluant secondaire dont les teneurs sont très influencées par les conditions météorologiques, notamment printanières et estivales. En effet, ces conditions sont propices à la formation de l'ozone par réactions chimiques, à partir des oxydes d'azote (émis essentiellement par le trafic routier) et les composés organiques volatils. L'année 2020 est encore une année chaude et ensoleillée. **Les conditions anticycloniques observées de juin à septembre 2020, couplées à plusieurs épisodes caniculaires et un très fort ensoleillement ont conduit à une élévation importante des concentrations en ozone.** Il en résulte ainsi **des teneurs en ozone supérieures à celles enregistrées en 2019 mais inférieures à celles de 2018**, où les conditions météorologiques estivales étaient encore plus intenses. Les valeurs réglementaires et les recommandations sanitaires portent sur les concentrations maximales, enregistrées en période estivale, qui n'ont donc pas été impactées par les confinements intervenus au printemps et en fin d'année. Si l'activité est restée perturbée par la crise sanitaire durant les mois d'été, son impact est faible sur les concentrations estivales en ozone et sur les dépassements des valeurs réglementaires, contrairement aux valeurs moyennes (cf. Evolution en moyenne sur le long terme).

Protection de la santé

À l'image des années précédentes, **l'objectif de qualité français et objectif à long terme européen relatif à la protection de la santé est dépassé en tout point de la région en 2020** (seuil de 120 µg/m³ sur une période de 8 heures, à ne pas dépasser dans l'année) (Figure 34). C'est également le cas du seuil recommandé par l'OMS (100 µg/m³ à ne pas dépasser sur une période de 8 heures).

Les zones périurbaines et rurales sont généralement plus touchées que le cœur de l'agglomération parisienne. Le dépassement est plus ou moins important selon les conditions météorologiques dominantes de l'année, en particulier les conditions estivales.

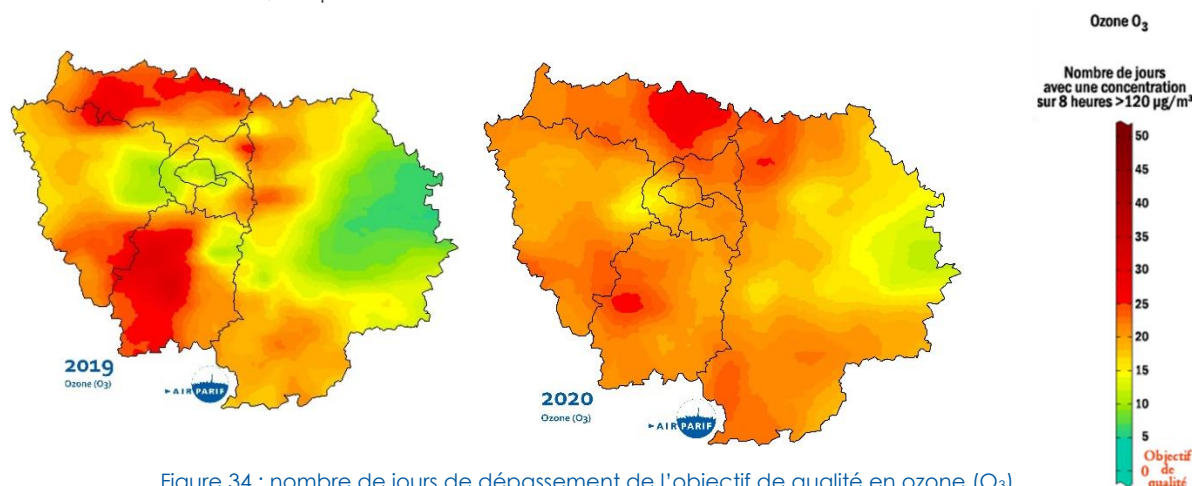


Figure 34 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O₃) (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures) en Île-de-France de 2017 à 2020

En raison d'une insolation et de températures plus importantes entre juin et septembre, **l'année 2020 a enregistré un nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité supérieur à celui de 2019** (+5 jours en moyenne pour les stations automatiques du réseau), **mais inférieur à celui de 2018** (-5 jours).

Comme en 2019, la **valeur cible relative à la protection de la santé** (120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans) **est dépassée sur la région et plus spécifiquement dans certaines zones périurbaines et rurales de l'Essonne et du Val-d'Oise sur la période 2018-2020**, du fait des conditions estivales intenses sur ces 3 années (Figure 35).

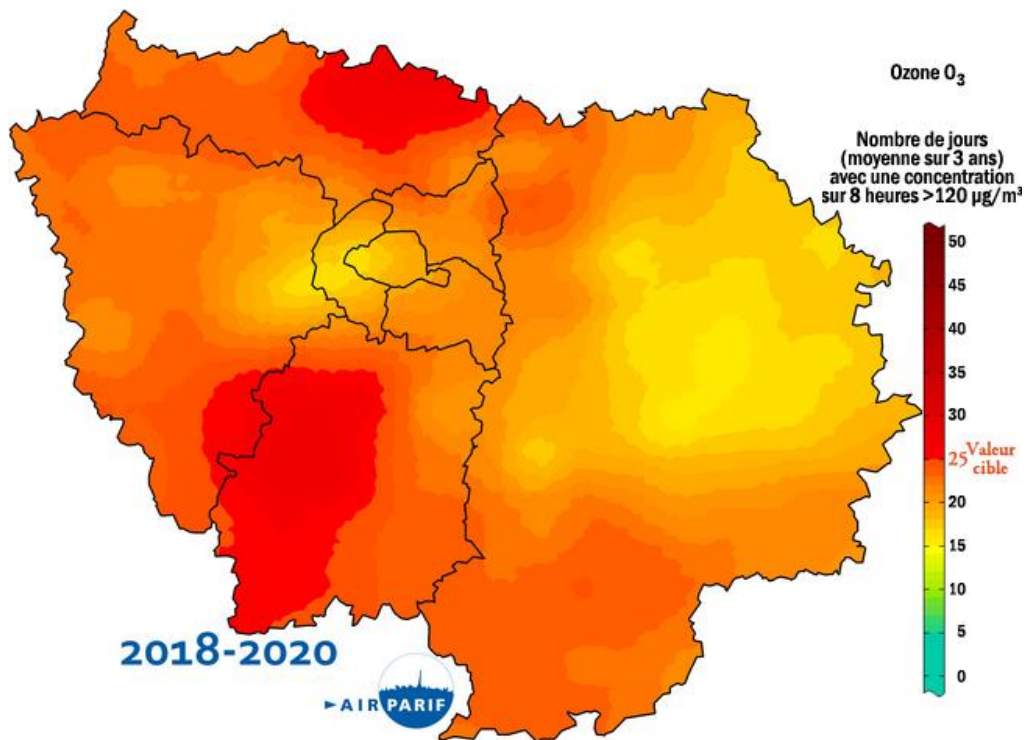


Figure 35 : situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O₃) pour la santé (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans) en Île-de-France – Période 2018-2020

La moyenne du nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures reste plus élevée dans les zones rurales et périurbaines que dans le cœur de l'agglomération parisienne (Figure 36). Ce constat est attribué à l'effet « puits d'ozone » caractéristique des grandes métropoles au centre desquelles se concentrent les sources d'oxydes d'azote (NO_x), telles que le trafic routier et le chauffage résidentiel qui, par réaction avec l'ozone, consomment celui-ci.

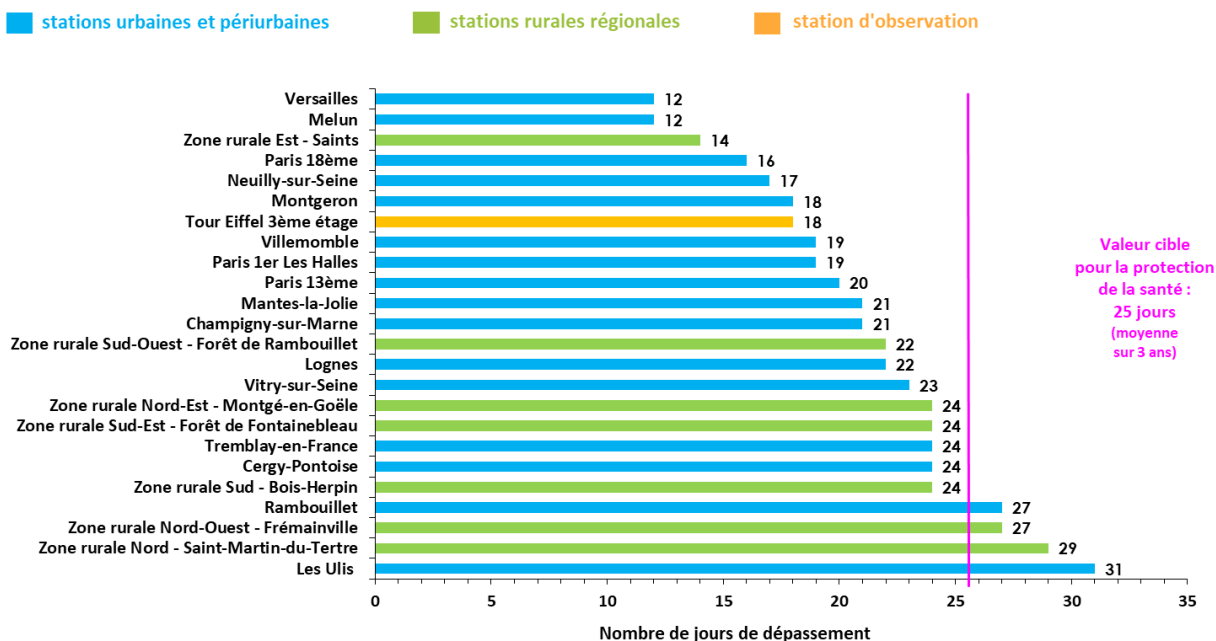


Figure 36 : nombre de jours de dépassement de la valeur cible en ozone (O₃) pour la protection de la santé (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans à ne pas dépasser plus de 25 jours par sur une moyenne de 3 ans) en Île-de-France (moyenne 2018-2020)

Protection de la végétation

De nombreuses études scientifiques ont montré les effets néfastes de l'ozone sur la végétation, du fait de son fort pouvoir oxydant. Il peut s'agir de la végétation naturelle (en particulier, les forêts et zones d'intérêt écologique), mais également des cultures (notamment les céréales). Le blé a, par exemple, fait l'objet de nombreux travaux montrant des baisses de rendement associées à de forts niveaux d'ozone durant la période de croissance [Feng et al, 2008].

De ce fait, la réglementation intègre **des objectifs de qualité et des valeurs cibles calés sur les périodes de pleine végétation et de culture situées au printemps et au début de l'été**. Ainsi, l'AOT 40 représente un cumul des concentrations dépassant un certain seuil (80 µg/m³) sur l'ensemble de la période végétative (mai-juillet). Il s'exprime en µg/m³.h⁻¹.

Les confinements pour lutter contre la Covid-19 n'ont pas concerné la période estivale et n'ont par conséquent pas eu d'impacts sur l'ozone estival. Contrairement aux autres polluants, il est donc possible d'intégrer l'année 2020 pour le calcul de l'objectif de qualité pour la protection de la végétation.

La situation de l'AOT par rapport au **seuil de la valeur cible** (fixé à 18 000 µg/m³.h⁻¹) se juge en moyenne sur une période de 5 ans. Par conséquent, la moyenne est moins fluctuante d'une année à l'autre. **En 2020, la valeur cible est encore respectée en tout point de l'Île-de-France**. La plus forte moyenne enregistrée par station sur la période 2016-2020 est de 15 051 µg/m³.h⁻¹ (- 2 % par rapport à 2019).

A contrario, **l'objectif de qualité français pour la protection de la végétation** (fixé à 6 000 µg/m³.h⁻¹ de mai à juillet, équivalent à l'objectif à long terme européen) est **dépassé en Île-de-France tous les ans**. En 2020, toutes les stations du réseau d'Airparif enregistrent des teneurs supérieures à l'objectif de qualité pour la protection de la végétation. Le constat de dépassement est généralement prononcé dans les zones rurales et périurbaines visées par ce seuil de protection, où **les teneurs sont jusqu'à plus de 2 fois supérieures à la norme** (Figure 37).

En 2020, les teneurs en ozone constituant l'AOT40 ont été inférieures à celles relevées en 2019.

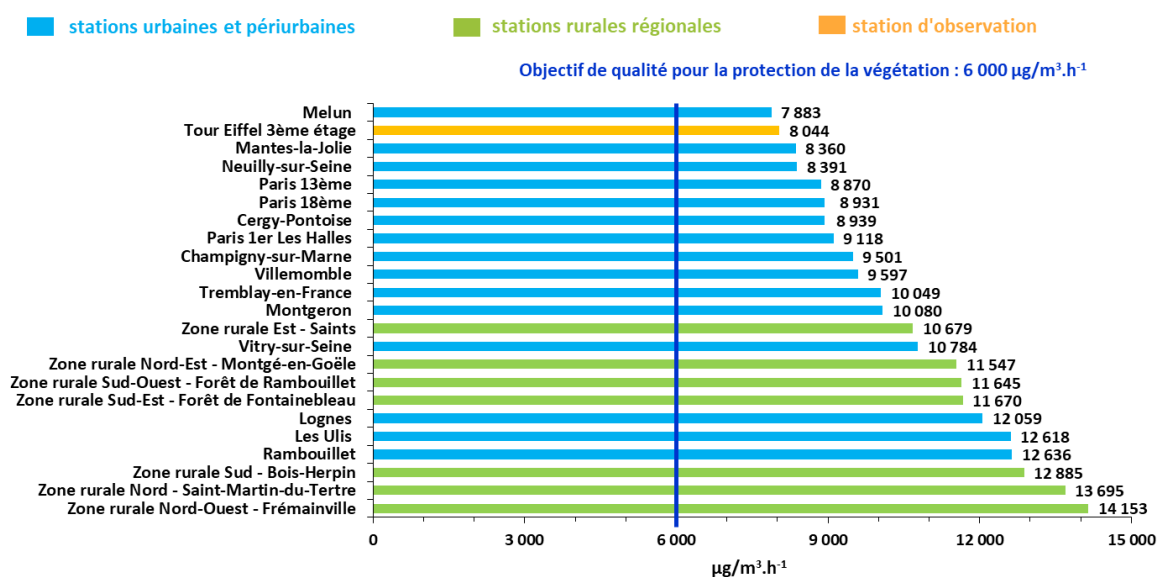


Figure 37 : situation par rapport à l'objectif de qualité en ozone (O₃) pour la protection de la végétation (AOT40, seuil de 6 000 µg/m³.h⁻¹) en Île-de-France en 2020

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ

Compte-tenu des fortes fluctuations interannuelles liées aux conditions météorologiques, **le nombre moyen de jours de dépassement de l'objectif de qualité relatif à la protection de la santé** (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures) **peut considérablement varier dans le temps**. Il s'analyse donc au regard de la météorologie estivale, et notamment de la présence de périodes durablement chaudes et ensoleillées.

Les confinements pour lutter contre la Covid-19 n'ont pas concerné la période estivale et n'ont par conséquent pas eu d'impacts sur l'ozone estival. Contrairement aux autres polluants, il est donc possible d'intégrer l'année 2020 pour le calcul du nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité pour la protection de la santé.

L'année 2020 se caractérise par une forte insolation et un nombre de jours de forte chaleur supérieur à la moyenne. Les nombres de jours moyens de dépassement de l'objectif de qualité dans l'agglomération et en zone rurale en 2020 sont supérieurs à ceux des douze dernières années, à l'exception de l'année 2018 (Figure 38).

Ce nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité reste en dessous de l'année 2018, qui avait connu un épisode de canicule durable et très intense, et est très inférieur à l'année 2003.

Sur la période 1998-2020, **le nombre de jours de dépassement ne montre pas de tendance à la baisse, même si son intensité varie en fonction des conditions météorologiques estivales. Il reste continuellement supérieur à l'objectif de qualité** (aucun dépassement autorisé).

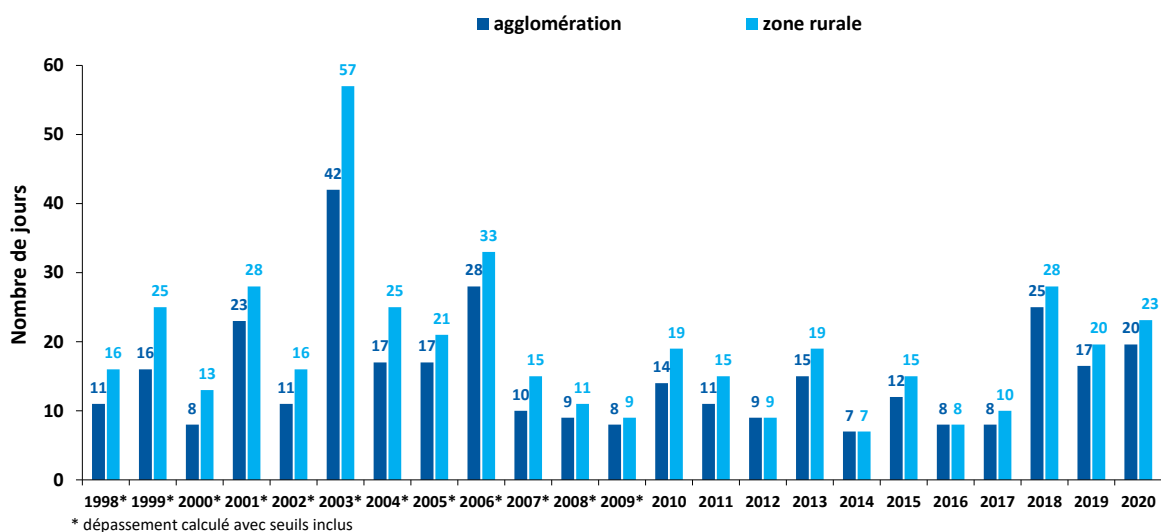


Figure 38 : nombre moyen de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O₃) (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures) en Île-de-France de 1998 à 2020

Compte-tenu de cette forte dépendance aux conditions météorologiques, l'évolution du nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures ne peut s'évaluer de manière pertinente que sur le moyen terme. La Figure 39 illustre la situation en ozone par rapport à la valeur cible pour la protection de la santé, calculée en moyenne sur 3 ans et à ne pas dépasser plus de 25 jours par an.

Sur les périodes 2006-2008 à 2016-2018, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée en tout point de l'Île-de-France. La période allant de 2007-2009 à 2015-2017 enregistre le plus faible nombre de jours de dépassement de tout l'historique.

Le nombre de jours de dépassement de la valeur cible sur les stations les plus fortes dans l'agglomération et en zone rurale est en augmentation depuis la période 2016-2018 (Figure 39). **Pour la deuxième année consécutive, cette valeur cible est dépassée.**

Cette hausse est due aux conditions météorologiques estivales exceptionnelles depuis 2018, avec notamment de fortes températures et une insolation très excédentaire, qui ont engendré des concentrations élevées en ozone.

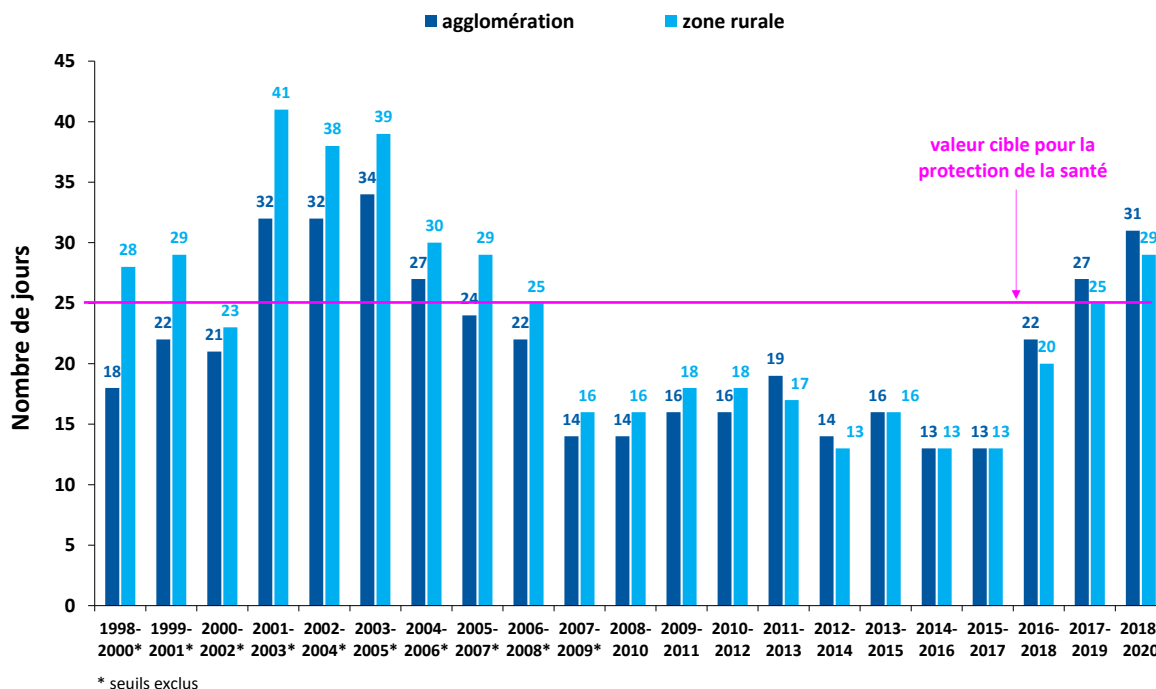


Figure 39 : nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures en ozone en moyenne sur 3 ans (valeur cible pour la protection de la santé) sur la station de mesure la plus forte en Île-de-France de 1998-2000 à 2018-2020

Contrairement aux autres valeurs mesurées durant la période estivale, la moyenne annuelle prend en compte l'année entière. Les niveaux moyens de dioxyde d'azote ont été fortement impactés par les restrictions d'activité liées à la crise sanitaire (-20 % dans Paris et -10 % en petite couronne). Les oxydes d'azote réagissant avec l'ozone, ces diminutions ont eu pour conséquence une augmentation sensible des concentrations moyennes en ozone, principalement dans Paris. C'est pourquoi l'année 2020, de par son caractère atypique, n'a pas été prise en compte dans le calcul des évolutions à long terme présentées ci-dessous pour ne pas les biaiser.

Entre 1994 et 2019, les niveaux moyens annuels d'ozone mesurés dans l'agglomération parisienne ont augmenté de 96 % (Figure 40). Cette hausse a été significative dans la première partie de l'historique. **Entre 1994 et 2003, le rythme moyen annuel de hausse était d'environ +7 % par an. Entre la période 2001-2003 et 2015-2017, les niveaux urbains de fond en ozone sont statistiquement stables. Depuis 2016-2018, les concentrations moyennes annuelles en ozone connaissent une nouvelle augmentation ; celles mesurées sur la période 2017-2019 étant les plus fortes de l'historique.** L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

Ozone (O₃)

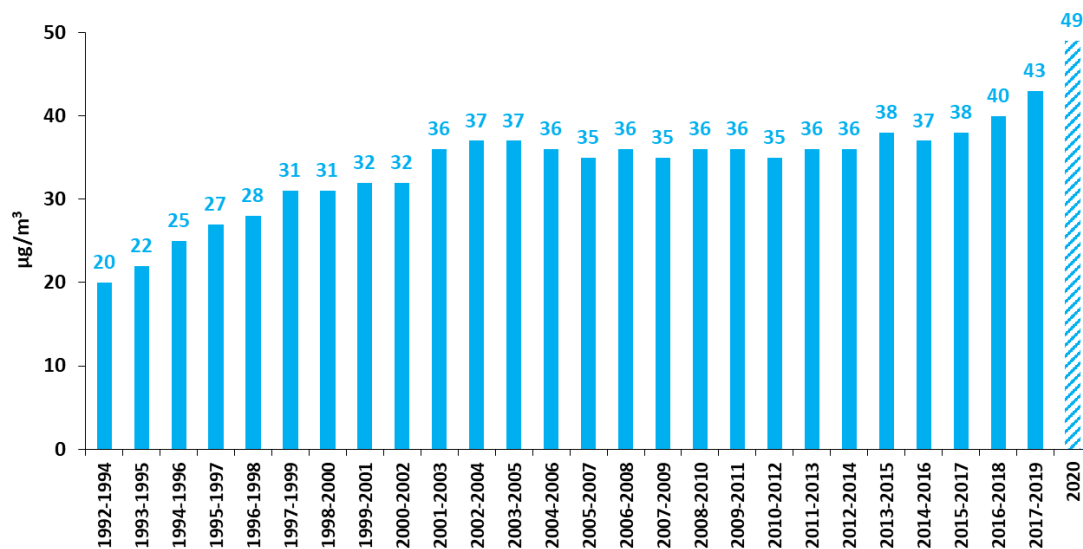


Figure 40 : évolution, à échantillon constant de trois stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone (O₃) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2020

Cette hausse a été constatée en France, mais également dans toute l'Europe. Elle est principalement liée à deux phénomènes. Le premier tient paradoxalement à la diminution des niveaux d'oxydes d'azote (NO_x) dans les grandes agglomérations des pays les plus développés. En effet, la baisse régulière des niveaux de monoxyde d'azote (NO), qui localement dans les cœurs urbains détruit chimiquement l'ozone, induit une hausse des niveaux moyens d'ozone.

Le second s'observe dans l'ensemble de l'hémisphère nord : il tient à la hausse globale des émissions de précurseurs de l'ozone (multipliées par 5 en un siècle). **Les scientifiques s'accordent à dire qu'il n'y aura pas de baisse des niveaux moyens d'ozone tant que les émissions de précurseurs à l'échelle globale ne diminueront pas de manière sensible** [Collette et al., 2011 ; Guerreiro et al., 2014 ; Weber et al., 2018]. L'augmentation du transport intercontinental de l'ozone et de ses précurseurs dans l'hémisphère nord est également à prendre en compte (EEA, 2010a, 2010b).

Une récente étude a également montré que le dérèglement climatique (qui multiplie les vagues de chaleur et de sécheresse) renforce le stress hydrique de la végétation. Ce phénomène limite fortement la capacité des plantes à capter l'ozone dans l'air et à l'éliminer efficacement. Par conséquent, l'absorption de l'ozone par une végétation en état de stress hydrique est fortement remise en cause et pourrait potentiellement expliquer l'augmentation des niveaux moyens annuels rencontrés en Europe (Lin et al., 2020).

Sur le moyen et long terme, l'ozone reste en Île-de-France une problématique chronique récurrente.

Les niveaux de pointe en ozone sont étroitement liés aux vagues de chaleur et de sécheresse, dont la fréquence et l'intensité tendent à augmenter en Europe (Lin et al., 2020). De ce fait, le changement climatique affectera les futures concentrations d'ozone, en raison de l'évolution des conditions météorologiques, avec notamment plus d'épisodes caniculaires, ainsi qu'en raison de l'augmentation des émissions de précurseurs spécifiques (notamment celles des COV biogéniques dues à la hausse des températures).

La quantification des futurs niveaux d'ozone reste néanmoins incertaine, compte-tenu de la complexité des processus de formation de ce composé. Les modélisations prévoient une augmentation des concentrations en ozone à moyen et long terme, au-delà de 2040 (ETC/ACM, 2015). Toutefois, cette tendance pourrait être très probablement compensée par les mesures envisagées de réduction des émissions de précurseurs d'ozone (Collette et al., 2013). Le changement climatique, combiné à cette réduction des émissions, pourrait influencer les futurs niveaux d'ozone (EEA, 2015).

RECORDS HISTORIQUES

La Figure 41 indique les concentrations d'ozone les plus fortes relevées depuis 1992.

Historique 1992-2020	Fond urbain et péri-urbain		Fond rural régional	
	Valeur (µg/m ³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m ³)	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	61	Les Ulis, 2019	64	Zone rurale Sud-Ouest Forêt de Rambouillet, 2020
Concentration horaire maximale	340	Tremblay-en-France le 11 août 1998 à 18h légales	327 ⁽¹⁾	Zone rurale Sud-Est Forêt de Fontainebleau, le 31 juillet 1992 à 20h légales
Concentration sur 8 heures maximale	252	Les Ulis le 8 août 2003 de 13h à 21h légales	260	Zone rurale Sud-Ouest Forêt de Rambouillet, le 8 août 2003 de 13h à 21h légales
	Valeur (jours)	Où et quand ?	Valeur (jours)	Où et quand ?
Nombre de jours de dépassement de 120 µg/m ³ sur 8h le plus fort	56	Les Ulis, 2003	68	Zone rurale Sud-Ouest Forêt de Rambouillet, 2003
Nombre de jours de dépassement de 180 µg/m ³ sur 1h le plus fort	14	Cergy-Pontoise, 2003	18	Zone rurale Sud-Ouest Forêt de Rambouillet, 1995

(1) 357 µg/m³ à Frémenville le 12 juillet 1994 durant une campagne de mesure temporaire

Figure 41 : records annuels pour l'ozone (O₃) en Île-de-France sur l'historique 1992-2020

En résumé pour l'ozone

L'ozone (O₃), polluant secondaire et gaz à effet de serre, reste une problématique chronique récurrente en Île-de-France.

Les objectifs de qualité relatifs à la protection de la santé et de la végétation sont dépassés quasiment en tout point de la région en 2020.

L'intensité de ces dépassements est très dépendante des conditions météorologiques (notamment de la température et de l'ensoleillement).

La valeur cible relative à la protection de la santé est à nouveau dépassée en 2020, en particulier dans certaines zones périurbaines et rurales.

100 % des Franciliens sont concernés par le dépassement de la valeur recommandée par l'OMS (fixée à 100 µg/m³ sur 8 heures).

L'ozone est le seul polluant pour lequel les concentrations moyennes annuelles augmentent d'année en année.

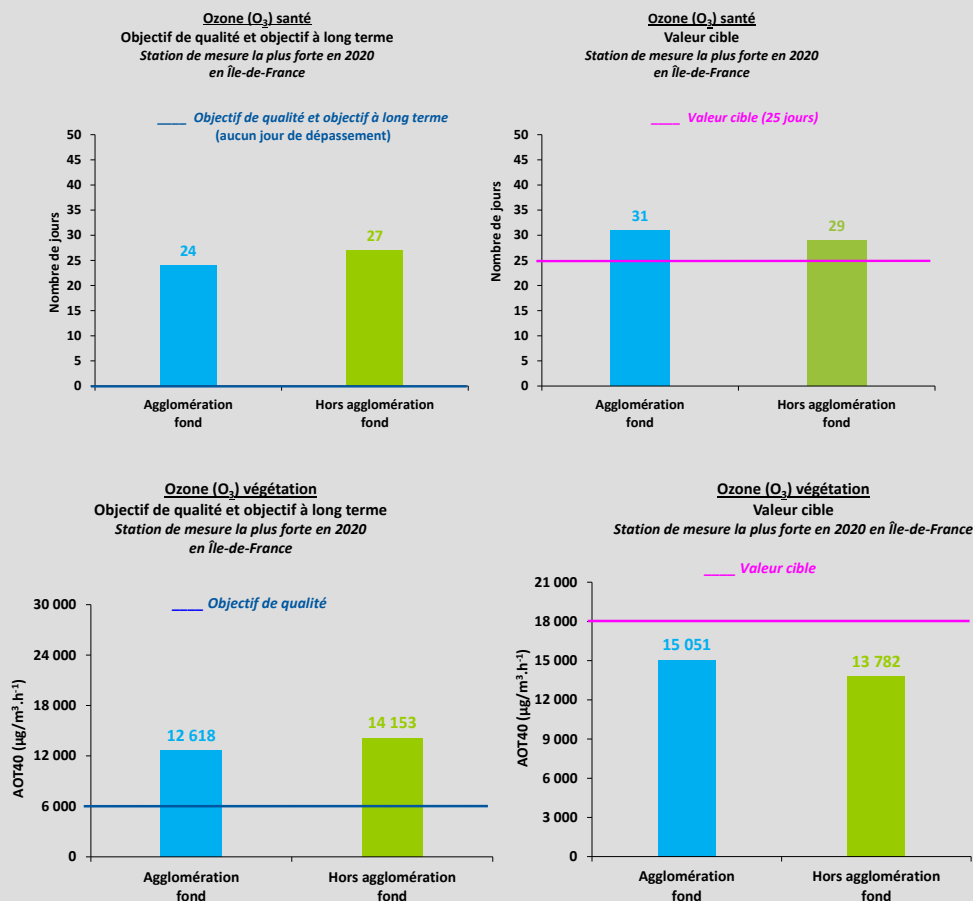


Figure 42 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en ozone (O₃) en Île-de-France en 2020



Tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, les niveaux annuels de benzène ont baissé en 2020. La valeur limite annuelle (fixée à 5 µg/m³) est respectée en tout point de la région Île-de-France. Respecté en situation de fond, l'objectif de qualité (fixé à 2 µg/m³) est très ponctuellement dépassé le long de certaines voies de circulation franciliennes.

BENZÈNE (C₆H₆)

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

Les cartes de la Figure 43 illustrent les concentrations moyennes annuelles en benzène en Île-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne parisienne pour l'année 2020.

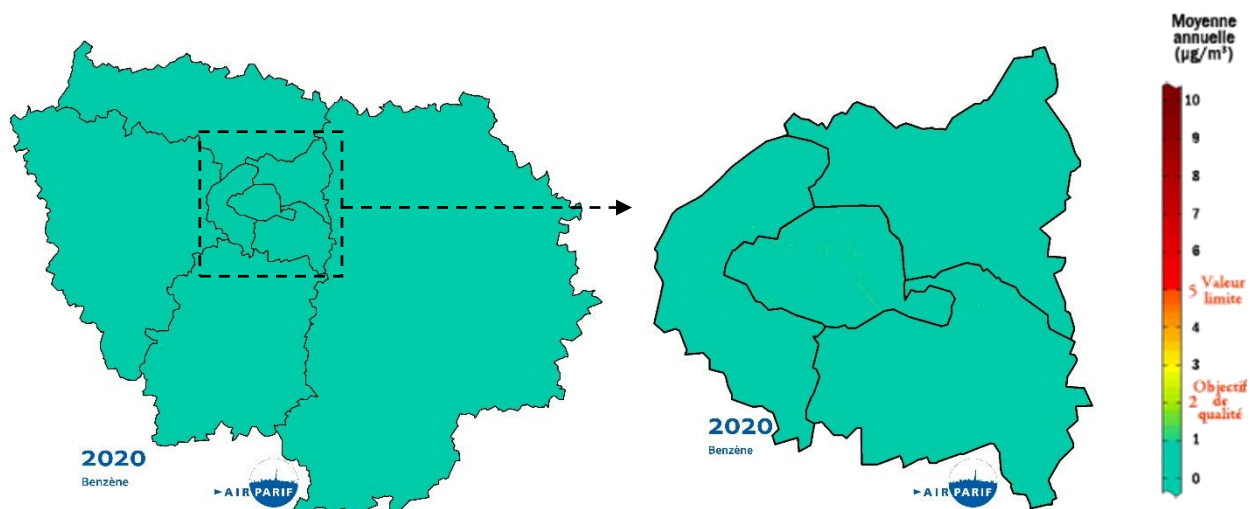


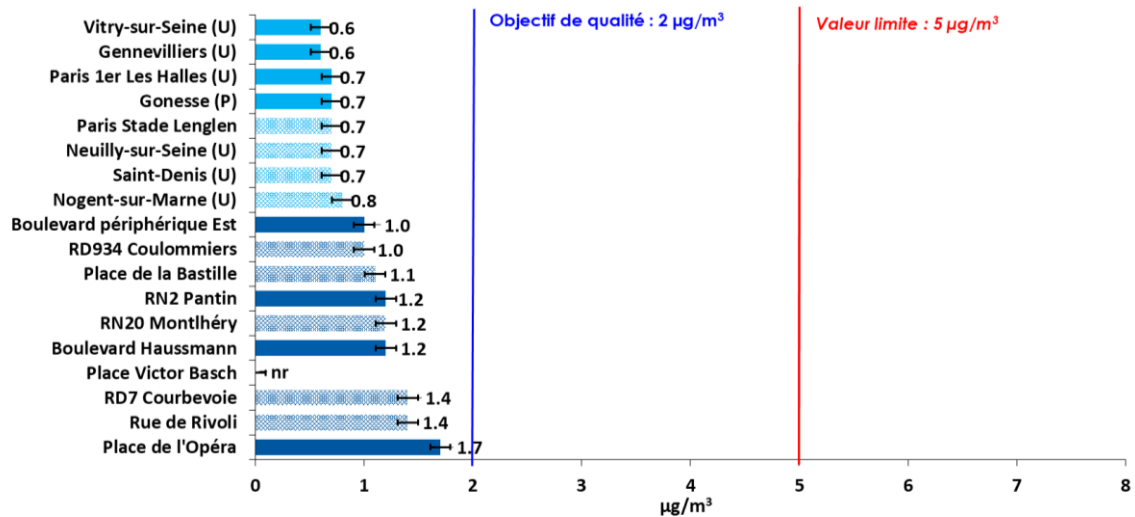
Figure 43 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne en 2020

En situation de fond, les concentrations de benzène sont homogènes et largement inférieures à l'objectif de qualité français et à la valeur limite (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, respectivement). Les niveaux relevés en 2020, compris entre 0,6 et 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sont les plus faibles de l'historique (Figure 44). Ces faibles concentrations sont en partie liées aux confinements et aux activités humaines ralenties, notamment de par la diminution du trafic routier.

Les concentrations moyennes annuelles en benzène sont plus élevées au droit des axes routiers parisiens en raison de conditions de circulation souvent congestionnées, couplées à une configuration défavorable à la dispersion des polluants (axes confinés dans le tissu urbain : effet des rues « canyon »). Sur les stations trafic du réseau permanent d'Airparif, elles sont comprises entre 1,0 et 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette gamme de concentrations est également la plus faible de l'historique. De même, l'écart entre les concentrations mesurées sur les stations de fond et les stations de proximité au trafic n'a jamais été aussi faible, ce qui s'explique par la forte baisse du trafic routier pendant les confinements.

À proximité du trafic routier, les niveaux moyens annuels en benzène sont largement inférieurs au seuil de la valeur limite européenne. **En 2020, aucun Francilien n'est exposé à un dépassement de l'objectif de qualité français (fixé à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)**. Toutefois, il n'est pas exclu que cette valeur soit dépassée très ponctuellement au droit de certains axes routiers parisiens et régionaux.

Ces résultats sont à considérer hors influence directe et locale de sources ponctuelles importantes de Composés Organiques Volatils (COV) et plus particulièrement de benzène (type raffinerie). En effet, des concentrations ponctuellement plus importantes peuvent être rencontrées à proximité immédiate de sources d'émissions, telles que les stations-service ou les garages, qui font l'objet de campagnes de mesure spécifiques.



En complément des mesures automatiques, Airparif réalise des mesures discontinues de benzène depuis 2007. Ces mesures sont effectuées au moyen de tubes à diffusion durant 12 semaines, réparties uniformément sur l'année. Pour ces sites, les résultats indiqués représentent la moyenne de ces douze semaines, représentatifs d'une moyenne annuelle. Il s'agit ainsi de mesures indicatives.

Figure 44 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France en 2020
nr : non représentatif

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE

L'année 2020 étant particulièrement atypique, les tendances présentées dans ce bilan s'appuient sur les concentrations de la période 2009-2019.

Après une très forte baisse enregistrée jusqu'au début des années 2000 (-66 % entre 1994-1996 et 2000-2002, de par la diminution du taux de benzène dans les carburants), **les niveaux diminuent beaucoup plus lentement ces dernières années et tendent à se stabiliser** (Figure 45). Les niveaux moyens en benzène mesurés sur la période 2016-2018 et 2017-2019 sont les plus faibles de l'historique.

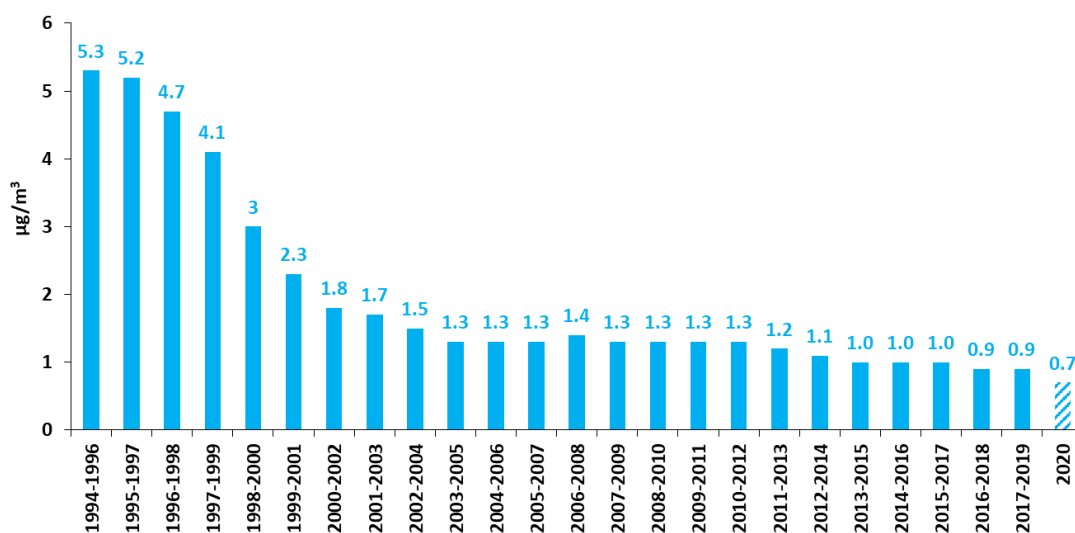


Figure 45 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, de la concentration moyenne de benzène sur 3 ans dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2020

À proximité du trafic routier, la tendance des teneurs en benzène suit celle des autres polluants primaires directement émis par le trafic routier (particules, NO₂) avec toutefois **une baisse plus marquée en 2020**, date à laquelle une réglementation européenne a limité le taux de benzène dans les carburants. Entre 1994-1996 et 2000-2002, la concentration moyenne en benzène sur la station trafic de la Place Victor Basch a diminué d'un facteur 3. **Depuis 2007, la baisse observée s'est sensiblement ralentie** (de l'ordre de -50 % entre 2009 et 2019) (Figure 46).

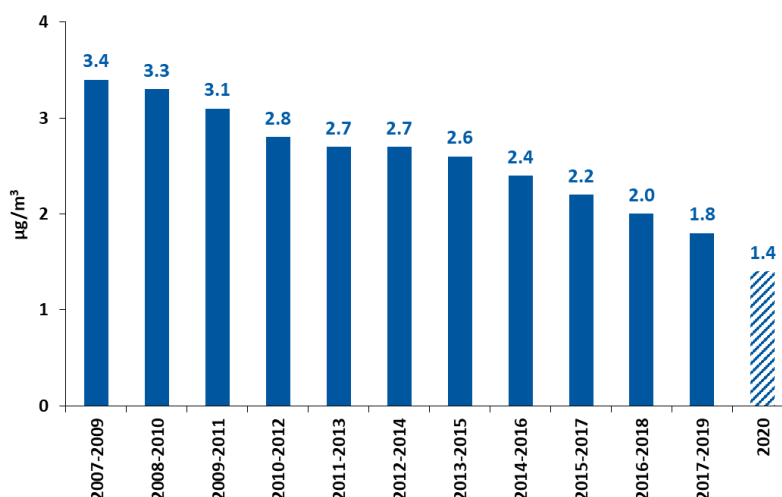


Figure 46 : évolution de la concentration moyenne en benzène sur 3 ans sur 5 stations trafic (Place Victor Basch, Place de l'Opéra, Boulevard Haussmann, RN2 Pantin, RD7 Courbevoie) de 2007-2009 à 2017-2019

En résumé pour le benzène

Au-delà de la baisse tendancielle de ces dernières années, les restrictions d'activités liées à la crise sanitaire, et notamment le confinement avec une baisse de trafic, ont eu un impact sur les concentrations en benzène

La valeur limite annuelle (fixée à 5 µg/m³) est respectée en tout point de l'Île-de-France depuis 2006
Respecté en situation de fond, l'objectif de qualité français (fixé à 2 µg/m³) reste toutefois très ponctuellement dépassé le long de certains voies de circulation parisiennes

Aucun Francilien n'est exposé à un dépassement de l'objectif de qualité en benzène

Depuis 2010, la baisse est constante

Tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, les niveaux de benzène ont légèrement baissé entre 2019 et 2020

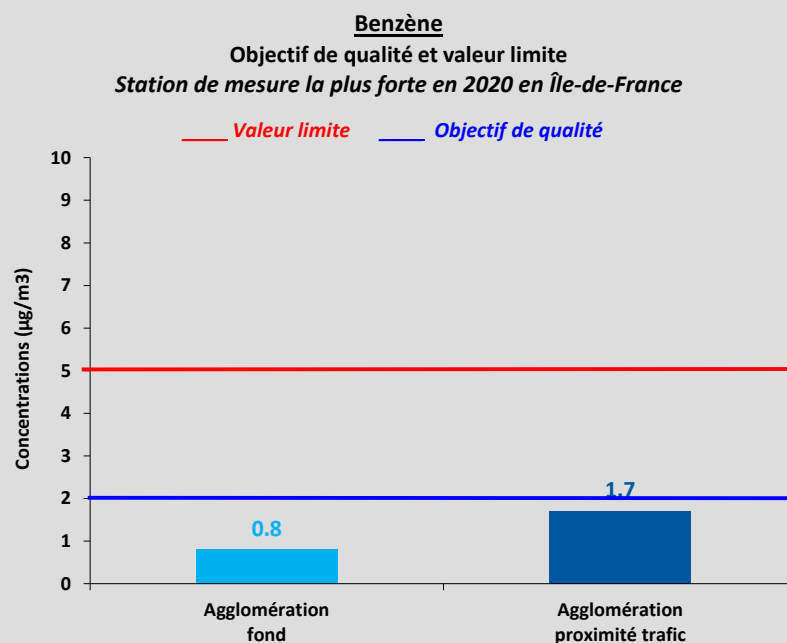


Figure 47 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en benzène (C₆H₆) en Île-de-France pour l'année 2020

AUTRES HYDROCARBURES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES (HAM)

En complément du benzène, quatre HAM sont mesurés en routine par Airparif : le toluène, l'éthylbenzène, les m+p-xylène et o-xylène. Au même titre que pour le benzène, ces quatre composés sont principalement émis par le trafic routier. Dans une moindre mesure, ils peuvent également être émis par les activités liées au chauffage domestique au bois et lors de leur utilisation comme solvants au cours de différents procédés industriels. Le toluène est l'un des principaux constituants de l'essence sans plomb.

Ces composés ne font pas l'objet de normes contraignantes pour la qualité de l'air ambiant. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande néanmoins de ne pas dépasser la teneur de 260 µg/m³ d'air en moyenne hebdomadaire pour le toluène [OMS, 2000].

La Figure 48 présente les concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en continu sur 8 stations de prélèvement (fond et trafic) réparties en Île-de-France pour l'année 2020. **La plus forte teneur hebdomadaire enregistrée en 2020 est de 25 µg/m³ pour le toluène (valeur supérieure à celle de 2019). Elle est obtenue sur la station trafic Place Victor Basch du 15 au 20 septembre 2020. Cette valeur est plus de 10 fois inférieure à la recommandation de l'OMS.**

La concentration moyenne annuelle en toluène relevée à la station Place de l'Opéra (8,5 µg/m³) est près de trois fois plus élevée que sur le Boulevard Périphérique Est et plus de cinq fois plus importante qu'en situation de fond (Figure 49).

	Concentrations moyennes annuelles (µg/m ³)				
	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	M+p xylène	O-xylène
Paris 1er Les Halles	0.7	1.7	0.3	0.9	0.4
Gennevilliers	0.6	1.6	0.2	0.7	0.3
Vitry-sur-Seine	0.6	1.5	0.2	0.7	0.3
Moyenne agglomération fond	0.6	1.6	0.2	0.8	0.3
Boulevard périphérique Est	1.0	3.0	0.4	1.4	0.6
Place Victor Basch	nr	nr	nr	nr	nr
Bd Haussmann	1.2	5.3	0.8	2.5	1.0
Place de l'Opéra	1.7	8.5	1.2	4.1	1.6
RN2 Pantin	1.2	5.4	0.8	2.5	1.0

nr* : données dont la valeur est non représentative car le taux de saisie des données est inférieur à 75 %

Figure 48 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en continu en Île-de-France en 2020

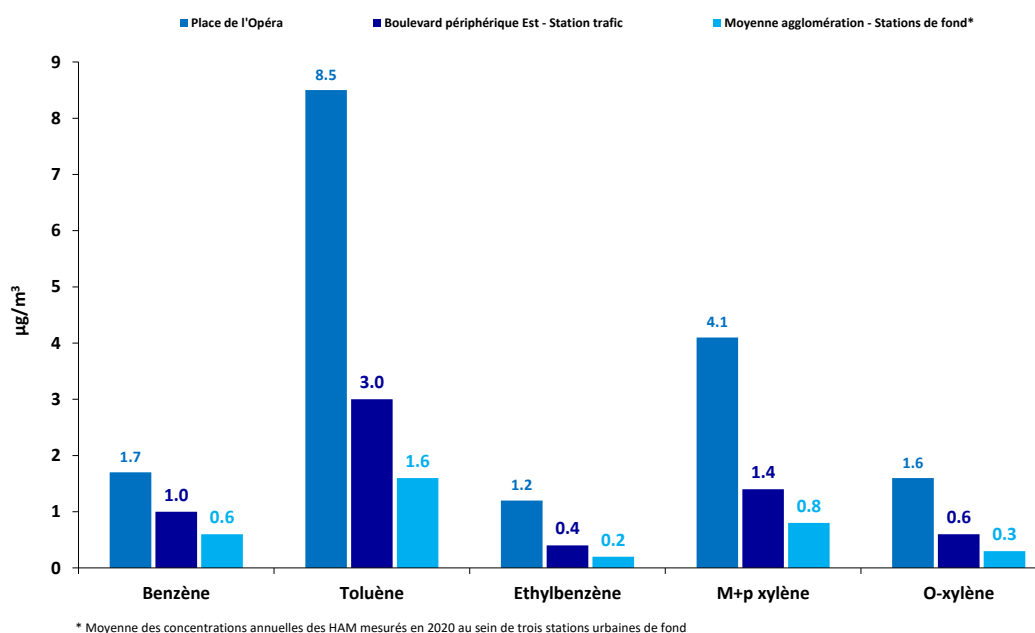


Figure 49 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en 2020 au sein de deux stations trafic parisiennes (Place de l'Opéra, Boulevard Périphérique Est) et en situation de fond urbain

POLLUANTS NE DÉPASSANT PAS LES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR

Hydrocarbure aromatique polycyclique HAP

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) se forment lors de **combustions incomplètes**, en particulier celle de la biomasse. Les HAP sont ainsi majoritairement **émis par le chauffage au bois**, par les combustions non maîtrisées (brûlage de déchets verts, barbecues) ainsi que par le trafic routier, en particulier par les véhicules diesel. Les HAP sont toujours présents sous forme de mélanges complexes et peuvent se trouver sous forme gazeuse ou particulaire dans l'atmosphère. Une partie des HAP, notamment le benzo(a)pyrène (BaP), entre donc dans la composition des particules PM₁₀.



SANTÉ

La toxicité des HAP varie fortement d'un composé à l'autre. Ils peuvent notamment entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire. Le benzo(a)pyrène, considéré comme un traceur de la pollution urbaine aux HAP, est **cancérogène** pour l'homme. D'autres HAP sont reconnus **cancérogènes probables ou possibles**. De nouvelles connaissances relient l'exposition aux HAP et l'état de santé cardiovasculaire.



ENVIRONNEMENT

Certains HAP, tels que le benzo(a)anthracène, le fluoranthène et le pyrène, sont **toxiques** pour l'environnement. Les HAP contaminent les sols, les eaux et la chaîne alimentaire ; leur accumulation dans les organismes vivants en perturbe l'équilibre, notamment par stress oxydant.



TENDANCES*



* Tendance sur 10 ans



NORMES FRANÇAISES

Le long du trafic	Loi du trafic
Valeur cible	Valeur cible
1 ng/m ³ en moyenne annuelle civile	1 ng/m ³ en moyenne annuelle civile
Respectée	Respectée

BENZO(A)PYRÈNE

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

La **valeur cible européenne** (fixée à 1 ng/m³ en moyenne annuelle) **est largement respectée** sur l'ensemble des sites de mesure d'Airparif.

En 2020, la mesure de benzo(a)pyrène du cœur de Paris, implantée à Paris 13^{ème} depuis 2020, a réintégré la station de Paris 1^{er} Les Halles, qui avait dû être fermée en raison des travaux de réaménagement du jardin des Halles. La mesure d'Argenteuil a également été transférée à Tremblay-en-France, station de fond située en bordure d'une zone pavillonnaire.

Des différences de concentrations en benzo(a)pyrène peuvent être observées entre les sites de fond (Figure 50). Elles peuvent s'expliquer par des **variations d'émissions locales** (en particulier celles associées **à la combustion du bois en chauffage individuel ou à des brûlages non contrôlés à l'air libre** (feux de jardin,...)) **plus importantes en zone résidentielle de proche banlieue** (illustrées par les niveaux mesurés par les stations de Gennevilliers et de Tremblay-en-France) **et en grande couronne francilienne** (comme le montre le site de Pommeuse) **que dans Paris et ses communes limitrophes**.

Le site périurbain de Pommeuse (77), plus représentatif d'une zone résidentielle consommatrice de bois de chauffage en grande couronne francilienne (Airparif, 2015), enregistre les plus importantes concentrations de BaP en situation de fond (entre 2 et 3.5 fois supérieures aux autres stations de fond du réseau).

En 2020, les niveaux de BaP mesurés en Île-de-France ont tous été inférieurs à ceux de 2019 liées principalement à des conditions météorologiques dispersives et à un hiver doux. En effet, en situation de fond, la source principale de BaP étant le chauffage au bois, l'impact des confinements a pu en partie compenser la baisse liée à la diminution trafic routier, un recours plus important à ce type de chauffage ayant été observé lors des confinements. Le site de Tremblay-en-France enregistre des concentrations plus élevées que les autres sites de fond, confirmant l'influence de la source chauffage au bois, mais qui restent largement inférieures à la station de Pommeuse.

Le site trafic Boulevard Périphérique Est enregistre des niveaux très légèrement supérieurs à ceux mesurés à Gennevilliers ou à Paris 1^{er} Les Halles.

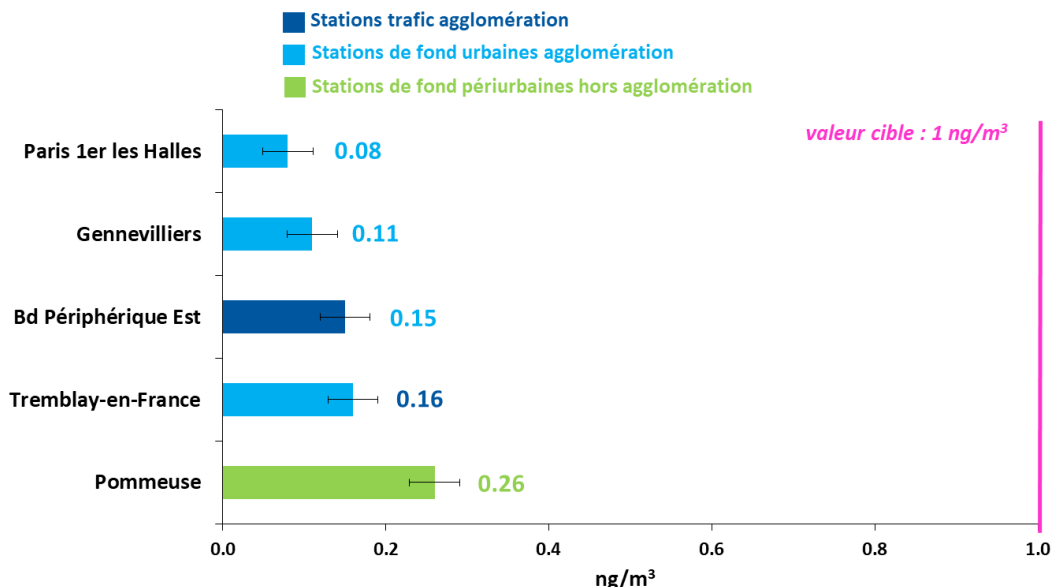


Figure 50 : concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène (BaP) en Île-de-France en 2020

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME

De par son caractère atypique, l'année 2020 n'a pas été prise en compte dans le calcul des tendances présentées ci-dessous, afin de ne pas les biaiser.

Une **baisse sensible des niveaux de BaP** est observée **à proximité du trafic** entre 1999 et 2019 (-87 %), en **lien avec le renouvellement progressif du parc roulant**. Aucune tendance nette ne se dégage en situation de fond sur le long terme. En revanche, une baisse des niveaux moyens de BaP de l'ordre de 60 % est notable depuis 2009 (Figure 51). L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

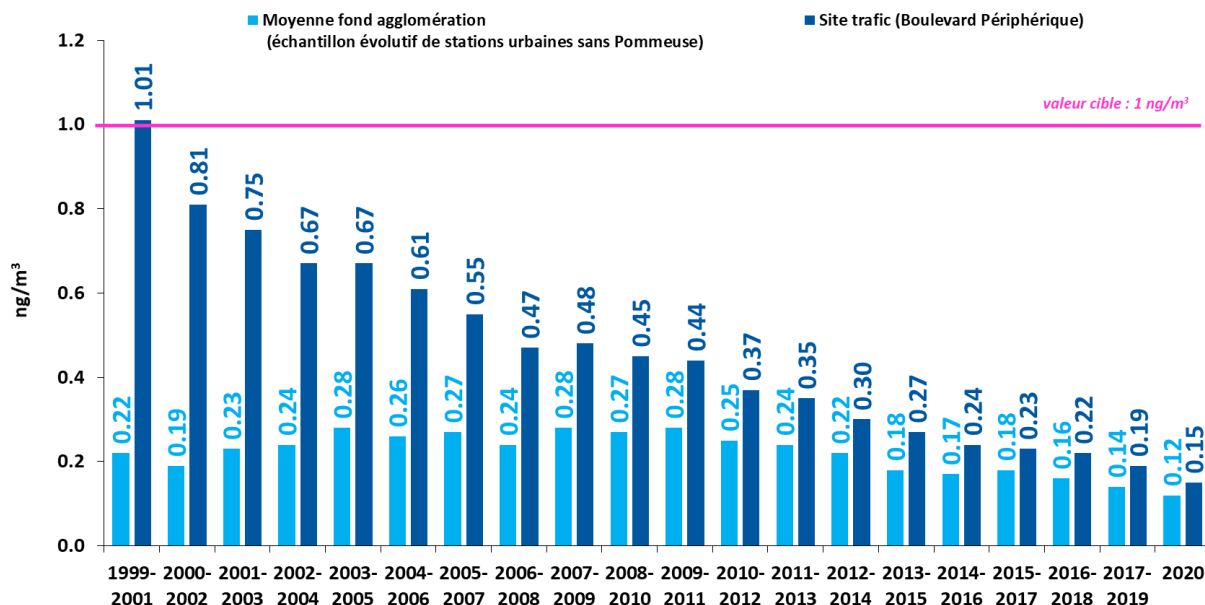


Figure 51 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans de benzo(a)pyrène (BaP) dans l'agglomération parisienne sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond et en site trafic (le long du Boulevard Périphérique) de 1999-2001 à 2020

Les concentrations de fond en benzo(a)pyrène (BaP) fluctuent d'une année à l'autre. Ces fluctuations sont en partie liées aux variations météorologiques interannuelles. L'année 2019 se caractérise par des températures plutôt clémentes, globalement proches de la normale (+8 %). Ces températures clémentes ont potentiellement induit **un recours moins important au chauffage**, entraînant ainsi une **légère diminution des émissions liées à cette source sur l'ensemble de l'année 2019**. Une exception peut toutefois être faite en février et en décembre, mois au cours desquels la présence de courtes périodes plus froides et plus anticycloniques a pu conduire à une utilisation plus massive du chauffage au bois, notamment dans les zones résidentielles de grande couronne.

Ce paramètre est particulièrement sensible pour l'évolution des émissions de HAP associées à la combustion du bois. Ce combustible, dont l'usage a connu un essor ces dernières années, est en effet particulièrement émetteur de HAP, particules fines et Composés Organiques Volatils. Le secteur résidentiel et tertiaire, essentiellement du fait de la combustion de la biomasse dans les installations domestiques, représente 45 % des émissions de HAP en Île-de-France [Airparif, 2016].

Les niveaux maxima journaliers fluctuent également d'une année à l'autre (Figure 52). En 2019, les plus fortes teneurs journalières de benzo(a)pyrène ont été comprises entre 1.5 (BP Est) et 3.5 ng/m³ (fond hors agglomération). Les teneurs maximales en BaP enregistrées en 2019 sont légèrement supérieures à l'année précédente. Ces valeurs ont été observées lors d'un épisode particulière intense enregistré le 29 décembre 2019, ayant favorisé l'accumulation des polluants émis par les sources locales (trafic routier, chauffage au bois) sous l'effet de conditions anticycloniques persistantes.

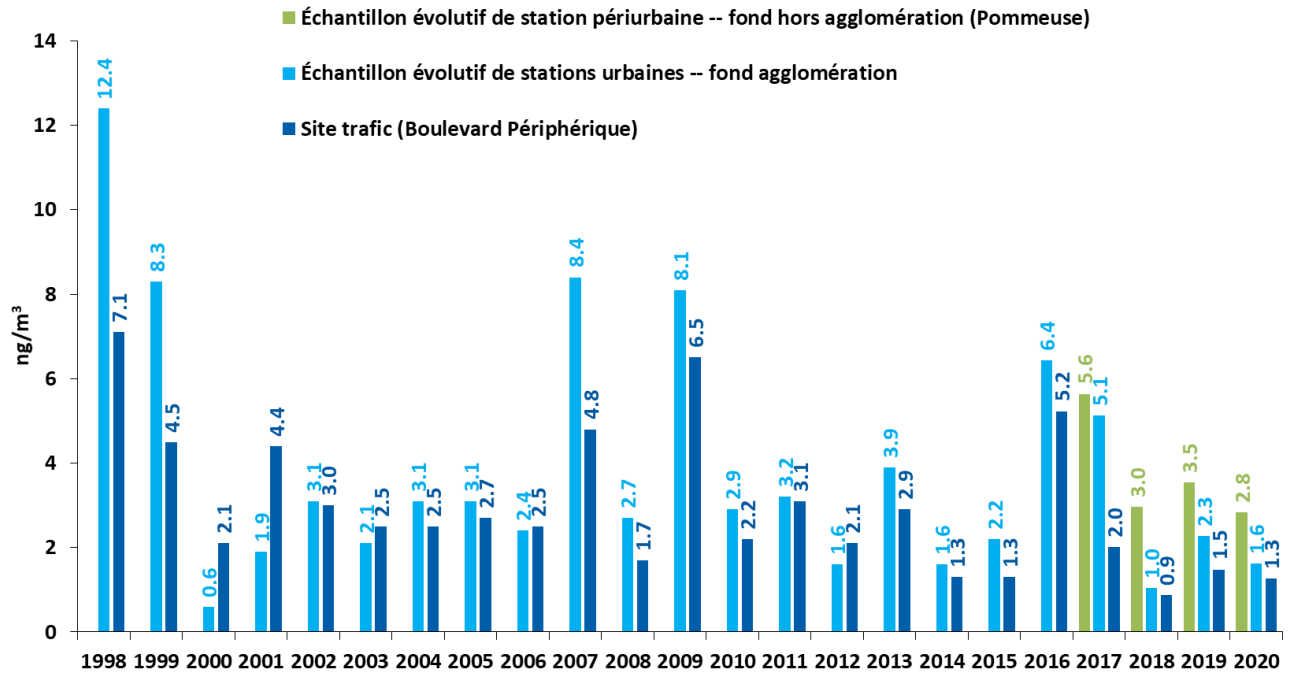


Figure 52 : évolution de la concentration maximale journalière de benzo(a)pyrène (BaP) en et hors agglomération parisienne et à proximité du trafic routier (le long du Boulevard Périphérique) de 1998 à 2020

Autres HAP

La directive européenne 2004/107/CE du 15 décembre 2004 demande à chaque État membre de mesurer en plus du benzo(a)pyrène, au minimum six autres HAP : benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène et dibenzo(a,h)anthracène. Pour ces polluants, il n'existe pas de seuils réglementaires. Airparif mesure, en plus du benzo(a)pyrène, 7 HAP dont les 6 cités dans la directive européenne.

Les teneurs moyennes mesurées en 2020 sont mentionnées en Figure 53.

Toutes les stations de mesures ont enregistré une baisse générale des concentrations moyennes pour tous les HAP en 2020.

Teneurs moyennes annuelles en ng/m ³	Stations de fond					Station trafic
	urbaine				périurbaine	
	Paris 1er Les Halles	Gennevilliers	Tremblay-en-France	Moyenne agglomération fond	Pommeuse	Boulevard Périphérique Est
BENZO(a)PYRENE (BaP)	0.08	0.11	0.16	0.12	0.26	0.15
BENZO(a)ANTHRACENE (BaA) ^(*)	0.15	0.06	0.11	0.11	0.17	0.13
BENZO(b)FLUORANTHENE (BbF) ^(*)	0.13	0.16	0.21	0.17	0.31	0.19
BENZO(g,h,i)PERYLENE (BghiP)	0.11	0.15	0.17	0.14	0.23	0.21
BENZO(j)FLUORANTHENE (BjF) ^(*)	0.07	0.09	0.13	0.10	0.20	0.12
BENZO(k)FLUORANTHENE (BkF) ^(*)	0.05	0.07	0.10	0.07	0.15	0.08
DIBENZO(ah)ANTHRACENE (dB) ^(*)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
INDENO(1,2,3-c,d)PYRENE (IP) ^(*)	0.11	0.14	0.17	0.14	0.26	0.15
Total 8 HAP mesurés	0.70	0.80	1.10	0.90	1.60	1.10

^(*) mesure recommandée par la directive européenne

Figure 53 : concentrations moyennes annuelles des huit HAP mesurés en Île-de-France en 2020

Métaux

Les métaux proviennent majoritairement de la **combustion du bois** (plomb, cadmium, arsenic), du **fioul** (plomb, nickel, cadmium, arsenic), de **combustibles minéraux solides** (arsenic). Ils peuvent également être émis lors de la combustion de **déchets ménagers** (cadmium), de certains **procédés industriels** (arsenic dans la production de verre, de métaux) et par le **trafic routier** (abrasion des freins).



SANTÉ

Les métaux **s'accumulent dans l'organisme**. À plus ou moins long terme et pour des expositions chroniques, les métaux lourds provoquent des affections respiratoires (arsenic, cadmium, nickel), cardiovasculaires (arsenic, neurologiques (plomb, arsenic) et des fonctions rénales (cadmium) [Ineris, 2003, 2006, 2010, 2011]. L'arsenic, le cadmium et le nickel sont classés **cancérogènes** pour l'homme [IARC, 2012].



ENVIRONNEMENT

Dépôt entraînant la contamination des sols, des eaux et de la chaîne alimentaire. Accumulation dans les organismes vivants dont ils perturbent l'équilibre.



TENDANCES*



* Tendance sur 10 ans



NORMES FRANÇAISES

Plomb		Arsenic	Autres métaux
Valeur limite annuelle	Objectif de qualité	Valeur cible	Valeur cible
0,5 µg/m ³ en moyenne annuelle	0,25 µg/m ³ en moyenne annuelle	6 ng/m ³ en moyenne annuelle	Cadmium : 5 ng/m ³ en moyenne annuelle Nickel : 20 ng/m ³ en moyenne annuelle
Respectée	Respecté	Respectée	Respectées

Deux sites de mesures fixes sont implantés au voisinage de sites industriels émetteurs de métaux réglementés, à Limay (78) et à Bagneaux-sur-Loing (77).

Afin de disposer d'une référence de fond dans le cœur de l'agglomération, la mesure des métaux (Pb, As, Ni et Cd) est par ailleurs maintenue à Paris. Ce site permet de disposer d'un point de comparaison éloigné de toute source spécifique. Depuis avril 2010, les mesures sont effectuées sur la station urbaine de fond de Paris 18^{ème}.

Le mercure n'est pas mesuré de manière permanente. Une campagne de mesure a été menée par Airparif en 2010 autour de deux émetteurs notables de ce polluant : le centre d'incinération de déchets ménagers de Créteil et le crématorium du Père Lachaise à Paris. Les niveaux moyens de mercure mesurés dans l'air au cours de cette étude étaient faibles (de l'ordre de 1,7 ng/m³) et représentatifs des teneurs relevées plus généralement sur le territoire français [Airparif, 2010].

MÉTAUX : PLOMB, ARSENIC, CADMIUM ET NICKEL

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION ET ÉVOLUTION SUR LE LONG TERME

Le **plomb** (Pb), qui a progressivement disparu des carburants à partir de 2000 et à ainsi a vu ses teneurs diminuer de manière très importante et ne représente plus aujourd'hui un indicateur pertinent du trafic routier. En situation de fond, les teneurs sont, chaque année, très faibles et voisines des limites de quantification (Figure 54). Les données 2020 sont non représentatives du fait d'un nombre insuffisant de mesures sur la station de Paris 18^{ème}). **La valeur limite et l'objectif de qualité (fixés à 0,5 et 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivement) sont tous deux très largement respectés sur l'ensemble des sites. En 2019, les concentrations moyennes annuelles en plomb sont 25 à 50 fois inférieures aux normes.**

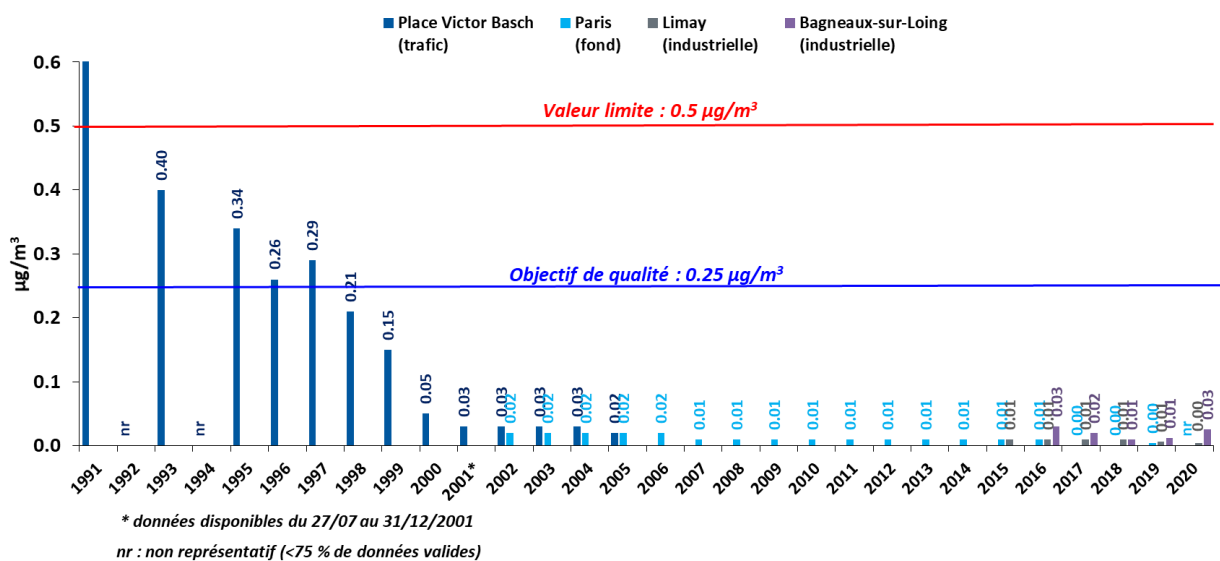


Figure 54 : évolution de la concentration moyenne annuelle de plomb (Pb) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et à Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 1991 à 2020

Depuis 2010, les concentrations en arsenic sont globalement à la baisse. En 2019, le niveau moyen annuel d'arsenic relevé en site de fond urbain ($0.22 \text{ ng}/\text{m}^3$) est le plus faible de tout l'historique (Figure 55) tandis qu'en 2020 la moyenne est non représentative du fait d'un nombre insuffisant de mesures sur cette station.

La station de Limay, implantée à proximité d'une installation émettrice de ce composé, relève des niveaux globalement similaires aux dernières années. Pour la station de Bagneaux-sur-Loing, qui enregistrait des niveaux supérieurs à la valeur cible en 2019, les concentrations en arsenic ont diminué de plus de la moitié, repassant largement sous la valeur cible.

Installées sur le territoire communal de Bagneaux-sur-Loing (77), les usines Keraglass et Corning SAS sont spécialisées dans la fabrication de verres spéciaux (verre vitrocéramique, verres de lunettes et d'optique, respectivement). Cette production industrielle est émettrice de métaux lourds, et plus particulièrement de plomb et d'arsenic. À proximité de ces entreprises, des émissions importantes d'arsenic ont été ponctuellement mesurées dans l'air ambiant. Le site industriel de Keraglass est le premier émetteur d'arsenic en Île-de-France et le cinquième émetteur national. Il est à noter que ces émissions peuvent varier fortement d'une année à l'autre en fonction des productions [Airparif, 2014].

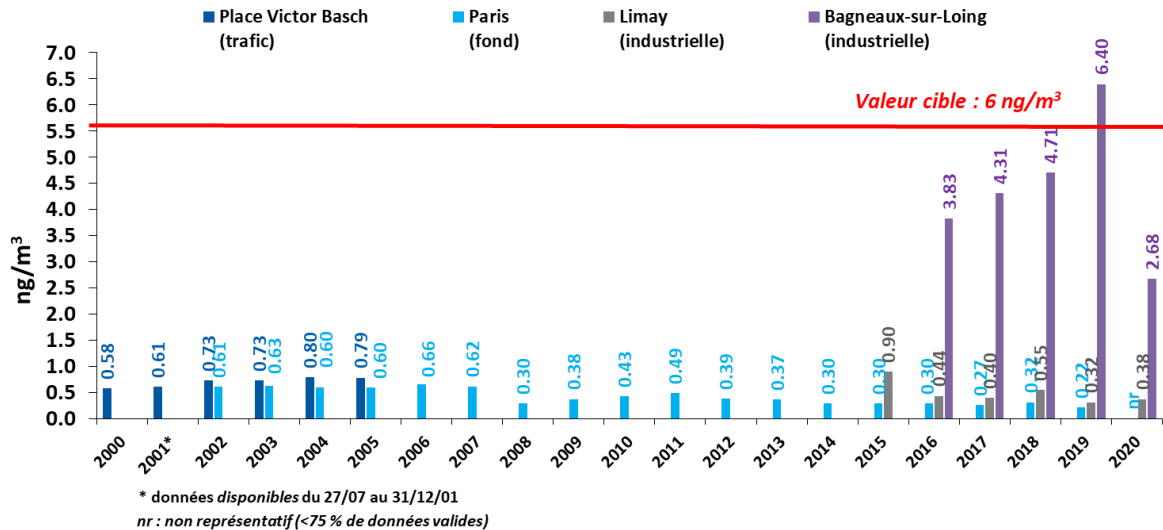


Figure 55 : évolution de la concentration moyenne annuelle d'arsenic (As) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 2000 à 2020

Concernant le **cadmium** (Cd), les concentrations de fond tendent à stagner depuis 2015 (Figure 56). La moyenne annuelle relevée en fond en 2019 est 25 fois inférieure à la valeur cible européenne (fixée à 5 ng/m³) malgré une légère hausse en 2019 (les données 2020 sont non représentatives du fait d'un nombre insuffisant de mesures sur cette station). Le site de Limay (industriel), qui présentait une baisse très progressive des niveaux moyens en cadmium, a observé une augmentation de ses concentrations, tout en restant plus de 15 fois inférieures à la valeur cible. Le site de Bagneaux-sur-Loing (industriel) enregistre des niveaux plutôt stables depuis 2016.

Ces valeurs sont très largement inférieures à la valeur cible de 5 ng/m³.

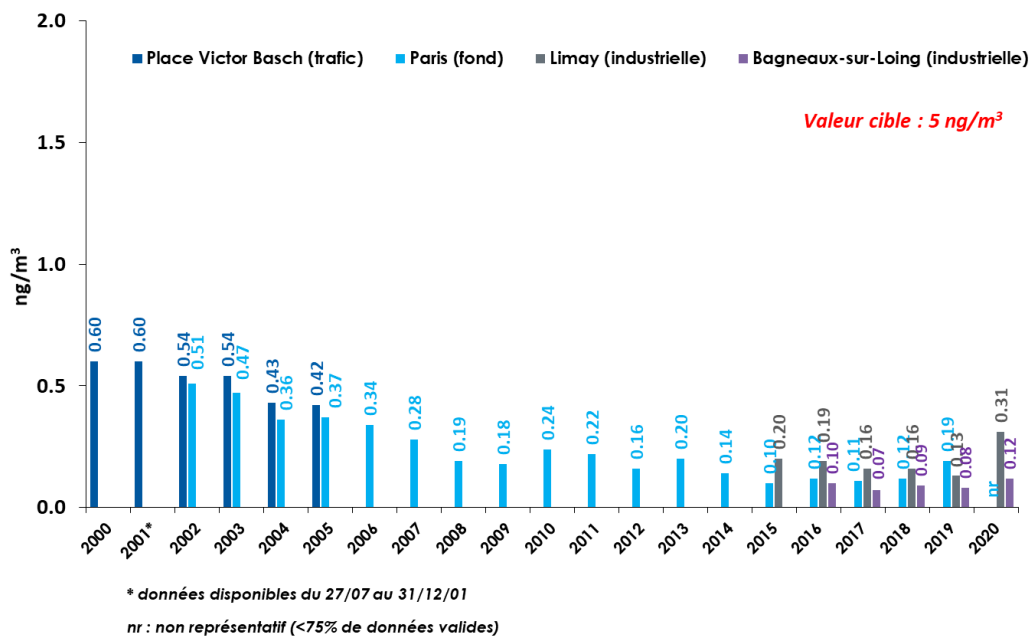


Figure 56 : évolution de la concentration moyenne annuelle de cadmium (Cd) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et à Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 2000 à 2020

Pour ce qui est du **nickel** (Ni), les concentrations de fond baissent progressivement depuis 2011. Depuis 2011, les concentrations moyennes annuelles en fond sont comprises entre 1.53 et 0.88 ng/m³, soit **des teneurs de 13 à plus de 20 fois inférieures à la valeur cible** (fixée à 20 ng/m³) (Figure 57). En 2020, les concentrations moyennes annuelles en nickel sur les sites de Limay et de Bagneaux-sur-Loing sont similaires à celles de 2019. Les données 2020 pour le site de Paris 18^{ème} sont non représentatives du fait d'un nombre insuffisant de mesures sur cette station.

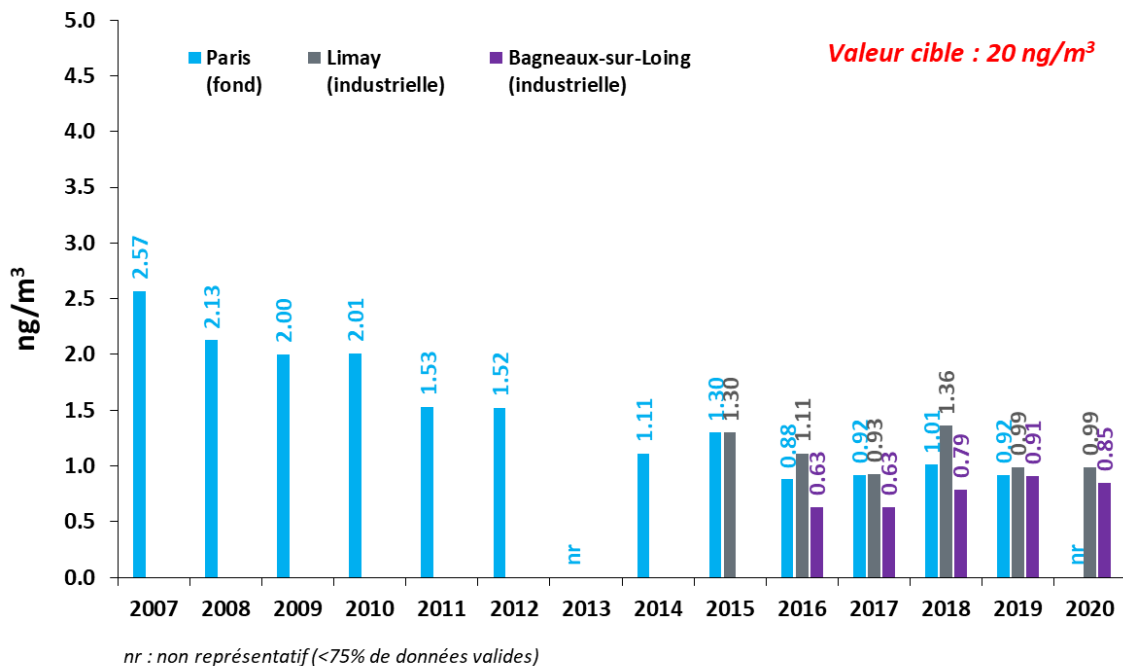


Figure 57 : évolution de la concentration moyenne annuelle de nickel (Ni) à Paris (fond) de 2007 à 2020, à Limay (industrielle) de 2015 à 2020 et à Bagneaux-sur-Loing de 2016 à 2020

Monoxyde de carbone CO

Le monoxyde de carbone est un polluant primaire qui se forme lors des combustions incomplètes de matières carbonées (gaz, charbon, fioul ou bois). Les principales sources de CO en milieu extérieur sont **le trafic routier et le chauffage résidentiel**, notamment le chauffage au bois.



SANTÉ

Le monoxyde de carbone **se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang**. À fortes teneurs et en milieu confiné (air intérieur), le monoxyde de carbone peut causer des intoxications oxycarbonées provoquant des maux de tête, des nausées, des vomissements et des vertiges, voire le coma ou la mort pour une exposition prolongée. La gravité des symptômes est fonction de la durée d'exposition et de la concentration de monoxyde de carbone inhalée.



ENVIRONNEMENT

Participation à la formation de l'ozone troposphérique. Son oxydation aboutit à la formation de dioxyde de carbone (CO₂), composé reconnu comme étant l'un des principaux gaz à effet de serre (GES).



TENDANCES*



* Tendance sur 10 ans



NORMES FRANÇAISES

Le long du trafic

Valeur limite journalière

10 000 µg/m³
en moyenne glissante
sur 8 heures

Respectée

Loin du trafic

Valeur limite journalière

10 000 µg/m³
en moyenne glissante
sur 8 heures

Respectée

Après une baisse constante enregistrée depuis le début des années 1990, les teneurs en monoxyde de carbone (CO) tendent à se stabiliser depuis 2014. Les niveaux de CO restent très inférieurs aux normes réglementaires.

MONOXYDE DE CARBONE

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

La valeur limite pour la protection de la santé (fixée à 10 mg/m³ sur une période de 8 heures) **est largement respectée en situation de fond ainsi qu'à proximité du trafic routier** (Figure 58).

En 2020, les niveaux moyens de CO sont légèrement plus faibles que ceux mesurés en 2019.

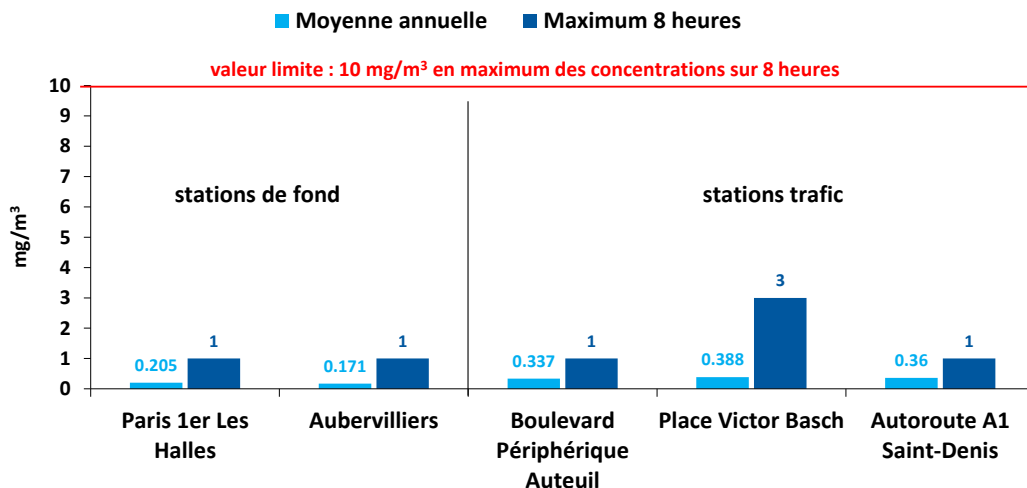


Figure 58 : concentrations moyennes annuelles et maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France en 2020

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME

Une baisse sensible des concentrations en CO est observée sur les sites trafic entre 1994 et 2019 (-88 %). Les concentrations moyennées sur 3 ans diminuent beaucoup plus lentement depuis 2010 et tendent à se stabiliser. Les teneurs de CO sont, comme pour les autres polluants primaires issus du trafic routier, plus faibles en situation de fond qu'au voisinage immédiat des routes (Figure 59). Toutefois, l'écart tend à se réduire d'année en année. L'année 2020, atypique, est présentée à titre de comparaison mais n'est pas intégrée dans une moyenne 3 ans.

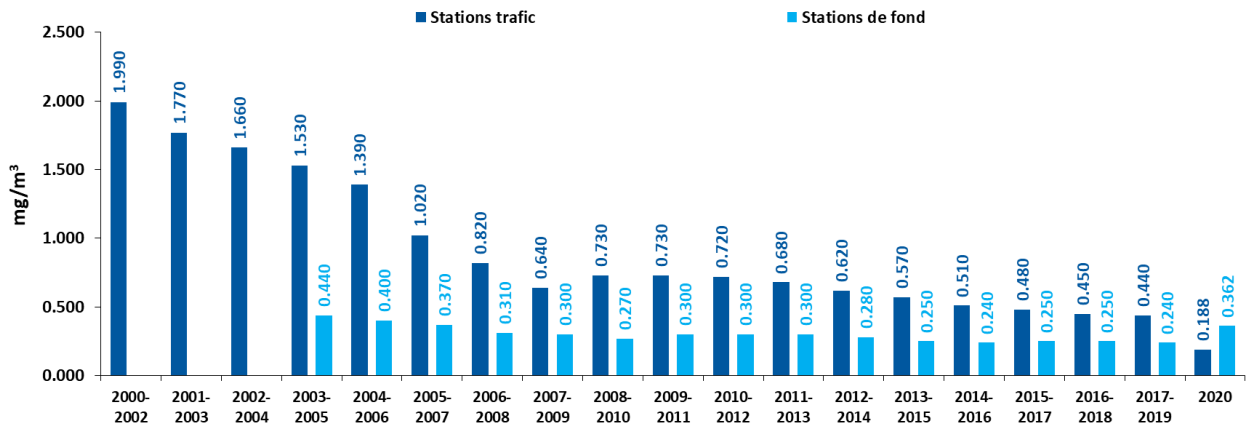


Figure 59 : évolution de la concentration moyenne 3 ans en monoxyde de carbone (CO) à proximité au trafic routier et en situation de fond dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2020

Les moyennes annuelles en monoxyde de carbone ont connu de très fortes baisses depuis 25 ans, du fait des **progrès technologiques importants dans les émissions des véhicules routiers**. Les dernières années sont les plus faibles de l'historique.

Les niveaux moyens de CO sont dorénavant en dessous du seuil d'évaluation fixé par la directive européenne. La surveillance en site fixe n'est donc plus obligatoire en région Île-de-France. En 2021, seule la station de mesure la plus forte (Autoroute A1) sera conservée.

Des sources de monoxyde de carbone existent également à l'intérieur des locaux : les appareils de chauffage et de production d'eau chaude peuvent, lorsqu'ils sont défectueux ou mal utilisés, conduire à des niveaux très élevés à l'intérieur des logements et provoquer des intoxications sévères.

RECORDS HISTORIQUES

La Figure 60 recense les plus fortes concentrations de monoxyde de carbone mesurées sur la période 1991-2020.

Historique 1991-2020	Fond	Proximité au trafic	
	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m³) / Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	500	Paris 1 ^{er} les Halles, 2003 Paris 1 ^{er} les Halles, Aubervilliers, 2004	8 000 / Place Victor Basch, 1991
Concentration horaire maximale	3 900	Paris 1 ^{er} les Halles le 1 ^{er} février 2006 à 12h légales	41 500 / Place Victor Basch le 21 septembre 1992 à 19h légales
Concentration sur 8 heures maximale	3 500	Aubervilliers, du 22 décembre à 22h légales au 23 décembre 2007 à 6h légales	33 600 / Place Victor Basch le 21 septembre 1992 de 16h à 24h légales

Figure 60 : records annuels pour le monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France sur l'historique 1991-2020

Dioxyde de soufre SO₂

Le dioxyde de soufre est émis lors de la **combustion des matières fossiles**, telles que le charbon, le pétrole et certains gaz contenant des impuretés en soufre, ainsi que lors de certains procédés industriels. Le SO₂ émane également de l'activité volcanique, principale source naturelle.



SANTÉ

Le dioxyde de soufre affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons et il provoque des irritations oculaires. L'**inflammation de l'appareil respiratoire** entraîne de la toux, une production de mucus, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires [OMS, 2011].



ENVIRONNEMENT

Contribution aux pluies acides, qui appauvrissent les milieux naturels (sols et végétaux) et dégradation des bâtiments.



TENDANCES*



* Tendence sur 10 ans



NORMES FRANÇAISES

Valeur limite horaire	Valeur limite journalière	Objectif de qualité
350 µg/m ³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 fois par an	125 µg/m ³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	50 µg/m ³ en moyenne annuelle civile
Respectée	Respectée	Respecté

Chaque année, les niveaux moyens de SO₂ mesurés sont très faibles et respectent très largement les normes réglementaires (valeurs limites et objectif de qualité).

DIOXYDE DE SOUFRE

SITUATION EN 2020 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

En 2020, les concentrations moyennes annuelles de SO₂ sont inférieures à la limite de détection (estimée à 5 µg/m³) sur les stations mesurant ce polluant en Île-de-France, y compris sur la station trafic Boulevard Périphérique Auteuil. **Elles sont donc largement inférieures à l'objectif de qualité** (fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle civile).

Les valeurs limites applicables au SO₂ sont également largement respectées sur l'ensemble des stations de mesure franciliennes. En effet, **aucun dépassement du seuil journalier de 125 µg/m³, ni du seuil horaire de 350 µg/m³, n'est enregistré.**

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME

En hiver depuis plus de 50 ans :

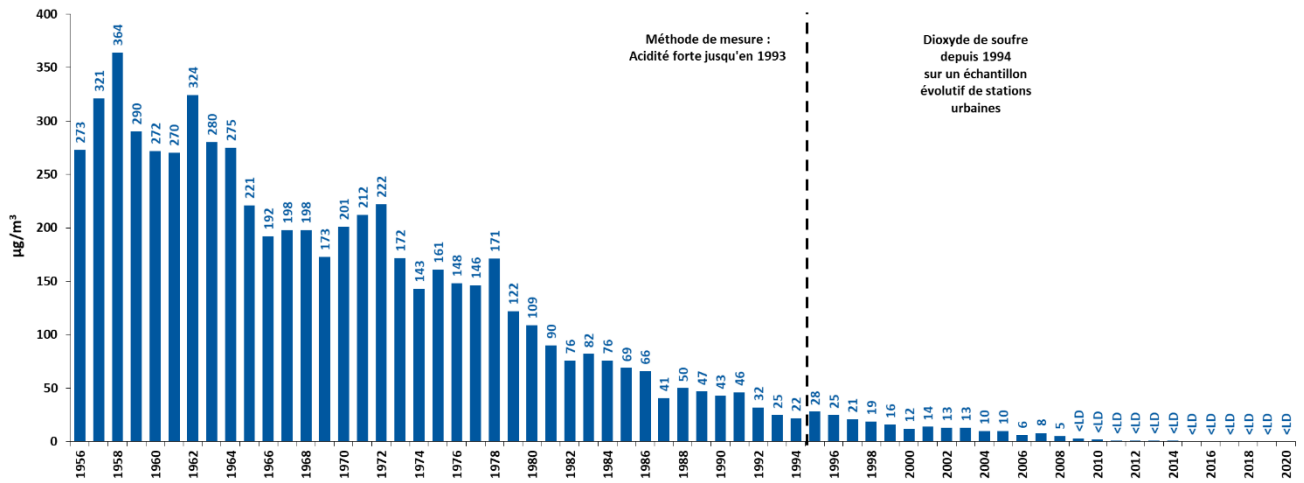


Figure 61 : évolution des concentrations moyennes hivernales de dioxyde de soufre (SO₂) à Paris depuis l'hiver 1956-1957

Une forte baisse des niveaux de SO₂ est observée sur le long terme (Figure 61). Considéré comme un indicateur de la pollution liée aux combustions des activités de production d'électricité et de chauffage, le dioxyde de soufre a connu une baisse spectaculaire de ses teneurs depuis les années 1950 (niveaux divisés par cent). Cette décroissance est liée à la réduction du nombre de sites industriels en Île-de-France depuis les années 50, à la forte baisse de l'usage de certains combustibles (comme le charbon) et à la diminution importante du taux de soufre dans tous les combustibles fossiles. Les dernières années sont les plus faibles de l'historique de mesure, les résultats étant maintenant inférieurs à la limite de détection (< LD).

La surveillance en site fixe n'est donc plus obligatoire en Île-de-France. Cinq stations de mesure ont ainsi été fermées au 31 décembre 2010, afin de pouvoir renforcer la surveillance vers des polluants plus problématiques (NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}). En 2021, seule la station de mesure la plus forte (Vitry-sur-Seine) sera conservée.

RECORDS HISTORIQUES

La Figure 62 indique les plus fortes concentrations de dioxyde de soufre relevées sur l'historique de mesures depuis 1991.

Historique 1991-2020	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m ³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m ³)	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	41	Neuilly-sur-Seine, 1991	48	Boulevard Périphérique Auteuil, 1996
Concentration horaire maximale	689	Mantes-la-Jolie, le 26 avril 1995 à 11h légales	263	Boulevard Périphérique Auteuil, le 13 janvier 1997 à 15h légales
Concentration journalière la plus forte	222	Neuilly-sur-Seine, le 13 décembre 1991	137	Boulevard Périphérique Auteuil, le 30 janvier 1996

Figure 62 : records annuels pour le dioxyde de soufre (SO₂) en Île-de-France sur la période 1991-2020

Aldéhydes COV

Les aldéhydes appartiennent à la famille des Composés Organiques Volatils (COV). Ils participent, entre autres, à la formation d'ozone (O₃). Les deux aldéhydes majoritairement présents dans l'atmosphère urbaine sont le formaldéhyde et l'acétaldéhyde.

Dans l'air ambiant, les principales sources d'aldéhydes sont le trafic routier et, dans une moindre mesure, le secteur résidentiel et tertiaire (chauffage). En air intérieur, ils sont émis lors de l'utilisation ou du stockage de nombreux produits d'usage courant : matériaux d'ameublement et de décoration, enduits et colles, produits d'entretien et de désinfection, désodorisants et parfums d'intérieur, cosmétiques, produits d'hygiène corporelle, aliments, cuisson, fumée de tabac...



SANTÉ

Les aldéhydes sont toxiques pour la santé humaine. Le formaldéhyde est classé cancérigène certain par le CIRC, et l'acétaldéhyde cancérigène probable.



ENVIRONNEMENT

Les aldéhydes ont un effet indirect sur l'environnement puisque ce sont des précurseurs d'ozone qui perturbent la photosynthèse avec un impact négatif sur la végétation.



NORMES FRANÇAISES

Les niveaux de formaldéhyde dans l'air ambiant sont généralement faibles, mais des niveaux plus élevés peuvent être présents dans l'air intérieur des habitations. Ils ne sont pas réglementés en air ambiant. L'ANSES recommande une valeur guide en air intérieur de 10 µg/m³ pour une exposition long-terme.

LES ALDÉHYDES

Des mesures d'aldéhydes par tubes à diffusion passive sont mises en œuvre sur un site de fond urbain (Paris 1^{er} Les Halles et Vitry-sur-Seine) et deux sites trafic (Boulevard Périphérique Est et Place Victor Basch). La Figure 63 présente les teneurs moyennes annuelles de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurées en 2020 sur ces quatre sites.

µg/m ³	Station urbaine de fond				Stations urbaines trafic			
	Paris 1er Les Halles		Vitry-sur-Seine		BP Est		Place Victor Basch	
	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde	Acétaldéhyde
Moyenne	1.86	1.62	1.72	1.47	2.20	1.74	2.70	2.01

Figure 63 : concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurés en Île-de-France en 2020

Les niveaux d'aldéhydes sont **légèrement plus élevés en situation de proximité au trafic routier qu'en fond urbain**. Ce résultat s'explique par le fait que le transport routier est une source identifiée d'aldéhydes (en particulier de formaldéhyde). L'écart entre les sites de mesure est légèrement plus marqué pour le formaldéhyde (de +15 à +35 % en trafic qu'en fond) que pour l'acétaldéhyde (allant de +7 à +35 %).

En 2020, les stations fond et trafic enregistrent des concentrations moyennes de formaldéhyde et d'acétaldéhyde légèrement inférieures à celles de 2019.

Les niveaux d'aldéhydes enregistrés en air ambiant sont sensiblement inférieurs aux teneurs généralement relevées en air intérieur.

AUTRES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS PRÉCURSEURS DE L'OZONE

Les Composés Organiques Volatils (COV) constituent un large éventail d'espèces organiques réparties sur plus d'**une centaine de familles chimiques**. Ils ont une **origine primaire** (substances directement rejetées dans l'atmosphère) **anthropique** (liée aux activités humaines : le trafic routier, l'évaporation et la distribution du carburant, le chauffage résidentiel, l'utilisation domestique ou industrielle de solvants ou de peinture) **ou biogéniques** (liée aux émissions naturelles : la végétation continentale). Les COV peuvent également avoir une **origine secondaire** dans la mesure où ils sont susceptibles d'être transformés dans l'atmosphère à la suite de multiples réactions physico-chimiques et contribuer à la formation de nouveaux composés, tels que les Aérosols Organiques Secondaires (AOS, particules) ou encore l'ozone troposphérique (O₃).

La [directive 2002/3/CE du Parlement Européen et du Conseil du 12 février 2002 relative à l'ozone en air ambiant](#) demande aux États membres qu'un suivi de certains COV précurseurs d'ozone soit pérennisé. Depuis 2003, AIRPARIF exploite l'un des analyseurs implantés sur le territoire national. 29 COV sont mesurés au pas de temps horaire. Les données récoltées sont transmises à la Commission Européenne tous les ans par le ministère en charge de l'Écologie. Elles constituent également un appui à l'amélioration des outils de modélisation des teneurs en ozone.

L'appareil de mesure des COV implanté à la station Paris 1^{er} - Les Halles présente un taux de données disponibles inférieur à 75 %. Les concentrations des Composés Organiques Volatils obtenues pour l'année 2020 ne sont pas représentatives.

II. ÉPISODES DE POLLUTION

Procédure d'information et d'alerte régionale

Le nombre de journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte régionale est en légère baisse par rapport à l'année 2019. L'année 2020 a enregistré moins d'épisodes de pollution en particules PM₁₀, notamment du fait de conditions météorologiques globalement très favorables à la dispersion des émissions locales en période hivernale, avec des températures clémentes qui ont limité les émissions liées au chauffage.

L'année 2020 a comptabilisé **14 journées de dépassement des seuils réglementaires** (Figure 64). **Ces dépassements ont concerné les particules PM₁₀ et l'ozone (O₃)**. Cinq jours de dépassement du seuil d'information ont été enregistrés pour les particules PM₁₀, et 9 jours de dépassement du seuil d'information pour l'ozone O₃.

Date	Seuil dépassé	Polluant
24/01/2020	Information	Particules PM ₁₀
25/01/2020	Information	Particules PM ₁₀
28/03/2020	Information	Particules PM ₁₀
26/11/2020	Information	Particules PM ₁₀
27/11/2020	Information	Particules PM ₁₀
25/06/2020	Information	Ozone O ₃
31/07/2020	Information	Ozone O ₃
06/08/2020	Information	Ozone O ₃
07/08/2020	Information	Ozone O ₃
08/08/2020	Information	Ozone O ₃
10/08/2020	Information	Ozone O ₃
11/08/2020	Information	Ozone O ₃
12/08/2020	Information	Ozone O ₃
16/09/2020	Information	Ozone O ₃

Figure 64 : jours de dépassement des seuils réglementaires en Île-de-France en 2020, seuil dépassé (information ou alerte) et polluant concerné (PM₁₀ et O₃)

L'Île-de-France a été l'une des premières régions à se doter d'une procédure d'information et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution dès avril 1994. Par la suite, cette procédure a fait l'objet de multiples révisions et modifications. Plus de détails sont apportés dans l'Annexe 2 de ce bilan.

La Figure 65 illustre le nombre de journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte de 2006 à 2019, tous polluants confondus (NO₂, O₃, PM₁₀, SO₂).

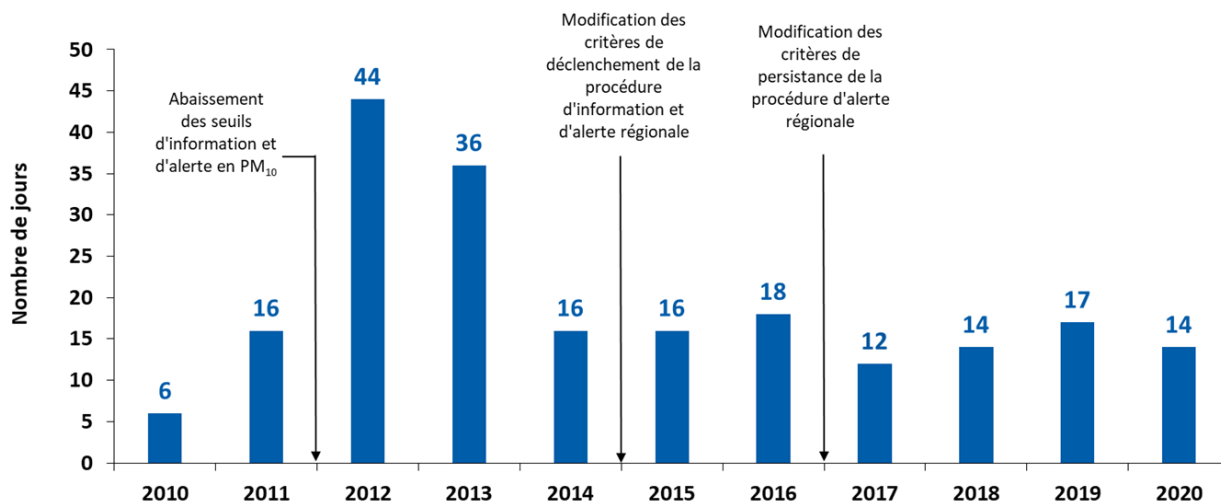


Figure 65 : nombre de jours de dépassement des seuils d'information et d'alerte en Île-de-France de 2010 à 2020, tous polluants confondus (y compris les particules PM₁₀*)
 – Abaissement des seuils de déclenchement à partir du 30 novembre 2011 – Modification des critères de dépassement de l'arrêté d'information et d'alerte à partir du 15 septembre 2014 et Modification des critères de persistance de la procédure d'alerte selon l'arrêté inter-préfectoral du 19 décembre 2016]

Afin de comparer le nombre d'épisodes de pollution aux particules PM₁₀ à des seuils de déclenchement équivalents, la Figure 66 présente le nombre de jours pendant lesquels les seuils d'information et d'alerte pour les PM₁₀ auraient été dépassés entre 2010 et 2020 selon les critères de l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011 : d'une trentaine à une quarantaine au début de la période contre moins d'une dizaine ces dernières années.

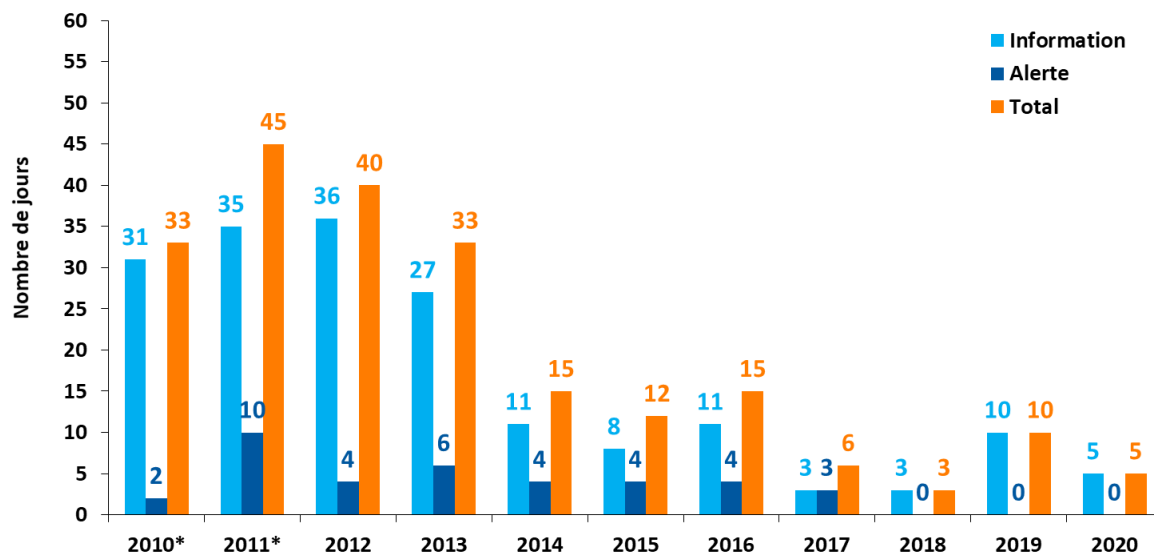


Figure 66 : nombre de jours de dépassement des seuils d'information et d'alerte en particules PM₁₀ en Île-de-France de 2010 à 2020 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011 (* simulation rétrospective en 2010 et 2011)

L'année 2020 enregistre une baisse du nombre de jours de déclenchement de la procédure régionale lié aux particules PM₁₀ par rapport à 2019, et retrouve des niveaux similaires à ceux de 2017 et 2018.

Des **conditions météorologiques froides et peu dispersives**, survenues au cours des mois de janvier et de novembre, **ont entraîné 4 dépassements du seuil d'information en PM₁₀** (fixé à 50 µg/m³ en moyenne journalière). Malgré des conditions printanières favorables à la formation d'aérosols inorganiques secondaires, un seul dépassement du seuil d'information a été constaté en mars 2020. L'épisode de pollution dû aux particules survenu le 28 mars 2020 malgré le fort ralentissement de nombreux secteurs d'activités s'explique par des émissions de particules provenant de secteurs peu impactés par le confinement : notamment le chauffage au bois et le secteur agricole, avec des épandages d'engrais azotés caractéristiques du début du printemps.

Les mois de juin, juillet, août et septembre 2020 ont enregistré 9 jours de dépassement du seuil d'information en ozone (fixé à 180 µg/m³ en moyenne horaire). Selon Météo France, l'été 2020 a fait partie des étés les plus chauds depuis le début du XX^{ème} siècle. Les conditions météorologiques survenues au cours de ces mois, **températures caniculaires et fort ensoleillement, ont été propices à la formation d'ozone à partir des précurseurs gazeux** (oxydes d'azote et COV). C'est le même nombre de jours de dépassement qu'en 2019, année également marquée par une météo estivale particulièrement chaude et ensoleillée.

Le nombre et l'occurrence des épisodes de pollution sont étroitement liés à des conditions météorologiques particulières qui vont concentrer les émissions et la pollution. Il est ainsi délicat de parler de « tendance ». Une année avec davantage de périodes « anticycloniques » peut entraîner davantage d'épisodes de pollution.

Retour sur les épisodes de pollution à l'ozone (O₃) d'août 2020

L'été 2020 a enregistré 9 jours de dépassement du seuil d'information pour l'ozone, dont 1 dépassement en juin, 1 en juillet, 6 en août (Figure 67) et un épisode tardif le 16 septembre 2020.

Les conditions météorologiques exceptionnelles survenues durant l'été (températures caniculaires, insolation excédentaire avec deux vagues de chaleur successives du 30 juillet au 1er août et du 6 au 13 août, suivies par un pic de chaleur les 20 et 21 août) ont favorisé la formation d'ozone à partir de polluants émis directement sur la région, qui s'ajoutent à des imports en provenance d'autres régions.

Cet épisode a conduit à la mise en place de mesures de réduction des émissions de polluants par les autorités préfectorales, notamment la circulation différenciée.

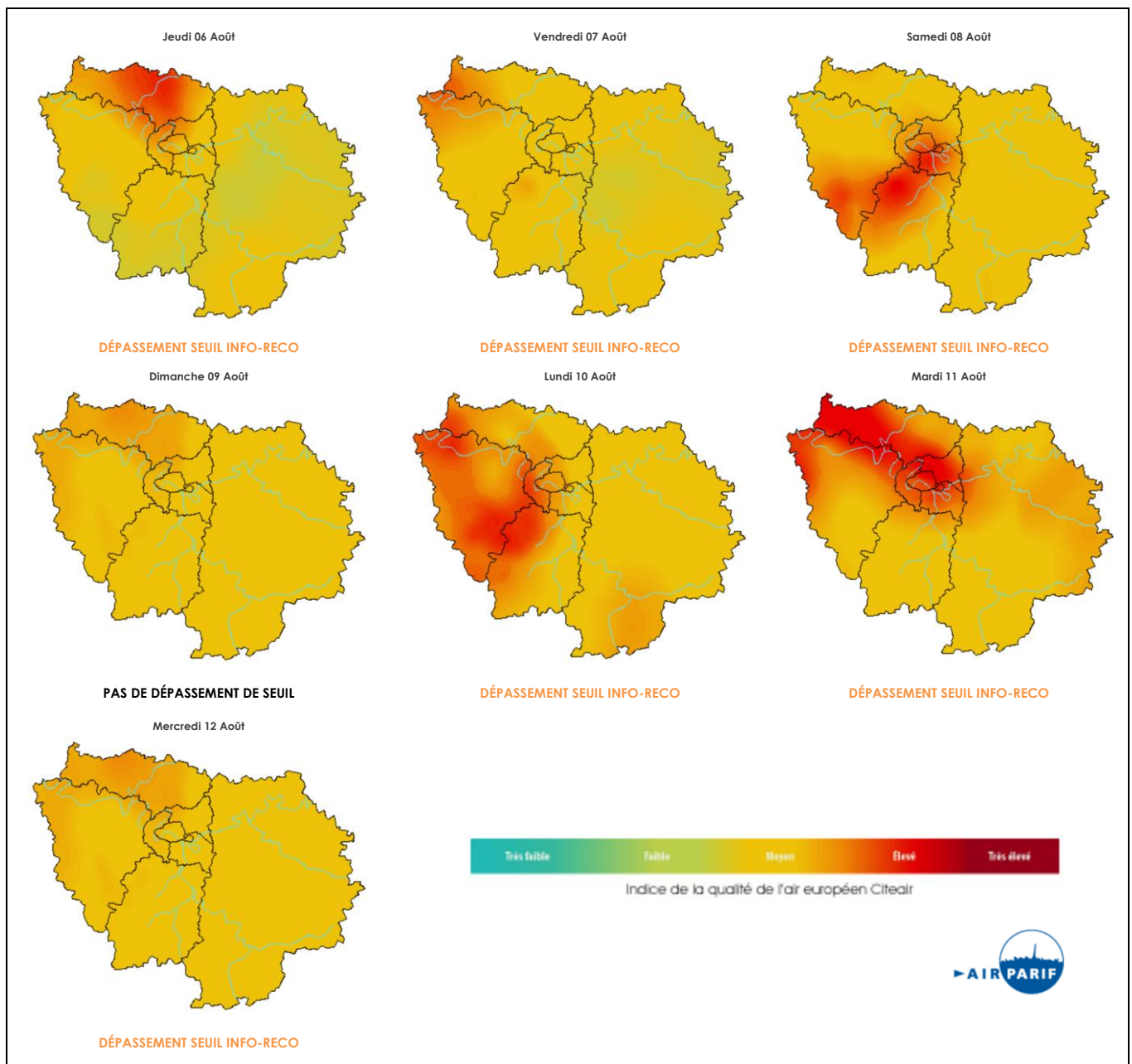


Figure 67 : cartes journalières de la qualité de l'air en Île-de-France de l'épisode de pollution à l'ozone ayant eu lieu du 6 au 12 août 2020

Indice de qualité de l'air réglementaire ATMO

La réglementation fait obligation à AIRPARIF et à l'ensemble des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) en France de diffuser de façon quotidienne un indice global de la qualité de l'air représentatif de l'agglomération parisienne, loin des différentes sources de pollution.

L'indice français ATMO concerne toutes les grandes agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants. Il s'agit d'un chiffre allant de 1 à 10 auquel sont associés une couleur (vert, orange, rouge) et un qualificatif décrivant la qualité de l'air ambiant (de très bon à très mauvais). Cet indice et son mode de calcul actuel ont été actualisés au niveau national par [l'arrêté ministériel du 22 juillet 2004](#).

Au 21 décembre 2011, la grille de calcul des sous-indices en PM₁₀ a été modifiée, ayant pour conséquence davantage d'indices élevés pour les particules.

Cet indice est déterminé à partir des niveaux de pollution mesurés au cours de la journée uniquement par les stations de fond (caractéristiques de la pollution générale de l'agglomération). Il porte sur **la mesure de quatre polluants atmosphériques** (traceurs des activités de transport, urbaines et industrielles): les particules PM₁₀, le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et le dioxyde de soufre (SO₂).

La Figure 68 présente le nombre de jours où l'indice de qualité de l'air ATMO a été médiocre, mauvais ou très mauvais (correspondant aux indices 6 à 10) pour les années 2011 à 2020.

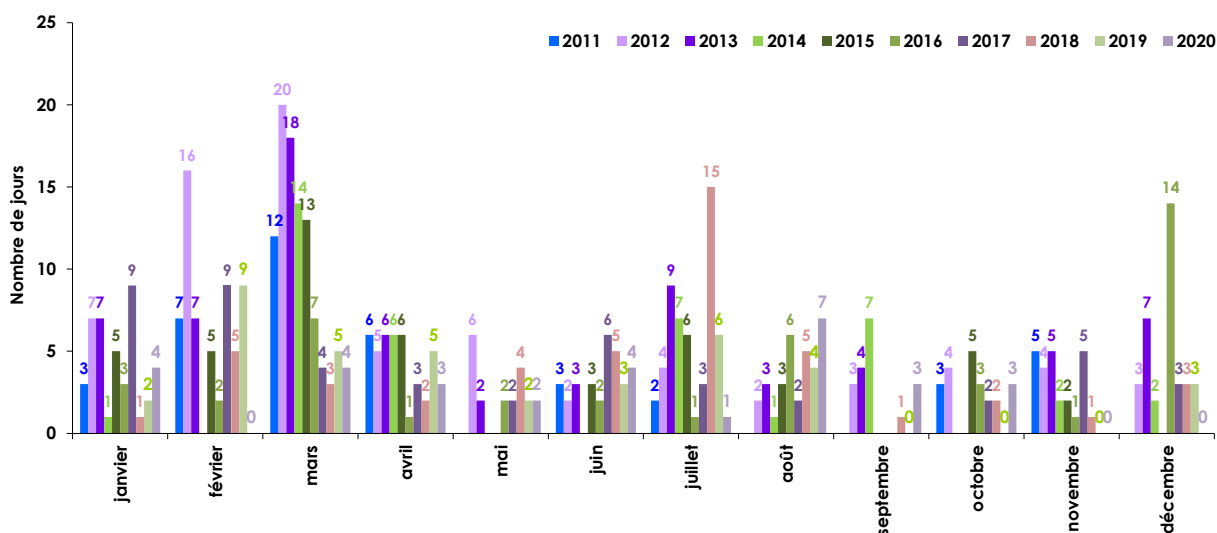


Figure 68 : nombre de jours où l'indice de qualité de l'air ATMO (moyenne de la pollution de fond de l'agglomération parisienne) était médiocre, mauvais ou très mauvais de 2011 à 2020

En 2020, l'indice ATMO a été supérieur ou égal à 6 (qualité de l'air « médiocre » à « très mauvais ») au cours de **31 journées**. C'est inférieur à l'année 2019 (-8 j.) et 2018 (-16 j.). Le nombre de journées durant lesquelles l'indice ATMO est ≥ 6 se répartit de manière **très hétérogène** selon les différents mois de l'année.

En 2020, **les mois de février, mai, juillet, novembre et décembre comptabilisent le plus faible nombre de jours** (compris entre 0 et 2 j) **où la qualité de l'air est médiocre sur la période 2011-2020**. Les conditions météorologiques clémentes et dispersives (pluies estivales, vents de secteur ouest à sud-ouest, ensoleillement et température raisonnables en été) rencontrées au cours de ces cinq mois se sont révélées favorables à une bonne qualité de l'air.

Le mois d'août 2020 a enregistré le plus important nombre de jours (compris entre 5 et 9 j), **où l'indice ATMO était supérieur ou égal à 6**. L'indice le plus défavorable a été de 8 (représentatif d'une qualité de l'air « mauvaise ») et a été enregistré au cours de cinq journées. Août 2020 comptabilise le plus important nombre de jours où la qualité de l'air est médiocre à mauvaise sur la période 2011-2020 (7 jours). Les conditions météorologiques exceptionnelles d'août 2020 (temps ensoleillé et caniculaire) ont induit un grand nombre d'indices élevés dû à des niveaux en ozone (O₃) particulièrement soutenus.

Au cours de cette année 2020, 35 % des indices « médiocres » à « mauvais » (indice ATMO ≥ 6) ont été dus aux particules PM₁₀ (soit 11 jours) et 65 % à l'ozone (soit 20 jours).

La Figure 69 donne la répartition des indices ATMO dans l'agglomération parisienne (fond) pour l'année 2020.

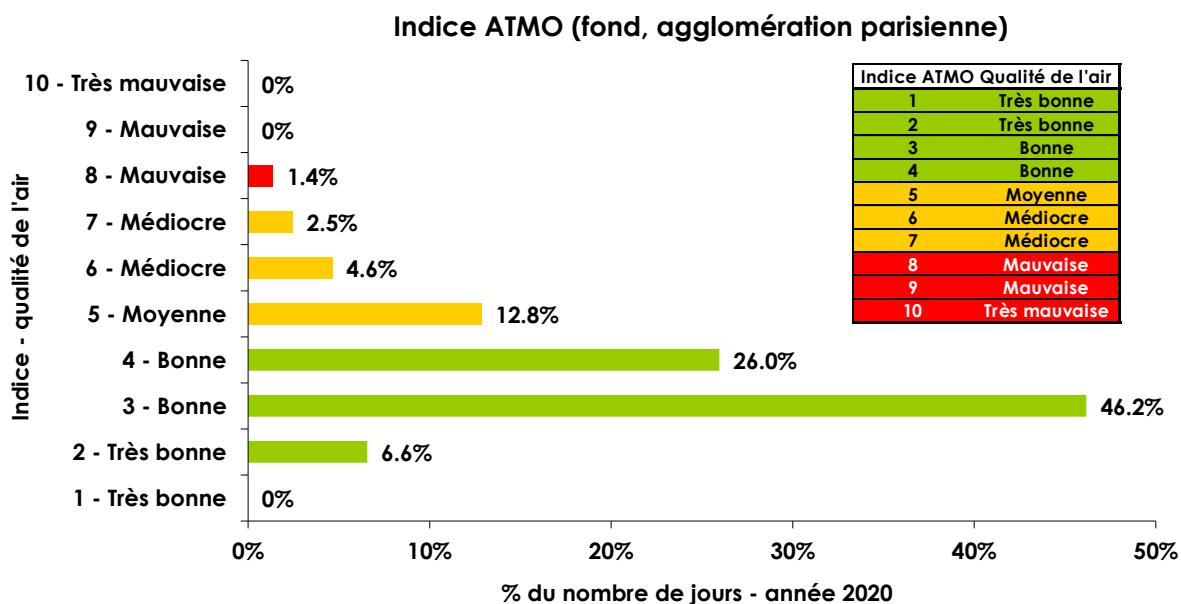


Figure 69 : répartition en pourcentage des indices ATMO (fond, agglomération parisienne) en 2020

Pour l'année 2020, la qualité de l'air a été « très bonne/bonne » près de 80 % du temps, « moyenne à médiocre » et « mauvaise » (indice ATMO ≥ 6) respectivement 20 % et 1 % du temps.

Au 1er janvier 2021, un nouvel indice a été adopté. Plus d'informations sont disponibles sur les liens suivants :

- 1) <https://www.airparif.fr/indice-atmo>
- 2) <https://www.airparif.fr/2020/webinaire-sur-le-lancement-du-nouvel-indice-de-qualite-de-lair>

Indices de qualité de l'air européens CITEAIR

Les indices de qualité de l'air employés par les différents pays européens peuvent être très différents : prise en compte de certains polluants, échelles de calcul, couleurs et qualificatifs associés. Les indices CITEAIR permettent de comparer la qualité de l'air dans près d'une centaine de villes européennes (www.airqualitynow.eu) selon la même méthode et le même outil.

À travers une échelle de 5 couleurs allant du vert au rouge en passant par l'orange (5 classes et 5 qualificatifs associés : pollution de l'air « très faible » à « très élevée »), ils informent sur :

- la qualité de l'air en situation de fond à travers un **indice général** ;
- la qualité de l'air le long des voies de circulation à travers un **indice trafic**.

En région Île-de-France, les indices CITEAIR sont calculés pour Paris intra-muros. Ils sont évalués à partir de 12 stations parisiennes (soit 6 stations de fond et 6 stations trafic).

Pour l'année 2020, **l'indice général (fond) a majoritairement été faible voire très faible** (près de 84 % du temps) (Figure 70). C'est 9 % de plus qu'en 2019. Les 16 % restants correspondent à une pollution moyenne (15 %) et élevée (1 %).

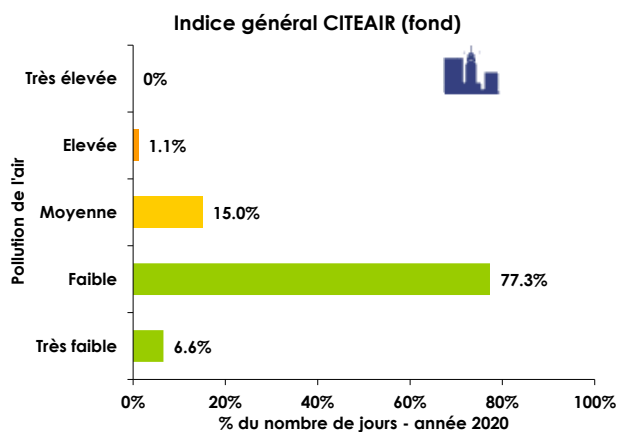


Figure 70 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2020

En 2020, l'indice CITEAIR le long des voies de circulation a généralement été moyen (plus de 55 % du temps). Une diminution de près de 9 % de l'indice de pollution « moyenne » par rapport à celui de l'année dernière est constatée. Les indices « pollution élevée » ont également diminué (8.5 % en 2020 soit une baisse de 10 %), tandis que les indices « faibles » ont augmenté (36 % en 2020 soit une augmentation de 20 %). Cette augmentation des indices faibles et la diminution des indices moyens et élevés sont dues aux confinements qui ont fortement impacté le trafic routier, notamment dans Paris intra-muros.

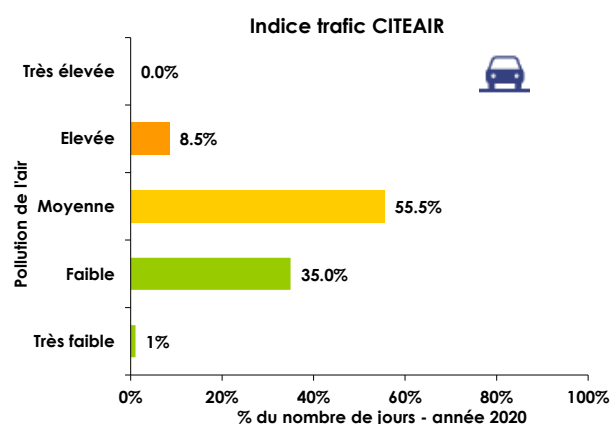


Figure 71 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2020

III. BILAN MÉTÉOROLOGIQUE 2020 EN ÎLE-DE-FRANCE

Le bilan météorologique ci-après a été entièrement réalisé à partir des données disponibles sur le site internet www.meteofrance.com. Pour de plus amples informations, il est possible de se référer aux bilans climatologiques mensuels disponibles à partir du [catalogue des données publiques de Météo-France](#), qui retracent les événements marquants de chaque mois.

La météorologie est par nature changeante et contrastée. Une année dite « dans la moyenne » peut en effet avoir ponctuellement connu des phénomènes météorologiques sortant de l'ordinaire.

L'année 2020 se caractérise globalement par un ensoleillement généreux, des températures très clémentes et un déficit en précipitations.

En 2020, les températures moyennes ont été très douces voire chaudes : les 12 mois de l'année ont présentés des températures supérieures à la normale. **Les premiers mois de l'année se sont caractérisés par une alternance de conditions dispersives, douces et venteuses, et de rares périodes plus froides et plus anticycloniques**, peu favorables à la dispersion des polluants primaires émis localement. Le début de l'année 2020 a néanmoins enregistré un pic d'une douceur historique, classant ainsi **l'hiver 2019-2020 comme l'hiver le plus chauds depuis le début du XX^{ème} siècle**. De belles périodes chaudes ont alterné avec, par moments, un temps plus frais pour la saison printanière. **L'été 2020 a été marqué par plusieurs pics de chaleur** (25-26 juin, 30-31 juillet et 20-21 août) **entrecoupés d'une période caniculaire** (du 7 au 13 août). L'été 2020 se classe d'ailleurs dans le top 10 des étés les plus chauds depuis le début du XX^{ème} siècle. Le reste de l'année a enregistré des températures automnales là aussi douces.

La température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale de 1,5°C, plaçant ainsi 2020 au 1er rang des années les plus chaudes depuis 1900.

L'ensoleillement annuel a été légèrement supérieure à la normale sur l'ensemble de la région Île-de-France. Seul le mois d'octobre a connu un déficit d'insolation par rapport à la normale mensuelle. Les autres mois de l'année ont été plus ensoleillés qu'à l'accoutumée, plus particulièrement sur les 5 premiers mois de l'année.

Sur l'ensemble de l'année 2020, **la quantité de précipitations a été globalement déficitaire, avec toutefois des saisons contrastées.** Le printemps et l'été 2020 ont été particulièrement secs tandis que les mois de février, octobre et décembre ont été très pluvieux.

En 2020, la région Île-de-France a été balayée par les deux principaux secteurs de vents dominants : **le secteur sud-ouest** (caractéristique d'un régime océanique perturbé) et **le secteur nord-est** (lors de périodes anticycloniques où les hautes pressions sont situées sur la France, le proche Atlantique ou encore les Îles Britanniques). Par ailleurs, de nombreuses tempêtes ont frappé la région durant l'année : Ciara, Dennis, Bianca et Jorge en février puis Leon et Norberto en mars.

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente une synthèse mensuelle et annuelle des principales variables météorologiques (précipitations, température, insolation, direction et vitesse

du vent) pouvant influencer les niveaux de pollution rencontrés en région Île-de-France au cours de l'année 2020.

	Précipitations	Température	Insolation	Secteurs de vent
janvier 2020	--	+	++	Vent faible à modéré, majoritairement de sud-ouest
février 2020	++	++	=	Vent faible à fort, de secteur ouest à sud-ouest. Passage de plusieurs tempêtes
mars 2020	=	=	+	Vent faible à fort, de secteur sud-ouest et nord-est. Passage de plusieurs tempêtes
avril 2020	--	++	++	Vent plutôt faible majoritairement de nord-est et sud-ouest
mai 2020	-	=	++	Vent faible à modéré, majoritairement de nord-est
juin 2020	--	=	=	Vent plutôt faible de secteur sud-ouest
juillet 2020	--	=	+	Vent faible à modéré variant entre sud-ouest et nord-est
août 2020	-	++	=	Vent faible à modéré, majoritairement de sud-ouest
septembre 2020	-	++	+	Vent plutôt faible, majoritairement de secteur nord/nord-ouest
octobre 2020	++	=	--	Vent faible à modéré, majoritairement de sud-ouest
novembre 2020	--	+	++	Vent faible à modéré, majoritairement de sud-ouest
décembre 2020	++	+	+	Vent faible à modéré, majoritairement de sud-ouest
Année	-	+	+	

Symbole	par rapport à la normale
++	très excédentaire (> +25 % ou > 2°C)
+	légèrement excédentaire (entre + 11 et + 25 % ou entre 1.1 et 2°C)
=	proche de la normale (entre - 10 et + 10 % ou entre -1°C et +1°C)
-	légèrement déficitaire (entre - 11 et - 25 % ou entre -1.1 et 2°C)
--	très déficitaire (< - 25 % ou < -2°C)

Figure 72 : Synthèse mensuelle et annuelle des principaux paramètres météorologiques (précipitations, température, insolation, vent) en Île-de-France en 2020 (d'après les bulletins mensuels pour la région Île-de-France téléchargeables à partir du site de Météo-France)

ANNEXES

ANNEXE 1 : Législation relative à la qualité de l'air ambiant applicable en 2020

Afin de juger de la qualité de l'air d'une année, la réglementation fait appel à plusieurs définitions.

Les **valeurs limites (VL)** sont définies par la réglementation européenne et reprises dans la réglementation française. Elles correspondent à 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 un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint**. Par conséquent, ce sont des **valeurs réglementaires contraignantes**. Elles doivent être respectées chaque année. Un dépassement de valeur limite doit être déclaré au niveau européen. Dans ce cas, des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite. La persistance d'un dépassement peut conduire à un contentieux avec l'Union Européenne. La plupart des valeurs limites ont vu leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM₁₀ et le dioxyde de soufre (SO₂), les valeurs limites ont atteint leur niveau plancher en 2005. Pour le dioxyde d'azote (NO₂) et le benzène (C₆H₆), le seuil des valeurs limites a achevé sa décroissance au 1^{er} janvier 2010. Pour les particules PM_{2,5}, la décroissance s'est achevée le 1^{er} janvier 2015.

Les **valeurs cibles (VC)** définies par les directives européennes et reprises dans la réglementation française, correspondent à un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement dans son ensemble, **à atteindre dans la mesure du possible dans un délai donné**. Elles se rapprochent dans l'esprit des objectifs de qualité français, puisqu'il n'y a **pas de contraintes contentieuses associées à ces valeurs**, mais des enjeux sanitaires avérés. De ce fait, un dépassement de valeur cible doit être déclaré au niveau européen et des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur cible.

Les **objectifs de qualité (OQ)** sont définis par la réglementation française. Ils correspondent à un niveau **à atteindre à long terme et à maintenir**, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble. Les objectifs à long terme concernent spécifiquement l'ozone (O₃). Ils sont définis par la réglementation européenne et sont l'équivalent des objectifs de qualité.

Depuis 2010, les différentes réglementations (internationale, européenne et française) s'accordent sur la notion de dépassement : **un dépassement est considéré comme effectif uniquement lorsque le seuil d'un polluant est dépassé** (et non plus atteint).

En complément de ces normes (VL, VC, OQ), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a mis en place des **lignes directrices relatives à la qualité de l'air** dans le but d'évaluer et de réduire les effets de la pollution atmosphérique sur la santé humaine et sur les écosystèmes. Ces lignes directrices présentent des recommandations d'ordre général concernant **les niveaux d'exposition** (valeurs seuils indicatives) pour différents polluants atmosphériques, **en dessous desquels les effets sont considérés comme acceptables**. Les valeurs recommandées par l'OMS sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Les recommandations actuelles sont en cours de révision ; une prochaine version est prévue pour 2020.

NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR FRANÇAISES (F) ET EUROPÉENNES (E)

Normes françaises : Code de l'Environnement

Partie réglementaire

Livres II milieux physiques - Titre II : Air et atmosphère - Section 1 : Surveillance de la qualité de l'air ambiant (Articles R221-1 à R221-3)

Normes européennes :

SO₂, NOx, particules, plomb, ozone, CO : directive européenne du 21 mai 2008

Parue au Journal Officiel de l'Union européenne du 11 juin 2008

HAP et métaux : directive européenne du 15 décembre 2004

Parue au Journal Officiel de l'Union européenne du 26 janvier 2005

Normes
françaises
(F)Normes
européennes
(E)**Valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité, objectifs à long terme
niveaux critiques, seuils d'information et d'alerte**

Dioxyde d'azote (NO ₂)			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois sur l'année 200 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire 200 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau horaire 400 µg/m ³ 200 µg/m ³ le jour J si le seuil d'information a été déclenché à JM1 et risque de l'être à JP1
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire 400 µg/m ³ 3 heures consécutives
Oxydes d'azote (NO _x)			
X	X	Niveau critique (végétation - uniquement sur les sites "écosystèmes" en zone rurale)	Niveau annuel 30 µg/m ³ NO _x équivalent NO ₂
Particules PM ₁₀			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 30 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année 50 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau journalier 50 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau journalier 80 µg/m ³
Particules PM _{2,5}			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 10 µg/m ³
X		Valeur cible	Niveau annuel 20 µg/m ³
	X	Valeur cible	Niveau annuel 25 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel 2015-2018 : 25 µg/m ³ 2020 : 20 µg/m ³
X	X	Objectif national de réduction de l'exposition	Diminution de 15 à 20 % ⁽¹⁾ entre 2011 et 2020 du niveau national de fond dans les agglomérations (1) selon le niveau de 2011
Ozone (O ₃)			
X	X	Valeurs cibles	Protection de la santé humaine Niveau sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne sur 3 ans 120 µg/m ³
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h) 18 000 µg/m ³ .h
X	X	Objectifs de qualité (F)	Protection de la santé humaine Niveau sur 8 heures, aucun dépassement dans l'année 120 µg/m ³
X	X	Objectifs à long terme (E)	Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h) 6 000 µg/m ³ .h
X	X	Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire 180 µg/m ³
X	X	Seuil d'alerte	Niveau annuel 240 µg/m ³
X	X	Seuils d'alerte pour la mise en place de mesures de réduction	240 µg/m ³ 3 heures consécutives
X			300 µg/m ³ 3 heures consécutives
X			360 µg/m ³

Normes françaises (F) Normes européennes (E)

**Valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité, objectifs à long terme
niveaux critiques, seuils d'information et d'alerte**

Monoxyde de carbone (CO)				
X	X	Valeur limite	Niveau 8 heures, <i>aucun dépassement sur l'année</i>	10 mg/m ³
Dioxyde de soufre (SO ₂)				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	50 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau horaire, <i>à ne pas dépasser plus de 24 fois dans l'année</i>	350 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, <i>à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année</i>	125 µg/m ³
X	X	Niveau critique (végétation - uniquement sur les sites "écosystèmes" en zone rurale)	Niveau annuel	20 µg/m ³
X	X		Niveau hivernal (du 1/10 au 31/3)	20 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire	300 µg/m ³
X	X	Seuil d'alerte	Niveau annuel	500 µg/m ³ 3 heures consécutives
Plomb (Pb)				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	0,25 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel	0,5 µg/m ³
Benzène (C ₆ H ₆)				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	2 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel	5 µg/m ³
Benzo(a)pyrène (BaP)				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	1 ng/m ³
Arsenic (As)				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	6 ng/m ³
Cadmium (Cd)				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	5 ng/m ³
Nickel (Ni)				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	20 ng/m ³

Figure 73 : normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2019

**LIGNES DIRECTRICES DE QUALITE DE L'AIR
DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE
(critères 1999, mise à jour 2005)**

Source : GUIDELINES FOR AIR QUALITY,WHO, Geneva 2000

Dioxyde d'azote (NO₂)	
Niveau annuel	40 µg/m³
Niveau horaire	200 µg/m³
Particules PM₁₀	
Niveau annuel	20 µg/m³
Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année	50 µg/m³
Particules PM_{2,5}	
Niveau annuel	10 µg/m³
Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année	25 µg/m³
Ozone (O₃)	
Niveau sur 8 heures	100 µg/m³
Monoxyde de carbone (CO)	
Niveau 15 min	100 mg/m³
Niveau 30 min	60 mg/m³
Niveau horaire	30 mg/m³
Niveau 8 heures, aucun dépassement sur l'année	10 mg/m³
Niveau journalier	7 mg/m³
Dioxyde de soufre (SO₂)	
Niveau 10 min	500 µg/m³
Niveau journalier	20 µg/m³
Plomb (Pb)	
Niveau annuel	0,5 µg/m³

Figure 74 : valeurs guides de la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) applicables en 2019

ANNEXE 2 : Superficie et kilométrages cumulés de voies routières concernés par un dépassement des seuils réglementaires en Île-de-France entre 2010 et 2020

Particules PM₁₀

En 2020, le dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés) est constaté sur **moins de 1 % des axes routiers franciliens** soit **environ 20 km de voirie** (Figure 75). En 2007, plus de 40 % du réseau régional (5 000 km) était concerné par ce dépassement.

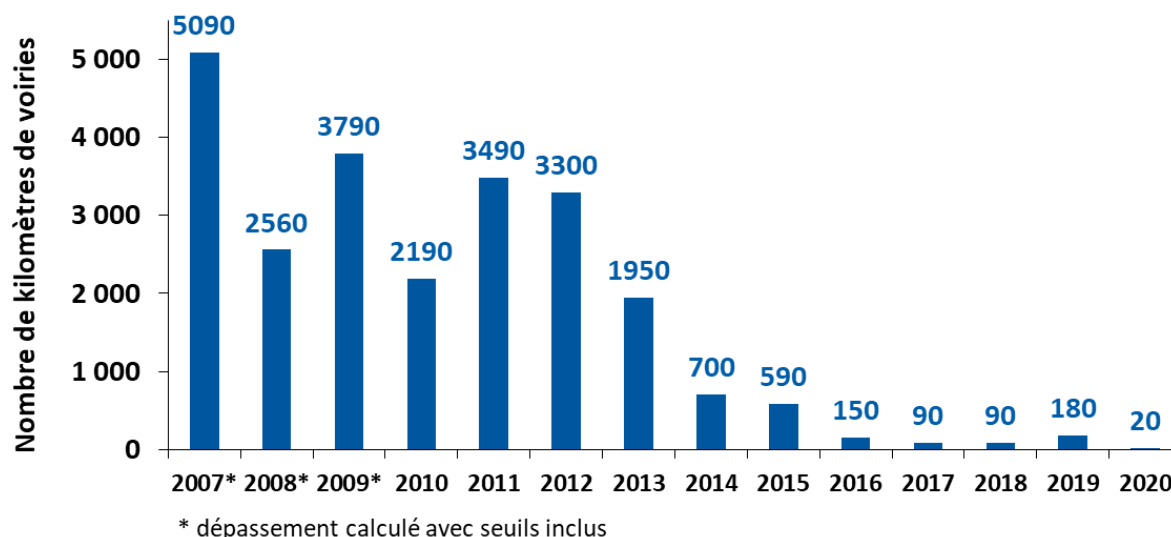


Figure 75 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite journalière PM₁₀ en Île-de-France de 2007 à 2020

En 2020, la superficie concernée par le dépassement de la valeur limite journalière est estimée à **moins de 1 % de la superficie régionale** (Figure 76).

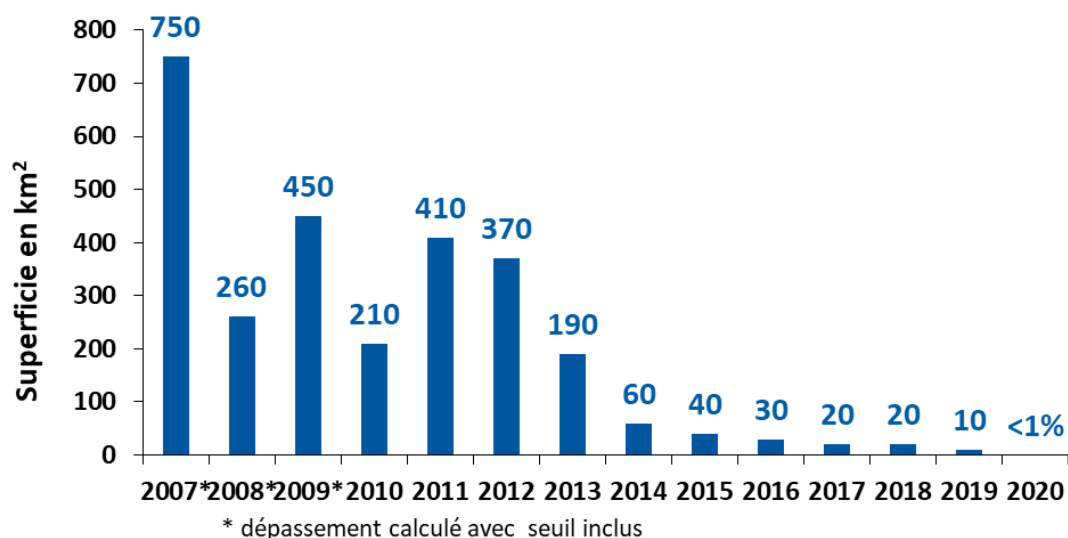


Figure 76 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ en Île-de-France de 2007 à 2020

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 associée à la modélisation de certains de ces paramètres.

Dioxyde d'azote (NO₂)

En 2020, les valeurs réglementaires (VLA/OQ/Recommandations OMS) en NO₂ (fixées à 40 µg/m³ en moyenne annuelle) est dépassée sur **environ 500 km², soit moins de 5 % du réseau francilien modélisé** par Airparif (environ 11 000 kilomètres comprenant notamment les principaux axes régionaux)(Figure 77). **Ces axes sont principalement situés dans l'agglomération parisienne.**

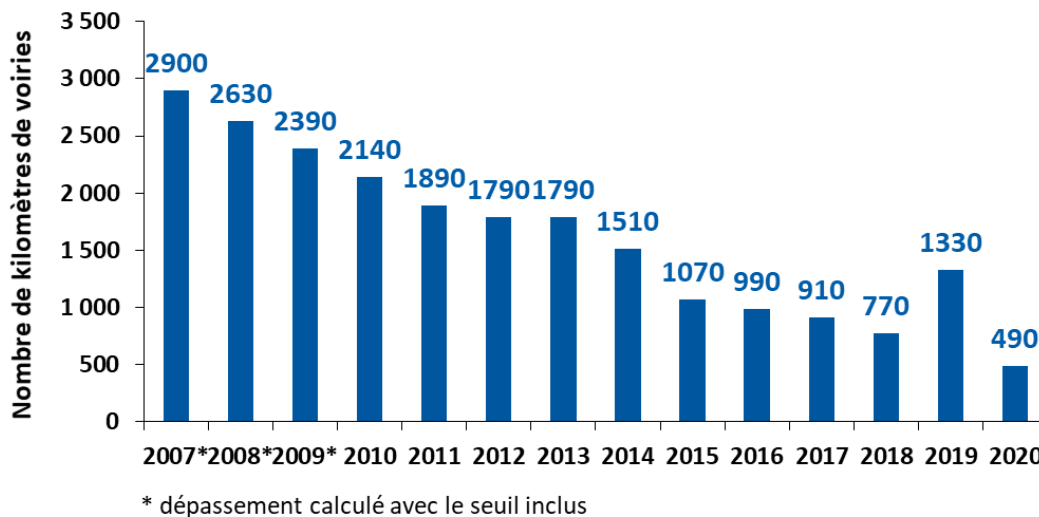


Figure 77 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant les seuils réglementaires en dioxyde d'azote (NO₂) en Île-de-France de 2007 à 2020

Le dépassement des normes réglementaires en NO₂ en Île-de-France représente en 2020 une **superficie d'environ 70 km² soit moins de 1 % de la superficie régionale** (Figure 78).

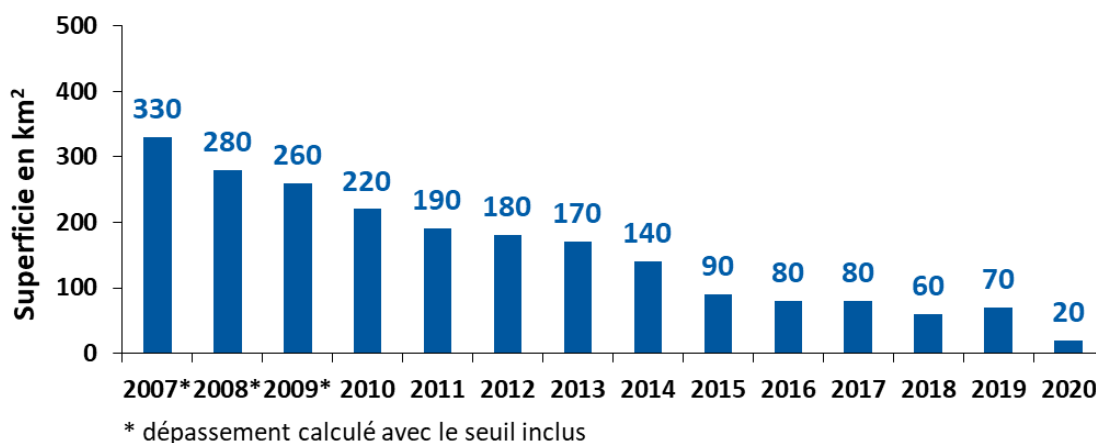


Figure 78 : évolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement potentiel de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en dioxyde d'azote (NO₂) en Île-de-France de 2007 à 2020

ANNEXE 3 : Définition de la zone sensible (ZAS) en Île-de-France

Le Schéma Régional Climat, Air et Energie (SRCAE) instauré par la Loi Grenelle II impose de cartographier des zones dites « sensibles » en termes de qualité de l'air. Ces zones se définissent par une forte densité de population (ou la présence de zones naturelles protégées) et par des dépassements des valeurs limites (VL) pour certains polluants (notamment PM₁₀ et NO₂). Sur ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air sont qualifiées de prioritaires.

La définition des zones sensibles propres à l'Île-de-France repose sur l'utilisation des outils de cartographie qui permettent de représenter avec finesse les concentrations de polluants en tout point de la région. En croisant ces cartes de concentrations avec les données de population, le nombre d'habitants potentiellement impactés par les dépassements des valeurs limites peut être évalué dans chaque commune.

La zone sensible de l'Île-de-France correspond à la zone administrative de surveillance (ZAS) déclarée au niveau européen comprenant l'agglomération parisienne et l'agglomération de Meaux (Figure 79). Cette zone permet de représenter 100 % des habitants potentiellement impactés par un dépassement des VL en NO₂ et 99,9 % des habitants potentiellement impactés par un risque de dépassement des VL en PM₁₀. Elle concerne plus de 10 millions d'habitants, soit presque 90 % de la population régionale. Elle représente 24 % de la surface de l'Île-de-France et constitue un tissu urbain continu.

Liste des communes comprises dans la zone sensible⁵

PARIS (75)

YVELINES (77)

BOISSETTES, BOISSISE-LA-BERTRAND, BOISSISE-LE-ROI, BROU-SUR-CHANTEREINE, BUSSY-SAINT-GEORGES, BUSSY-SAINT-MARTIN, CARNETIN, CESSON, CHALIFERT, CHAMPS-SUR-MARNE, CHANTELOUP-EN-BRIE, CHELLES, CHESSY, COLLEGIEN, COMBS-LA-VILLE, CONCHES-SUR-GONDOIRE, COUPVRAY, COURTRY, CREGY-LES-MEAUX, CROISSY-BEAUBOURG, DAMMARIÉ-LES-LYS, DAMPMART, EMERAINVILLE, ESBLY, FERRIÈRES-EN-BRIE, GOUVERNES, GUERMANTES, ISLES-LES-VILLENY, LAGNY-SUR-MARNE, LESCHES, LESIGNY, LIEUSAIN, LIVRY-SUR-SEINE, LOGNES, MEAUX, MEE-SUR-SEINE, MELUN, LE MESNIL-AMELOT, MITRY-MORY, MOISSY-CRAMAYEL, MONTEVRAIN, NANDY, NANTEUIL-LES-MEAUX, NOISIEL, POINCY, POMPONNE, PONTAULT-COMBAULT, PRINGY, ROCHETTE, ROISSY-EN-BRIE, RUBELLES, SAINT-FARGEAU-PONTHIERRY, SAINT-THIBAUT-DES-VIGNES, SAVIGNY-LE-TEMPLE, SERVON, THORIGNY-SUR-MARNE, TORCY, TRILPORT, VAIRÉS-SUR-MARNE, VAUX-LE-PENIL, VERT-SAINT-DENIS, VIGNELY, VILLENY, VILLEPARISIS.

78

ACHERES, AIGREMONT, ANDRESY, AUBERGENVILLE, AUFFREVILLE-BRASSEUIL, BAZOCHES-SUR-GUYONNE, BOIS-D'ARCY, BOUGIVAL, BUC, BUCHELAY, CARRIERES-SOUS-POISSY, CARRIERES-SUR-SEINE, CELLE-SAINT-CLOUD, CHAMBOURCY, CHANTELOUP-LES-VIGNES, CHAPET, CHATEAUFORT, CHATOU, LE CHESNAY-ROCQUENCOURT, CHEVREUSE, CLAYES-SOUS-BOIS, COIGNIÈRES, CONFLANS-SAINTE-HONORINE, CROISSY-SUR-SEINE, ELANCOURT, ETANG-LA-VILLE, EVECQUEMONT, FLINS-SUR-SEINE, FOLLAINVILLE-DENNEMONT, FONTENAY-LE-FLEURY, FOURQUEUX, GAILLON-SUR-MONTCIENT, GARGENVILLE, GUYANCOURT, HARDRICOURT, HOUILLES, ISSOU, JOUARS-PONTCHARTRAIN, JOUY-EN-JOSAS, JUZIERS, LIMAY, LOGES-EN-JOSAS, LOUVECIENNES, MAGNANVILLE, MAGNY-LES-HAMEAUX, MAISONS-LAFFITTE, MANTES-LA-JOLIE, MANTES-LA-VILLE, MAREIL-MARLY, MARLY-LE-ROI, MAURECOURT, MAUREPAS, MEDAN, MESNIL-LE-ROI, MESNIL-SAINT-DENIS, MEULAN, MEZY-SUR-SEINE, MONTESSON, MONTIGNY-LE-BRETONNEUX, MUREAUX, NEAUPHLE-LE-CHATEAU, NEAUPHLE-LE-VIEUX, ORGEVAL, PECQ, PLAISIR, POISSY, PORCHEVILLE,

⁵ Suivant l'[arrêté du 26 décembre 2016 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de la qualité de l'air ambiant](#).

PORT-MARLY, SAINT-CYR-L'ECOLE, SAINT-GERMAIN-EN-LAYE, SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE, SAINT-REMY-L'HONORE, SARTRVILLE, TESSANCOURT-SUR-AUBETTE, TOUSSUS-LE-NOBLE, TRAPPES, TREMBLAY-SUR-MAULDRE, TRIEL-SUR-SEINE, VAUX-SUR-SEINE, VELIZY-VILLACOUBLAY, VERNEUIL-SUR-SEINE, VERNOUILLET, VERRIERE, VERSAILLES, VESINET, VILLENNES-SUR-SEINE, VILLEPREUX, VILLIERS-SAINTE-FREDERIC, VIROFLAY, VOISINS-LE-BRETONNEUX.

ESSONNE (91)

ARPAJON, ATHIS-MONS, BALLAINVILLIERS, BIEVRES, BOISSY-SOUS-SAINT-YON, BONDOUFLE, BOUSSY-SAINT-ANTOINE, BRETIGNY-SUR-ORGE, BREUILLET, BREUX-JOUY, BRUNOY, BRUYERES-LE-CHATEL, BURES-SUR-YVETTE, CHAMPLAN, CHILLY-MAZARIN, CORBEIL-ESSONNES, COUDRAY-MONTCEAUX, COURCOURONNES, CROSNE, DRAVEIL, ECHARCON, EGLY, EPINAY-SOUS-SENART, EPINAY-SUR-ORGE, ETIOLLES, EVRY, FLEURY-MEROGIS, FONTENAY-LE-VICOMTE, GIF-SUR-YVETTE, GOMETZ-LE-CHATEL, GRIGNY, IGNY, JUVISY-SUR-ORGE, LEUVILLE-SUR-ORGE, LINAS, LISSES, LONGJUMEAU, LONGPONT-SUR-ORGE, MARCOUSSIS, MASSY, MENNECY, MONTGERON, MONTLHERY, MORANGIS, MORSANG-SUR-ORGE, MORSANG-SUR-SEINE, NORVILLE, NOZAY, OLLAINVILLE, ORMOY, ORSAY, PALAISEAU, PARAY-VIEILLE-POSTE, PLESSIS-PATE, QUINCY-SOUS-SENART, RIS-ORANGIS, SACLAY, SAINT-AUBIN, SAINTE-GENEVIEVE-DES-BOIS, SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON, SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL, SAINT-MICHEL-SUR-ORGE, SAINT-PIERRE-DU-PERRAY, SAINTRY-SUR-SEINE, SAINT-YON, SAULX-LES-CHARTREUX, SAVIGNY-SUR-ORGE, SOISY-SUR-SEINE, VARENNES-JARCY, VAUHALLAN, VERRIERES-LE-BUISSON, VIGNEUX-SUR-SEINE, VILLABE, VILLEBON-SUR-YVETTE, VILLE-DU-BOIS, VILLEJUST, VILLEMORIS-SUR-ORGE, VILLIERS-LE-BACLE, VILLIERS-SUR-ORGE, VIRY-CHATILLON, WISSOUS, YERRES, ULIS.

HAUTS-DE-SEINE (92)

ANTONY, ASNIERES-SUR-SEINE, BAGNEUX, BOIS-COLOMBES, BOULOGNE-BILLANCOURT, BOURG-LA-REINE, CHATENAY-MALABRY, CHATILLON, CHAVILLE, CLAMART, CLICHY, COLOMBES, COURBEVOIE, FONTENAY-AUX-ROSES, GARCHES, GARENNE-COLOMBES, GENNEVILLIERS, ISSY-LES-MOULINEAUX, LEVALLOIS-PERRET, MALAKOFF, MARNES-LA-COQUETTE, MEUDON, MONTROUGE, NANTERRE, NEUILLY-SUR-SEINE, PLESSIS-ROBINSON, PUTEAUX, RUEIL-MALMAISON, SAINT-CLOUD, SCEAUX, SEVRES, SURESNES, VANVES, VAUCRESSON, VILLE-D'AVRAY, VILLENEUVE-LA-GARENNE.

SEINE-SAINT-DENIS (93)

AUBERVILLIERS, AULNAY-SOUS-BOIS, BAGNOLET, BLANC-MESNIL, BOBIGNY, BONDY, BOURGET, CLICHY-SOUS-BOIS, COUBRON, COURNEUVE, DRANCY, DUGNY, EPINAY-SUR-SEINE, GAGNY, GOURNAY-SUR-MARNE, ILE-SAINT-DENIS, LILAS, LIVRY-GARGAN, MONTFERMEIL, MONTREUIL, NEUILLY-PLAISANCE, NEUILLY-SUR-MARNE, NOISY-LE-GRAND, NOISY-LE-SEC, PANTIN, PAVILLONS-SOUS-BOIS, PIERREFITTE-SUR-SEINE, PRE-SAINT-GERVAIS, RAINCY, ROMAINVILLE, ROSNY-SOUS-BOIS, SAINT-DENIS, SAINT-OUEN, SEVRAN, STAINS, TREMBLAY-EN-FRANCE, VAUJOURS, VILLEMOMBLE, VILLEPINTE, VILLETANEUSE.

VAL-DE-MARNE (94)

ABLON-SUR-SEINE, ALFORTVILLE, ARCUEIL, BOISSY-SAINT-LEGER, BONNEUIL-SUR-MARNE, BRY-SUR-MARNE, CACHAN, CHAMPIGNY-SUR-MARNE, CHARENTON-LE-PONT, CHENNEVIERES-SUR-MARNE, CHEVILLY-LARUE, CHOISY-LE-ROI, CRETEIL, FONTENAY-SOUS-BOIS, FRESNES, GENTILLY, HAY-LES-ROSES, IVRY-SUR-SEINE, JOINVILLE-LE-PONT, KREMLIN-BICETRE, LIMEIL-BREVANNES, MAISONS-ALFORT, MANDRES-LES-ROSES, MAROLLES-EN-BRIE, NOGENT-SUR-MARNE, NOISEAU, ORLY, ORMESSON-SUR-MARNE, PERIGNY, PERREUX-SUR-MARNE, PLESSIS-TREVEISE, QUEUE-EN-BRIE, RUNGIS, SAINT-MANDE, SAINT-MAUR-DES-FOSSES, SAINT-MAURICE, SANTENY, SUCY-EN-BRIE, THAIS, VALENTON, VILLECRESNES, VILLEJUIF, VILLENEUVE-LE-ROI, VILLENEUVE-SAINT-GEORGES, VILLIERS-SUR-MARNE, VINCENNES, VITRY-SUR-SEINE.

VAL-D'OISE (95)

ANDILLY, ARGENTEUIL, ARNOUVILLE, AUVERS-SUR-OISE, BEAUCHAMP, BESSANCOURT, BEZONS, BONNEUIL-EN-FRANCE, BOUFFEMONT, BUTRY-SUR-OISE, CERGY, CHAMPAGNE-SUR-OISE, CORMEILLES-EN-PARISIS, COURDIMANCHE, DEUIL-LA-BARRE, DOMONT, EAUBONNE, ECOUEN, ENGHIEEN-LES-BAINS, EPIAIS-LES-LOUVRES, ERAGNY, ERMONT, EZANVILLE, FRANCONVILLE, FREPILLON, FRETTE-SUR-SEINE, GARGES-LES-

GONESSE, GONESSE, GOUSSAINVILLE, GROSLAY, HERBLAY, ISLE-ADAM, JOUY-LE-MOUTIER, MARGENCY, MERIEL, MERY-SUR-OISE, MONTIGNY-LES-CORMEILLES, MONTLIGNON, MONTMAGNY, MONTMORENCY, NESLES-LA-VALLEE, NEUVILLE-SUR-OISE, OSNY, PARMAN, PIERRELAYE, PISCOP, PLESSIS-BOUCHARD, PONTOISE, PUISEUX-PONTOISE, ROISSY-EN-FRANCE, SAINT-BRICE-SOUS-FORET, SAINT-GRATIEN, SAINT-LEU-LA-FORET, SAINT-OUEN-L'AUMONE, SAINT-PRIX, SANNOIS, SARCELLES, SOISY-SOUS-MONTMORENCY, TAVERNY, LE THILLAY, VALMONDOIS, VAUDHERLAND, VAUREAL, VILLIERS-ADAM, VILLIERS-LE-BEL.

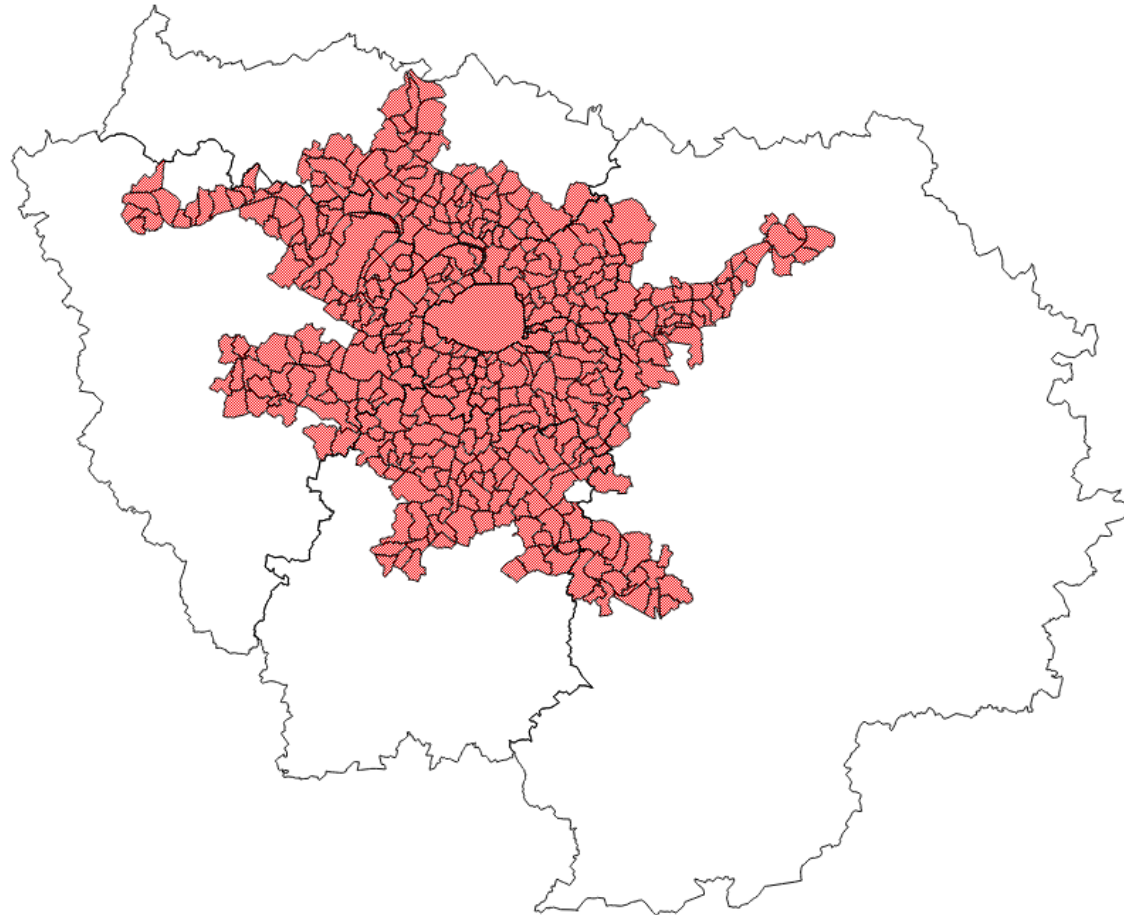


Figure 79 : zones sensibles à la qualité de l'air en Île-de-France

RÉFÉRENCES

- Airparif**, Campagne de mesure du mercure dans l'air ambiant en Île-de-France, Novembre 2010
- Airparif**, Surveillance des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing (77), Décembre 2014
- Airparif**, Pollution atmosphérique au Benzo(a)pyrène en Île-de-France, Campagne 2014-2015, Octobre 2015
- Airparif**, Inventaire régional des émissions en Île-de-France. Année de référence 2012 – éléments synthétiques. Édition mai 2016, 2016
- Airparif**, Inventaire 2015 des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, Décembre 2018
- Airparif**, Campagne de mesure du dioxyde d'azote en Île-de-France, 2020
- Carslaw D.C. et al.**, Have vehicle emissions of primary NO₂ peaked ?, *Faraday Discuss*, 00, 1-16, 2016
- Collette A. et al.**, Air quality trends in Europe over the past decade : a first multi-model assessment, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11 , 11657-11678, 2011
- Collette A. et al.**, European atmosphere in 2050, a regional air quality and climate perspective under CMIP5 scenarios, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13, 7451-7471, 2013
- European Environment Agency**, Air Pollution by Ozone across Europe during summer 2009, EEA Technical report 2/2010, 2010a
- European Environment Agency**, The European Environment – State and Outlook 2010 : Air Pollution – SOER 2010 Thematic Assessment, 2010b
- European Environment Agency**, Air Pollution due to ozone: health impacts and effects of climate change, accessible à l'adresse suivante :
, 2015
- European Topic Centre on Air pollution and Climate change Mitigation (ETC/ACM)**, Modelled future change in surface summertime ozone concentrations, 2015
- Feng, Z., Kobayashi, K., Ainsworth, E.**, Impact of elevated ozone concentration on growth, physiology, and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.): a metaanalysis. *Global Change Biology* 14, 2696–2708, 2008
- Font A. et al.**, A tale of two cities : is air pollution improving in Paris and London ?, *Environmental Pollution*, 249, 1-12, 2019
- Grice S. et al.**, Recent trends and projections of primary NO₂ emissions in Europe, *Atmospheric Environment* 43, 2154-2167, 2009
- Guerreiro, C. B.B, Foltescu, V., de Leeuw, F.:** Air quality status and trends in Europe, *Atmospheric Environment* 98(2014), 376-384, 2014

IARC (OMS), Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–106, Novembre 2012
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>

Ineris, Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques :

- Plomb et ses dérivés, version n°2-1/2003
- Nickel et ses dérivés, Juillet 2006
- Arsenic et ses dérivés inorganiques, Avril 2010
- Cadmium et ses dérivés, Mars 2011

Lin M. et al., Vegetation feedbacks during drought exacerbate air pollution extremes in Europe, *Nature Climate Change*, 2020

OMS, Air Quality Guidelines for Europe – Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No.91, 2000

OMS, www.who.int / Centre des médias, Santé et Qualité de l'Air, Aide-mémoire n°313, Septembre 2011

Weber et al., Total ozone trends from 1979 to 2016 derived from five merged observational datasets – the emergence into ozone recovery, *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 2097-2117, doi:10.5194/acp-18-2097-2018, 2018

Weiss M. et al., Will Euro 6 reduce NO_x emissions of new diesel cars ? – Insights from on-road tests with Portable Emissions Measurement Systems (PEMS), *Atmospheric Environment* 62, 657-665, 2012

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : situation des différents polluants réglementés par rapport aux normes et recommandations de qualité de l'air en Île-de-France en 2020	11
Figure 2 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO ₂) en 2020 en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne	13
Figure 3 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO ₂) pour l'ensemble des stations de mesure en Île-de-France en 2020.....	15
Figure 4 : évolution du nombre de Franciliens concernés par le dépassement de la réglementation pour le dioxyde d'azote	16
Figure 5 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO ₂) de 2007 à 2019 en Île-de-France.....	17
Figure 6 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond (bleu clair) et cinq stations trafic (bleu foncé), de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO ₂) dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2020	18
Figure 7 : records annuels pour le dioxyde d'azote (NO ₂) et les oxydes d'azote (NO _x) en Île-de-France sur l'historique 1991-2020.....	19
Figure 8 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air (annuelle et horaire) en dioxyde d'azote (NO ₂) en Île-de-France en 2020	20
Figure 9 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m ³ en particules PM ₁₀ en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne pour l'année 2020	22
Figure 10 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m ³ en particules PM ₁₀ en Île-de-France en 2020	23
Figure 11 : évolution du nombre de Franciliens concernés par le dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM ₁₀	24
Figure 12 : concentrations moyennes annuelles de particules PM ₁₀ en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne en 2020	24
Figure 13 : concentrations moyennes annuelles de particules PM ₁₀ en Île-de-France en 2020	25
Figure 14 : évolution du nombre de Franciliens potentiellement concernés par le dépassement de la recommandation OMS (20 µg/m ³ en moyenne annuelle) pour les particules PM ₁₀	26
Figure 15 : Concentrations moyennes annuelles en Ile-de-France de 2007 à 2019.....	27
Figure 16 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM ₁₀ de 1999-2001 à 2020 dans l'agglomération parisienne (en bleu) et hors agglomération (en vert)	28
Figure 17 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM ₁₀ sur 2 stations trafic	28
Figure 18 : records annuels pour les particules PM ₁₀ en Île-de-France sur l'historique 2007-2020.....	29
Figure 19 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM _{2.5} en 2020 en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne	30
Figure 20 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM _{2.5} en Île-de-France en 2020	30
Figure 21 : évolution du nombre de Franciliens potentiellement concernés par le dépassement de la recommandation OMS (10 µg/m ³ en moyenne annuelle) pour les particules PM _{2.5}	31
Figure 22 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM _{2.5} de 2007 à 2019 en Île-de-France.....	32
Figure 23 : évolution, sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM _{2.5} dans l'agglomération parisienne de 2000-2002 à 2020.....	32
Figure 24 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM _{2.5} sur la station du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil de 1999-2001 à 2020.....	33
Figure 25 : records annuels pour les particules PM _{2.5} en Île-de-France sur l'historique 2007-2020	33

Figure 26 : composition chimique détaillée des particules de fraction PM _{2.5} mesurées à la station de fond urbain de Gennevilliers sur l'année 2020	34
Figure 27 : évolution des concentrations hivernales de fumées noires dans l'agglomération parisienne de 1956 à 2020	35
Figure 28 : concentrations moyennes annuelles en carbone suie en Île-de-France en 2020	36
Figure 29 : pourcentages de carbone suie issu de la combustion d'hydrocarbures fossiles et de biomasse en situation de fond en Île-de-France sur l'année 2020, avec une distinction hiver/été..	37
Figure 30 : concentrations moyennes d'ammoniac mesurées en situation de fond urbain et à proximité du trafic routier en 2020.....	38
Figure 31 : Distribution granulométrique moyenne annuelle du nombre de particules submicroniques du 01/12/2019 au 30/11/2020	39
Figure 32 : Evolution des PUF (de 10 à 100 nm) à différentes résolutions temporelles sur une période de un an.....	40
Figure 33 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en particules PM ₁₀ et PM _{2.5} en Île-de-France en 2020	41
Figure 34 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O ₃) (seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures) en Île-de-France de 2017 à 2020.....	43
Figure 35 : situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O ₃) pour la santé (seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans) en Île-de-France – Période 2018-2020	44
Figure 36 : nombre de jours de dépassement de la valeur cible en ozone (O ₃) pour la protection de la santé (seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans à ne pas dépasser plus de 25 jours par sur une moyenne de 3 ans) en Île-de-France (moyenne 2018-2020)	44
Figure 37 : situation par rapport à l'objectif de qualité en ozone (O ₃) pour la protection de la végétation (AOT40, seuil de 6 000 µg/m ³ .h ⁻¹) en Île-de-France en 2020.....	45
Figure 38 : nombre moyen de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O ₃) (seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures) en Île-de-France de 1998 à 2020.....	46
Figure 39 : nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures en ozone en moyenne sur 3 ans (valeur cible pour la protection de la santé) sur la station de mesure la plus forte en Île-de-France de 1998-2000 à 2018-2020	47
Figure 40 : évolution, à échantillon constant de trois stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone (O ₃) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2020.....	48
Figure 41 : records annuels pour l'ozone (O ₃) en Île-de-France sur l'historique 1992-2020	49
Figure 42 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en ozone (O ₃) en Île-de-France en 2020	50
Figure 43 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne en 2020	51
Figure 44 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France en 2020.....	52
Figure 45 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, de la concentration moyenne de benzène sur 3 ans dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2020	53
Figure 46 : évolution de la concentration moyenne en benzène sur 3 ans sur 5 stations trafic (Place Victor Basch, Place de l'Opéra, Boulevard Haussmann, RN2 Pantin, RD7 Courbevoie) de 2007-2009 à 2017-2019	53
Figure 47 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en benzène (C ₆ H ₆) en Île-de-France pour l'année 2020	54
Figure 48 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en continu en Île-de-France en 2020	55
Figure 49 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en 2020 au sein de deux stations trafic parisiennes (Place de l'Opéra, Boulevard Périphérique Est) et en situation de fond urbain.....	55
Figure 50 : concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène (BaP) en Île-de-France en 2020	57

Figure 51 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans de benzo(a)pyrène (BaP) dans l'agglomération parisienne sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond et en site trafic (le long du Boulevard Périphérique) de 1999-2001 à 2020.....	58
Figure 52 : évolution de la concentration maximale journalière de benzo(a)pyrène (BaP) en et hors agglomération parisienne et à proximité du trafic routier (le long du Boulevard Périphérique) de 1998 à 2020	59
Figure 53 : concentrations moyennes annuelles des huit HAP mesurés en Île-de-France en 2020....	60
Figure 54 : évolution de la concentration moyenne annuelle de plomb (Pb) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et à Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 1991 à 2020	62
Figure 55 : évolution de la concentration moyenne annuelle d'arsenic (As) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 2000 à 2020	63
Figure 56 : évolution de la concentration moyenne annuelle de cadmium (Cd) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et à Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 2000 à 2020	63
Figure 57 : évolution de la concentration moyenne annuelle de nickel (Ni) à Paris (fond) de 2007 à 2020, à Limay (industrielle) de 2015 à 2020 et à Bagneaux-sur-Loing de 2016 à 2020.....	64
Figure 58 : concentrations moyennes annuelles et maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France en 2020.....	65
Figure 59 : évolution de la concentration moyenne 3 ans en monoxyde de carbone (CO) à proximité au trafic routier et en situation de fond dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2020	66
Figure 60 : records annuels pour le monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France sur l'historique 1991-2020	66
Figure 61 : évolution des concentrations moyennes hivernales de dioxyde de soufre (SO ₂) à Paris depuis l'hiver 1956-1957	68
Figure 62 : records annuels pour le dioxyde de soufre (SO ₂) en Île-de-France sur la période 1991-2020	68
Figure 63 : concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurés en Île-de-France en 2020	69
Figure 64 : jours de dépassement des seuils réglementaires en Île-de-France en 2020, seuil dépassé (information ou alerte) et polluant concerné (PM ₁₀ et O ₃)	71
Figure 65 : nombre de jours de dépassement des seuils d'information et d'alerte en Île-de-France de 2010 à 2020, tous polluants confondus (y compris les particules PM ₁₀ *) – Abaissement des seuils de déclenchement à partir du 30 novembre 2011 – Modification des critères de dépassement de l'arrêté d'information et d'alerte à partir du 15 septembre 2014 et Modification des critères de persistance de la procédure d'alerte selon l'arrêté inter-préfectoral du 19 décembre 2016].....	72
Figure 66 : nombre de jours de dépassement des seuils d'information et d'alerte en particules PM ₁₀ en Île-de-France de 2010 à 2020 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011 (* simulation rétrospective en 2010 et 2011)	72
Figure 67 : cartes journalières de la qualité de l'air en Île-de-France de l'épisode de pollution à l'ozone ayant eu lieu du 6 au 12 août 2020	74
Figure 68 : nombre de jours où l'indice de qualité de l'air ATMO (moyenne de la pollution de fond de l'agglomération parisienne) était médiocre, mauvais ou très mauvais de 2011 à 2020	75
Figure 69 : répartition en pourcentage des indices ATMO (fond, agglomération parisienne) en 2020	76
Figure 70 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2020	77
Figure 71 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2020.....	77
Figure 72 : Synthèse mensuelle et annuelle des principaux paramètres météorologiques (précipitations, température, insolation, vent) en Île-de-France en 2020 (d'après les bulletins mensuels pour la région Île-de-France téléchargeables à partir du site de Météo-France)	79
Figure 73 : normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2019.....	82

Figure 74 : valeurs guides de la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) applicables en 2019	83
Figure 75 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite journalière PM ₁₀ en Île-de-France de 2007 à 2020.....	84
Figure 76 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM ₁₀ en Île-de-France de 2007 à 2020.....	84
Figure 77 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant les seuils réglementaires en dioxyde d'azote (NO ₂) en Île-de-France de 2007 à 2020	85
Figure 78 : évolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement potentiel de la valeur limite annuelle (40 µg/m ³) en dioxyde d'azote (NO ₂) en Île-de-France de 2007 à 2020.....	85
Figure 79 : zones sensibles à la qualité de l'air en Île-de-France.....	89