

# Bilan de la qualité de l'air Année 2018

SURVEILLANCE ET INFORMATION EN ÎLE-DE-FRANCE





# SURVEILLANCE ET INFORMATION SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN ÎLE-DE-FRANCE BILAN ANNÉE 2018

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 2018 en Île-de-France pour l'ensemble des polluants réglementés et les tendances observées sur le long terme. Les données sont comparées aux normes de qualité de l'air en vigueur.

Les données statistiques relatives aux mesures de pollution, 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](#).

Photo de couverture : cartographie de la concentration annuelle en NO<sub>2</sub> – 2018 (Données Airparif – Images Google Earth et Landsat)

---

## 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

2018 : UNE ANNÉE MARQUÉE PAR UNE POLLUTION MAJORITAIREMENT ESTIVALE ...7

I. POLLUTION CHRONIQUE : LA QUALITÉ DE L'AIR PAR POLLUANT EN 2018 .....9

SITUATION DE L'ÎLE-DE-FRANCE PAR RAPPORT AUX NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR POUR LES DIFFÉRENTS POLLUANTS RÉGLEMENTÉS.....10

ÉVOLUTION GÉNÉRALE DES NIVEAUX DE POLLUTION EN ÎLE-DE-FRANCE DEPUIS PLUS DE VINGT-CINQ ANS.....11

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

PARTICULES PM<sub>10</sub> .....13

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....13

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE .....18

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE .....19

RECORDS HISTORIQUES.....20

PARTICULES PM<sub>2.5</sub> .....21

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....21

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE .....23

RECORDS HISTORIQUES.....24

MESURE DU CARBONE SUIE.....25

LA MESURE HISTORIQUE : LA MÉTHODE DES FUMÉES NOIRES.....25

MESURE DU CARBONE SUIE PAR AETHALOMÈTRE .....26

VERS UNE CONNAISSANCE APPROFONDIE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PARTICULES EN TEMPS RÉEL .....28

DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>).....31

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....31

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE .....35

RECORDS HISTORIQUES.....37

OZONE (O<sub>3</sub>).....38

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....38

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ .....41

RECORDS HISTORIQUES.....44

BENZÈNE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).....46

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....46

ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE .....48

AUTRES HYDROCARBURES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES (HAM).....50

POLLUANTS NE DÉPASSANT PAS LES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR .....51

BENZO(A)PYRÈNE .....52

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....52

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME .....53

AUTRES HAP .....54

MÉTAUX : PLOMB, ARSENIC, CADMIUM ET NICKEL .....56

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION ET ÉVOLUTION SUR LE LONG TERME .....56

MONOXYDE DE CARBONE (CO) .....59

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....59

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME .....60

RECORDS HISTORIQUES.....61

DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>).....62

SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION .....62

ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME .....63

RECORDS HISTORIQUES.....63

LES ALDÉHYDES .....64

AUTRES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS PRÉCURSEURS DE L'OZONE .....65

II. ÉPISODES DE POLLUTION.....	66
PROCEDURE D'INFORMATION ET D'ALERTE REGIONALE .....	66
RETOUR SUR LES EPISODES DE POLLUTION AUX PM <sub>10</sub> DE FEVRIER 2018.....	69
RETOUR SUR LES EPISODES DE POLLUTION A L'OZONE DE JUILLET 2018 .....	71
INDICE DE QUALITE DE L'AIR REGLEMENTAIRE ATMO.....	72
INDICES DE QUALITE DE L'AIR EUROPEENS CITEAIR .....	74
III. BILAN MÉTÉOROLOGIQUE 2018 EN ÎLE-DE-FRANCE.....	76
ANNEXES .....	78
<b>ANNEXE 1 : LEGISLATION RELATIVE A LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT APPLICABLE EN 2018</b> .....	78
<b>ANNEXE 2 : SUPERFICIE ET KILOMETRAGES CUMULES DE VOIES ROUTIERES CONCERNES PAR UN</b>	
<b>DEPASSEMENT DES SEUILS REGLEMENTAIRES EN ÎLE-DE-FRANCE ENTRE 2007 ET 2018</b> .....	82
PARTICULES PM <sub>10</sub> .....	82
DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ).....	83
<b>ANNEXE 3 : DEFINITION DE LA ZONE SENSIBLE (ZAS) EN ÎLE-DE-FRANCE</b> .....	84
RÉFÉRENCES.....	88
TABLE DES FIGURES .....	89

# 2018 : UNE ANNÉE MARQUÉE PAR UNE POLLUTION MAJORITAIREMENT ESTIVALE

En 2018, les concentrations de particules PM<sub>10</sub> et de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Île-de-France restent problématiques, avec des dépassements importants des valeurs limites réglementaires. L'année 2018 confirme toutefois la tendance à la baisse des niveaux de pollution chronique pour le NO<sub>2</sub>. Les niveaux moyens annuels en particules (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) tendent à stagner.

L'année 2018 a été une année chaude et ensoleillée. Elle a été marquée par plusieurs épisodes de pollution en ozone (O<sub>3</sub>), liés aux conditions caniculaires survenues durant la période estivale. Onze journées de dépassement du seuil d'information en ozone ont été enregistrées entre juillet et août 2018. À cette occasion, un jour de dépassement du seuil d'information a également été observé pour le NO<sub>2</sub>. A contrario, un faible nombre d'épisodes de pollution en particules PM<sub>10</sub> a été relevé, en raison de conditions météorologiques hivernales globalement clémentes (températures supérieures aux normales de saison) et dispersives. Trois jours de dépassement du seuil d'information ont été relevés (soit deux fois moins qu'en 2017).

Les niveaux moyens de pollution sont stables entre 2017 et 2018, excepté pour le NO<sub>2</sub> ; polluant pour lequel les concentrations moyennes annuelles poursuivent leur baisse, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier.



→ Malgré une tendance à l'amélioration ces dernières années, les valeurs limites journalières et annuelles pour les **particules PM<sub>10</sub>** sont toujours dépassées à proximité du trafic routier. En 2018, **environ 100 000 habitants situés dans l'agglomération et résidant au voisinage des grands axes de circulation sont potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM<sub>10</sub>** (35 jours supérieurs à 50 µg/m<sup>3</sup> autorisés). À l'image de l'année 2017, les conditions météorologiques plutôt douces et clémentes survenues en période hivernale ont été globalement favorables à une bonne qualité de l'air et ont entraîné peu d'épisodes de pollution particulaire.

Pour les **particules fines PM<sub>2.5</sub>**, les niveaux moyens annuels sont toujours largement supérieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). En 2018, **85 % des Franciliens** (~ 10 millions de personnes) **sont concernés par le dépassement de l'objectif de qualité français** (correspondant également à la valeur recommandée de l'OMS, fixée à 10 µg/m<sup>3</sup>).

→ **2018 confirme la baisse des niveaux de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'agglomération parisienne.** Ceci est cohérent avec la baisse des émissions franciliennes d'oxydes d'azote (trafic routier, industries, chauffage).

**À proximité du trafic routier**, sur les axes les plus chargés (Boulevard Périphérique, Autoroute A1, ...), les niveaux en NO<sub>2</sub> sont toujours en moyenne deux fois supérieurs à la valeur limite annuelle (fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>). **En 2018, près d'un million de Franciliens sont potentiellement exposés au dépassement de la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub>, dont 1 parisien sur 3.**

→ Après une longue période de forte baisse amorcée à la fin des années 1990, les niveaux de benzène continuent de diminuer lentement et tendent à se stabiliser sur l'ensemble de la région (tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier). **Moins de 1 % des Franciliens, situés dans l'agglomération et habitant au voisinage du trafic routier, sont potentiellement concernés par le dépassement de l'objectif annuel de qualité pour le benzène (2 µg/m<sup>3</sup>).**

La Figure ci-dessous résume les tendances et la situation de l'année 2018 vis-à-vis des normes réglementaires et des recommandations de l'OMS.





# I. POLLUTION CHRONIQUE :

## LA QUALITÉ DE L'AIR PAR POLLUANT EN 2018

**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. Ces 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.

Selon les références françaises et européennes, une distinction est faite entre **les situations de fond (exposition minimale de la population<sup>1</sup>, loin des sources directes et représentant le niveau de pollution général d'un secteur géographique) et les situations de proximité, notamment au trafic routier (exposition maximale de la population, près du trafic ou des industries).**

---

<sup>1</sup> À l'exception de l'exposition à l'ozone

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

La Figure 1 indique si, en 2018, les normes 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.



Figure 1 : situation des différents polluants réglementés par rapport aux normes et recommandations de qualité de l'air en Île-de-France en 2018

Les définitions des seuils réglementaires (valeur limite, valeur cible, objectif de qualité), des recommandations OMS, ainsi que le détail de l'ensemble des normes de qualité de l'air européennes et françaises applicables en 2018 sont présentés dans l'Annexe 1.

## ÉVOLUTION GÉNÉRALE DES NIVEAUX DE POLLUTION EN ÎLE-DE-FRANCE DEPUIS PLUS DE VINGT-CINQ ANS

La Figure 2 reporte les tendances observées en Île-de-France depuis plus de vingt-cinq ans pour les concentrations des différents polluants réglementés.

Polluants	Tendance long terme (1990-2018)	Tendance période récente (2007-2018)	Évolution 2018/2017
PM <sub>10</sub>	nd	↘	→
PM <sub>2,5</sub>	nd	↘	→
NO <sub>2</sub>	↘	↘	↘
O <sub>3</sub>	↗↗	→	↗
Benzène	↘↘	↘	↘
Benzo(a)pyrène	↘	↘	↘
Plomb	↘	→	→
Arsenic	↘	↘	↗
Cadmium	↘	↘	→
Nickel	↘	↘	↗
CO	↘↘	↘	→
SO <sub>2</sub>	↘↘	↘	→

↘↘ baisse forte    ↘ baisse modérée    → stable    ↗ hausse modérée    ↗↗ hausse forte    nd non disponible

Figure 2 : tendances observées à long et court terme pour les concentrations des différents polluants réglementés en Île-de-France

# POLLUANTS DÉPASSANT LES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR DE FAÇON RÉCURRENTÉ

## Particules

**PM<sub>10</sub>**  
**PM<sub>2,5</sub>**

Les particules sont constituées d'un **mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles**. Une distinction est faite entre les particules PM<sub>10</sub> (de diamètre inférieur à 10 µm) et les PM<sub>2,5</sub> (de diamètre inférieur à 2,5 µm). Les particules PM<sub>10</sub> sont majoritairement formées de particules PM<sub>2,5</sub> : en moyenne annuelle, les PM<sub>2,5</sub> représentent environ 60 à 70 % des PM<sub>10</sub>. Les sources de particules sont multiples. Il existe, d'une part, des rejets directs dans l'atmosphère. Les sources majoritaires de particules primaires (feu de forêt, sables...) 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. 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**.



## ENVIRONNEMENT

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



## NORMES FRANÇAISES

PM <sub>10</sub>			
Valeur limite journalière	Valeur limite annuelle	Objectif de qualité	Recommandations OMS
<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par an	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an <b>20 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle
Dépassée	Dépassée	Dépassé	Dépassées
PM <sub>2,5</sub>			
Valeur cible	Valeur limite annuelle	Objectif de qualité	Recommandations OMS
<b>20 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an <b>10 µg/m<sup>3</sup></b> 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 (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>) en raison de l'importance de la chimie atmosphérique et des phénomènes de transferts inter-régionaux pour ces polluants. En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, les teneurs en particules montrent une tendance à la baisse en Île-de-France entre 1999 et 2018. Après une période de stabilité, les niveaux de 2018 confirment la baisse enregistrée depuis 2012.

En moyenne, les niveaux sur l'année sont similaires à ceux mesurés en 2017. En comparaison à l'année précédente, le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> est sensiblement plus faible, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic. L'année 2018 a connu des conditions météorologiques globalement favorables à une bonne qualité de l'air.

## PARTICULES PM<sub>10</sub>

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÈGLEMENTATION

#### Valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m<sup>3</sup> autorisés)

La Figure 3 représente la carte du nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> en Île-de-France, avec un zoom sur l'agglomération parisienne pour l'année 2018.

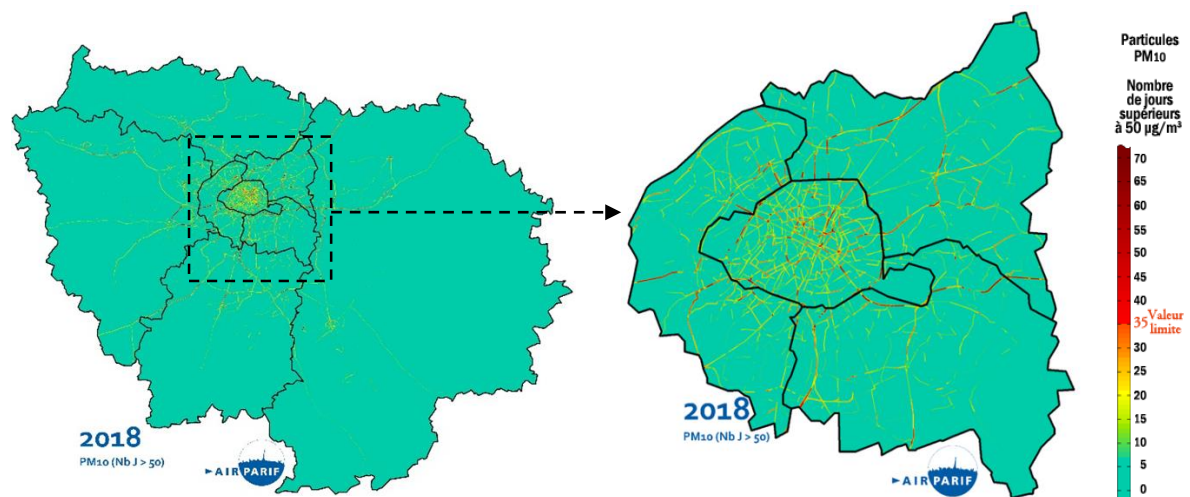


Figure 3 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> en particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne pour l'année 2018

Au même titre que les années précédentes, la valeur limite journalière est largement respectée en situation de fond en 2018. Le nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour les PM<sub>10</sub> est beaucoup moins important qu'en 2017 : il est de 1 à 2 jours de dépassement, soit entre 3,5 et 6 fois inférieur à celui enregistré en 2017. Les conditions météorologiques plutôt douces et clémentes survenues en période hivernale ont été globalement favorables à une bonne qualité de l'air et ont entraîné peu d'épisodes de pollution particulaire (Figure 4).

**En dépit d'une nette amélioration entre 2017 et 2018, la valeur limite journalière est encore dépassée à proximité du trafic routier. Ce dépassement est ainsi constaté en 2018 sur environ 1 % des axes routiers franciliens, soit environ 90 km de voirie (Cf. Annexe 2).**

En 2018, **le nombre de dépassements a fortement diminué sur l'ensemble des stations trafic** au regard de la situation en 2017, notamment en raison de conditions très dispersives en période hivernale.

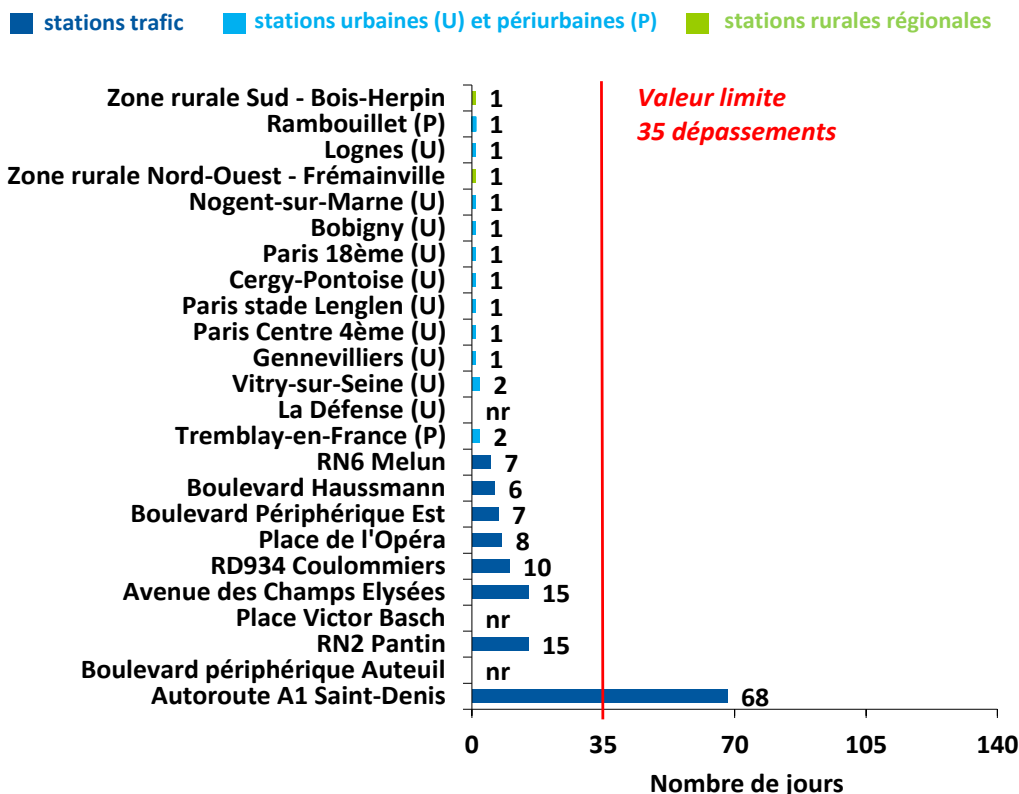


Figure 4 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> en particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France en 2018  
nr : non représentatif

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 2018. **Les variations interannuelles, parfois importantes, s'expliquent principalement par l'évolution des niveaux de fond, très dépendants du contexte météorologique.**

**En 2018, environ 100 000 personnes sont potentiellement exposées à un dépassement de la valeur limite journalière (soit environ 1 % de la population francilienne) contre plus de 40 % en 2007** (Figure 5).

Le nombre d'habitants potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m<sup>3</sup> autorisés) est l'un des plus faibles de tout l'historique 2007-2018 ; 2007 étant l'année où l'exposition des Franciliens a été la plus importante.

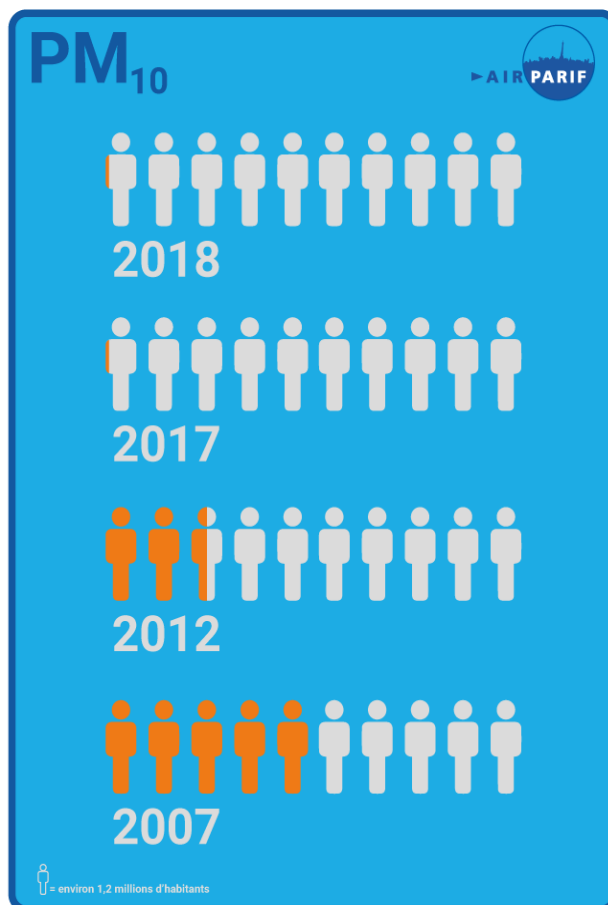


Figure 5 : évolution du nombre de franciliens concernés par le dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM<sub>10</sub>

**4.3 millions de personnes sont exposées à un air qui ne respecte pas les recommandations OMS (50 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) en 2018.**

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

**Valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne)**

Les cartes de la Figure 6 illustrent les concentrations moyennes annuelles en particules PM<sub>10</sub> en 2018 en Île-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne parisienne.

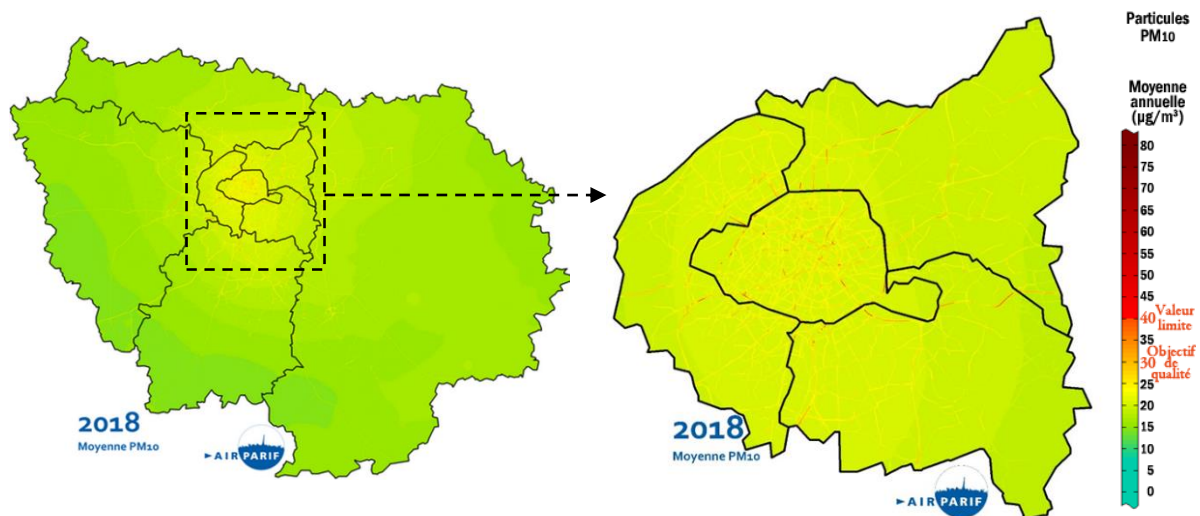


Figure 6 : concentrations moyennes annuelles de particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne en 2018

À l'image des trois dernières années, **les niveaux de fond moyens en PM<sub>10</sub> enregistrés au sein de la zone sensible francilienne restent globalement homogènes en 2018** (entre 17 et 21 µg/m<sup>3</sup>). Une **légère décroissance** entre le cœur dense de l'agglomération et la périphérie de l'Île-de-France est observée. Les concentrations moyennes annuelles de PM<sub>10</sub> mesurées en zone rurale sont comprises entre 14 et 16 µg/m<sup>3</sup>. D'une manière générale, **les niveaux moyens annuels en fond enregistrés en 2018 sont plutôt comparables à ceux mesurés en 2017.**

La Figure 7 présente la concentration moyenne annuelle de particules PM<sub>10</sub> relevée sur l'ensemble des stations de mesure réparties en Île-de-France en 2018. Les valeurs réglementaires pour les PM<sub>10</sub> (valeur limite annuelle et objectif de qualité) sont largement respectées en situation de fond urbain et rural.

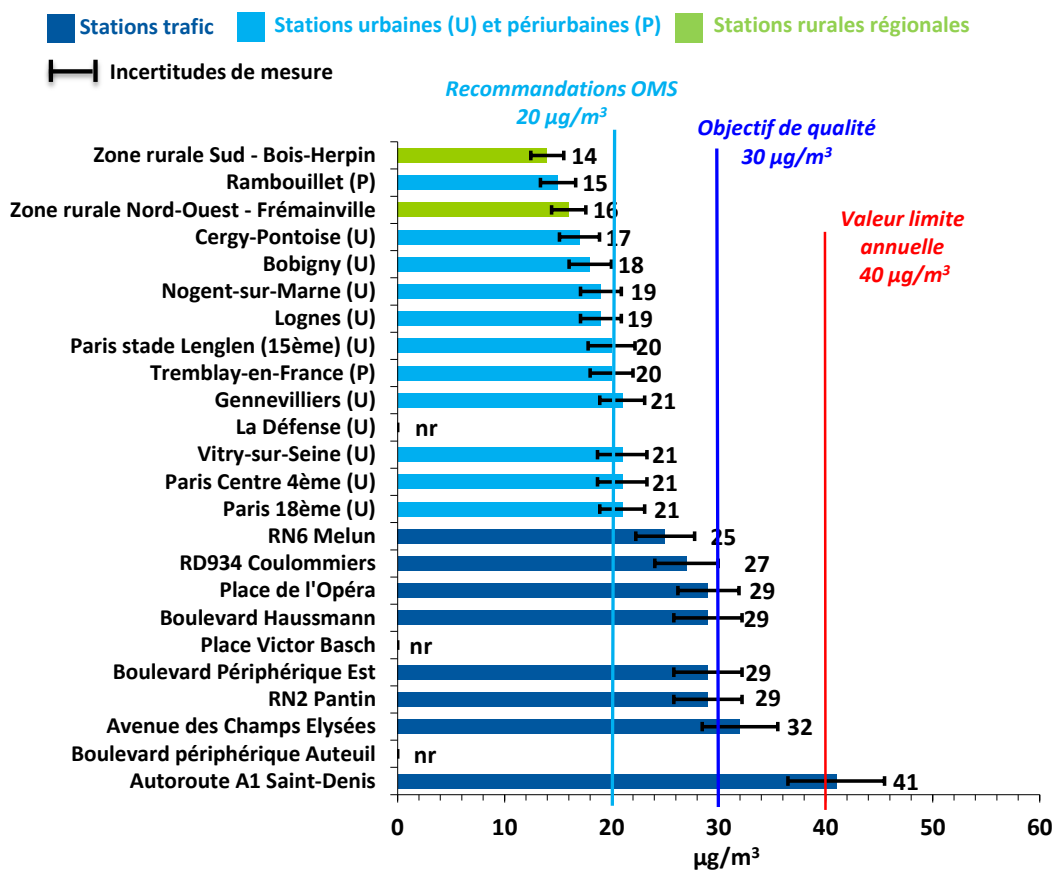


Figure 7 : concentrations moyennes annuelles de particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France en 2018

Les incertitudes de mesures sont évaluées sur les concentrations moyennes annuelles et non sur le nombre de jours de dépassement du seuil des 50 µg/m<sup>3</sup>  
nr : non représentatif

Comme chaque année, les concentrations moyennes les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens. Les niveaux peuvent y être jusqu'à deux fois supérieurs à ceux relevés en situation de fond (de 25 à 41 µg/m<sup>3</sup>). Les niveaux de PM<sub>10</sub> en situation de proximité au trafic ont globalement connu une très légère baisse entre 2017 et 2018.

Comme en 2015 et 2016, **une seule station dépasse encore la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) en 2018** : la station trafic Autoroute A1 Saint-Denis, avec 41 µg/m<sup>3</sup> (Figure 7).

En 2018, **l'objectif de qualité est dépassé sur deux sites trafic du réseau d'Airparif** (Avenue des Champs-Elysées et Autoroute A1 Saint-Denis).

**Plus de la moitié des stations du réseau de mesures Airparif mesurent des concentrations moyennes annuelles en particules PM<sub>10</sub> supérieures à 20 µg/m<sup>3</sup>**. Tous les sites trafic dépassent ce seuil de recommandations de l'OMS, ainsi que quelques stations urbaines de fond du cœur dense de l'agglomération parisienne (Paris Centre, Paris 18<sup>ème</sup>, Gennevilliers, Vitry-sur-Seine).

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**. Ces différences d'exposition représentent donc **un enjeu important en termes de santé publique**.



Le nombre d'habitants potentiellement concernés par un **dépassement de la valeur limite annuelle en PM<sub>10</sub> (fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>) est très faible** pour l'année 2018. Compte-tenu des incertitudes de la méthode d'estimation employée, les chiffres ne sont pas significatifs.

**Moins d'1 % de la population francilienne (soit environ 50 000 habitants), est potentiellement exposée<sup>2</sup> à un air excédant l'objectif de qualité annuel pour les particules PM<sub>10</sub>.** Cette valeur est comparable à celle de 2017. En 2007, près de 30 % de la population francilienne était concernée par ce dépassement de l'objectif de qualité français.

**En 2018, 4.6 millions de Franciliens sont concernés par le dépassement de la recommandation OMS.** En 2007, la totalité des Franciliens était concernée par le dépassement des 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle (Figure 8).

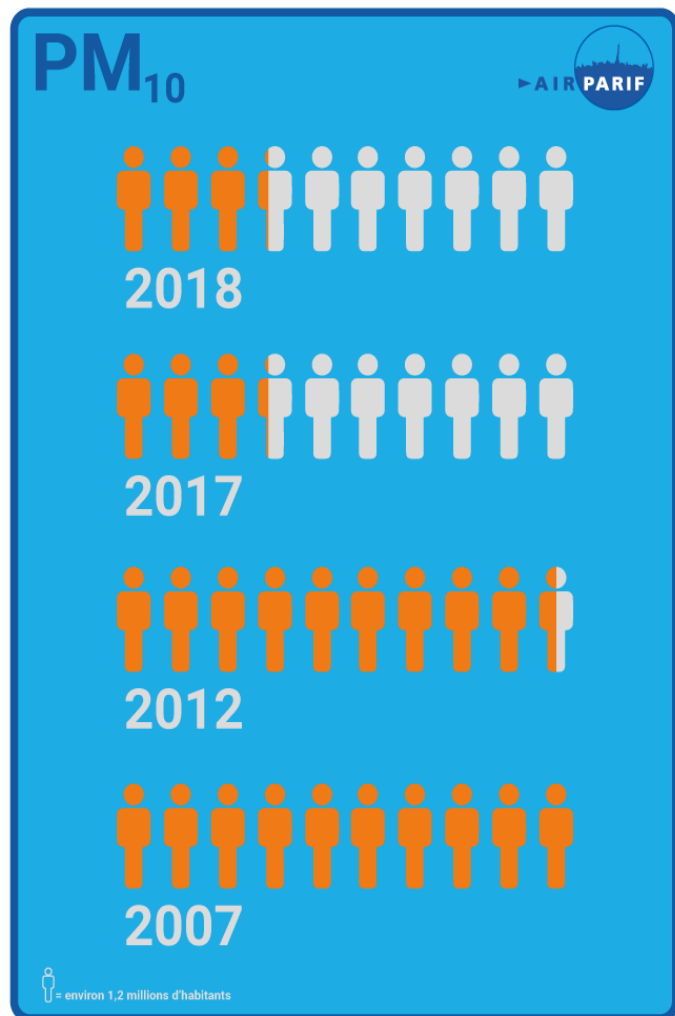


Figure 8 : évolution du nombre de franciliens concernés par le dépassement de la recommandation OMS (20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) pour les particules PM<sub>10</sub>

<sup>2</sup> 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

Au-delà de la quantité de polluants émis dans l'atmosphère, les teneurs journalières en particules PM<sub>10</sub> d'une année sur l'autre sont très impactées par le contexte météorologique, comme le reflètent les cartes du nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figure 9). À titre d'exemple, l'année 2008 a connu une météorologie globalement favorable à une bonne qualité de l'air, n'ayant ainsi pas entraîné d'épisodes intenses de particules. À l'inverse, en 2007 et 2012, des situations particulièrement défavorables, couplées à des émissions accrues de particules (notamment dues au chauffage au bois pendant les épisodes hivernaux) ont conduit à de forts niveaux en hiver et au printemps. Comme les quatre années précédentes, **l'année 2018 a connu des conditions météorologiques hivernales globalement favorables à une bonne qualité de l'air.**

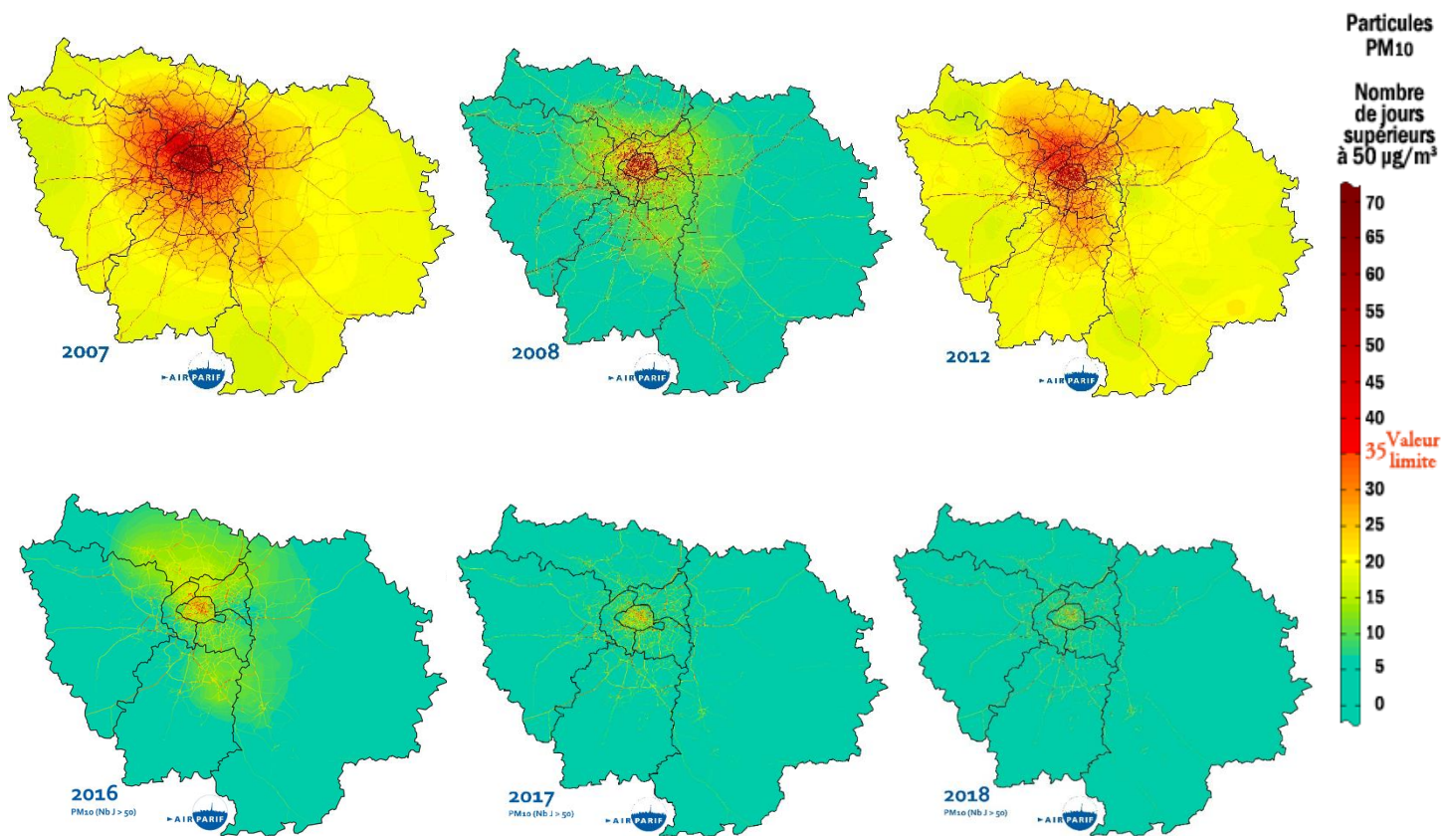
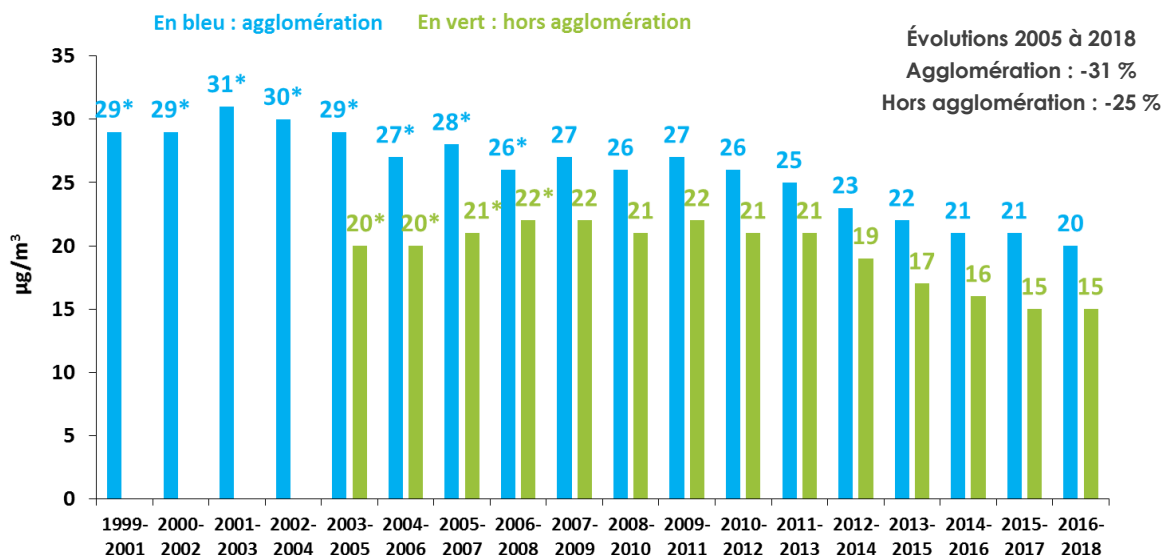


Figure 9 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> en particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018

Au-delà de ces évolutions saisonnières, **le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> est en forte diminution depuis 2007, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier.**

**ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE**

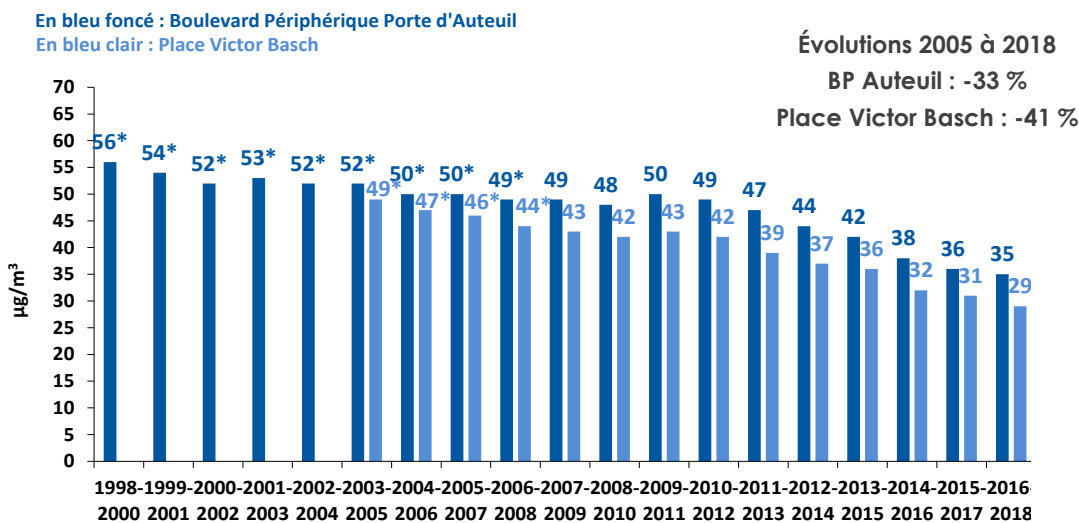
En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques, les teneurs moyennes de PM<sub>10</sub> en agglomération montrent **une tendance à la baisse** (Figure 10). **Entre 1999-2001 et 2016-2018, ces niveaux ont ainsi baissé d'environ -30 %**. Cette décroissance 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. **En situation de fond, cette baisse est plus marquée sur les dernières années. Ce constat s'observe également en zone hors agglomération.**



\* Moyennes recalculées pour intégrer la fraction volatile et permettre une comparaison avec les mesures postérieures à 2006

Figure 10 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM<sub>10</sub> de 1999-2001 à 2016-2018 dans l'agglomération parisienne (en bleu) et hors agglomération (en vert)

La station trafic du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil dispose de mesures de PM<sub>10</sub> depuis 1998 et Place Victor Basch depuis 2003. La Figure 11 montre une baisse des niveaux de PM<sub>10</sub> sur ces deux stations de proximité au trafic routier, de l'ordre de -41 % à Place Victor Basch et -33 % à la Porte d'Auteuil entre 2005 et 2018. Sur cette dernière, la baisse est de l'ordre de -38 % entre 1998-2000 et 2016-2018. Cette tendance peut s'expliquer par une diminution plus importante des émissions de particules primaires issues du trafic routier (d'environ -55 % entre 2000 et 2012), notamment liée à **l'introduction progressive des filtres à particules sur les véhicules diesel.**



\* Moyennes recalculées pour intégrer la fraction volatile et permettre une comparaison avec les mesures postérieures à 2006

Figure 11 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM<sub>10</sub> sur 2 stations trafic à Paris de 1998-2000 à 2016-2018

## RECORDS HISTORIQUES

La Figure 12 indique les plus fortes concentrations en particules PM<sub>10</sub> référencées dans l'historique de mesures depuis 2007.

Historique 2007-2018	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?
<b>Concentration moyenne annuelle la plus forte</b>	30	Paris 1 <sup>er</sup> Les Halles, Paris 18 <sup>ème</sup> , Gennevilliers, La Défense, 2007 ; Bobigny, 2009	62	Boulevard Périphérique Auteuil, 1997
<b>Concentration horaire maximale</b>	287*	Zone rurale Sud - Bois Herpin, le 27 septembre 2013 à 17h légales	660**	Boulevard Périphérique Auteuil, le 7 septembre 2013 à 24h légales
<b>Concentration journalière la plus forte</b>	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 ?
<b>Nombre de jours de dépassement de 50 µg/m<sup>3</sup> le plus fort</b>	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 12 : records annuels pour les particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France sur l'historique 2007-2018

## PARTICULES PM<sub>2,5</sub>

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÈGLEMENTATION

Les cartes de la Figure 13 illustrent les concentrations moyennes annuelles en particules fines PM<sub>2,5</sub> en 2018 en Île-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne.

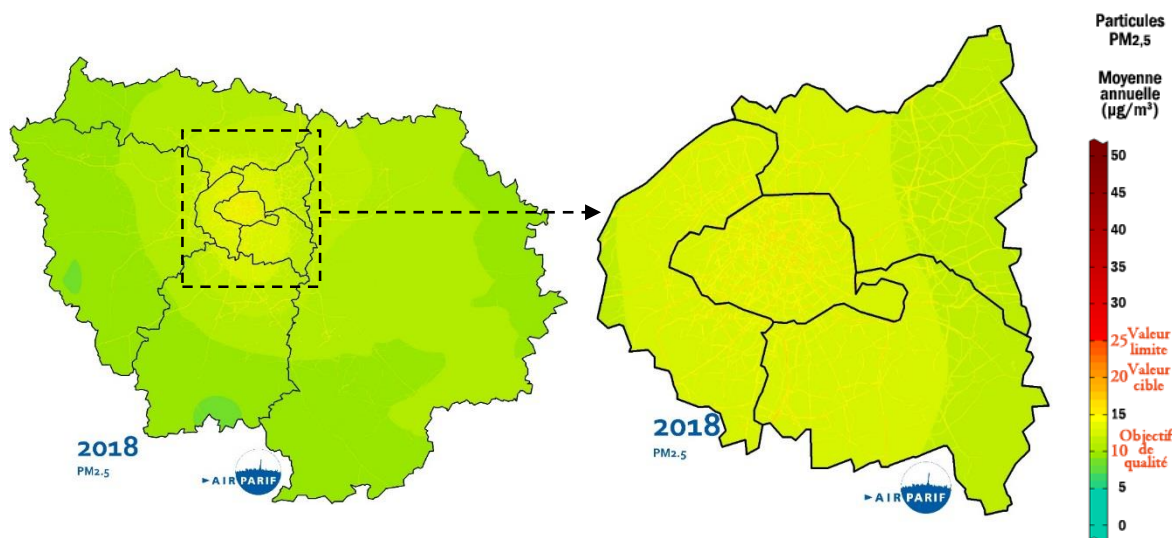


Figure 13 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM<sub>2,5</sub> en 2018 en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne

À l'image des trois dernières années, **une faible différence des teneurs en particules PM<sub>2,5</sub> apparaît entre l'agglomération parisienne et la zone rurale** en 2018. En effet, les concentrations moyennes annuelles de particules fines sont comprises entre 8 et 10 µg/m<sup>3</sup> en milieu rural et entre 11 et 14 µg/m<sup>3</sup> sur les sites urbains de fond du cœur de l'agglomération (Figure 14).

**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 mesurées sont comprises entre 14 et 18 µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle).

**Tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, les concentrations moyennes annuelles en PM<sub>2,5</sub> relevées en 2018 sont relativement comparables à celles mesurées en 2017.**

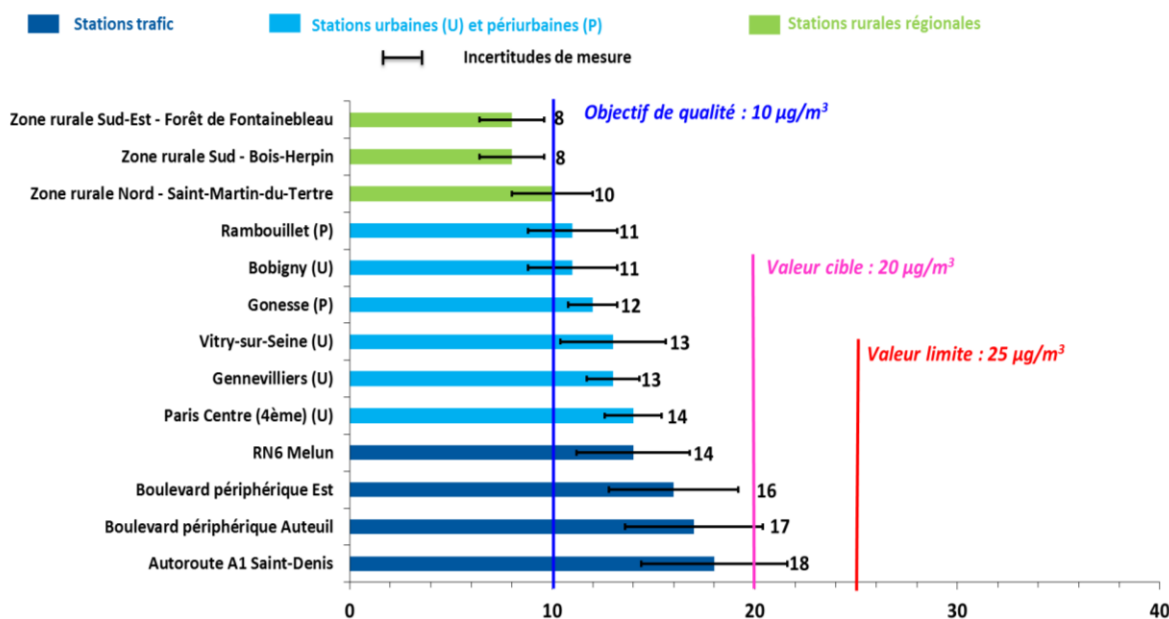


Figure 14 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM<sub>2,5</sub> en Île-de-France en 2018

Pour la cinquième année consécutive, la **valeur limite annuelle en PM<sub>2,5</sub>** (25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) **est respectée en Île-de-France en 2018, tout comme la valeur cible** (fixée à 20 µg/m<sup>3</sup>).

**En 2018, l'objectif de qualité français (10 µg/m<sup>3</sup>), qui correspond également à la valeur recommandée par l'OMS, est dépassé sur moins d'un quart de la région Île-de-France.**

**Ce dépassement est majoritairement constaté dans la zone sensible francilienne<sup>3</sup> et le long de certaines voies de circulation. Il concerne environ 10 millions d'habitants (soit près de 85 % des Franciliens).** La situation est comparable à celle de 2017, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. En 2007 et 2012, la totalité des franciliens était concernée par la recommandation de l'OMS (Figure 15).

**La recommandation OMS** (25 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) **est dépassée sur l'ensemble de la région Île-de-France en 2018.**

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.** Ces différences d'exposition représentent un **enjeu important en termes de santé publique.**

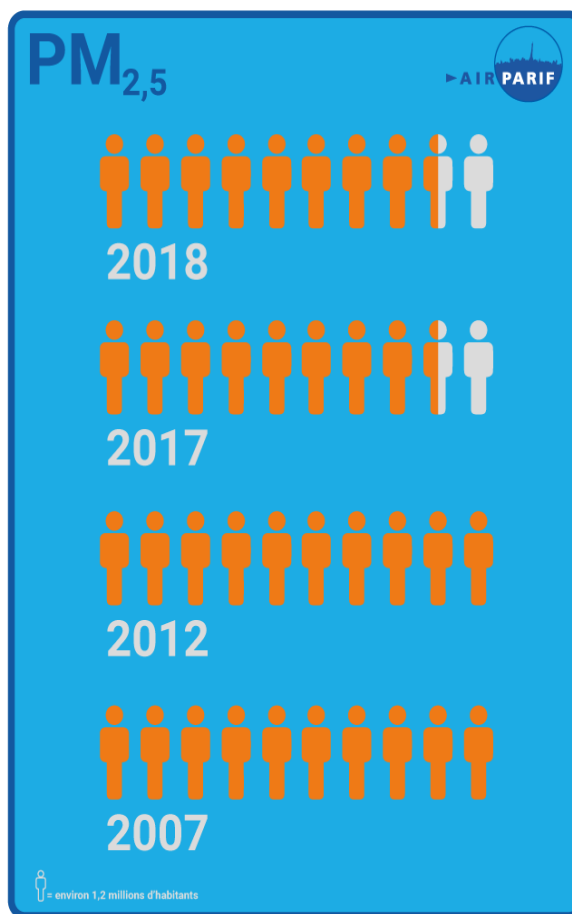


Figure 15 : évolution du nombre de franciliens concernés par le dépassement de la recommandation OMS (10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) pour les particules PM<sub>2,5</sub>

<sup>3</sup> 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 3](#).

**ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE**

Comme pour les PM<sub>10</sub>, **les particules fines PM<sub>2,5</sub> montrent une tendance globale à la baisse entre 2007 et 2018**, comme l'illustrent les cartes de la Figure 16.

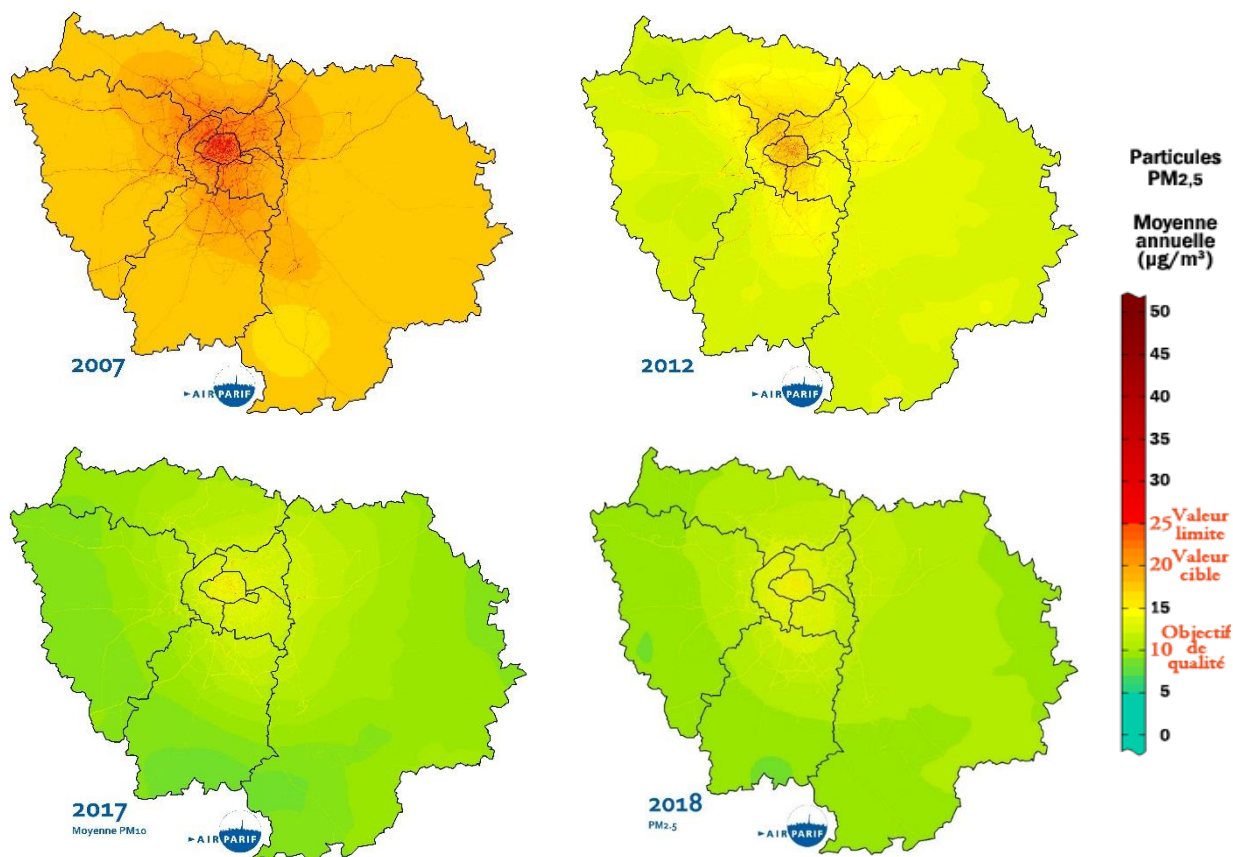
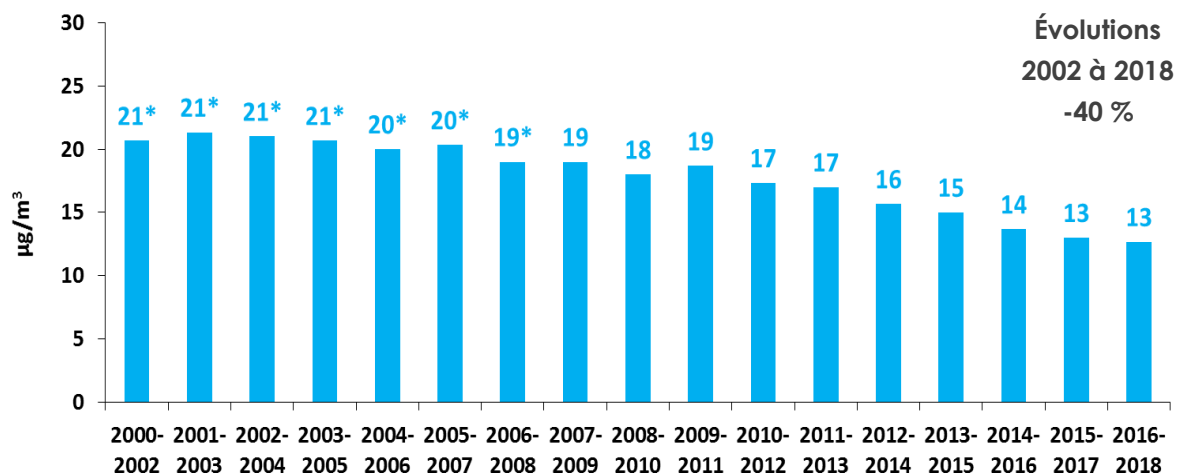


Figure 16 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM<sub>2,5</sub> de 2007 à 2018 en Île-de-France

Entre 2000-2002 et 2016-2018, les niveaux de PM<sub>2,5</sub> moyennés sur 3 années montrent **une baisse de l'ordre de -40 %** en situation de fond (Figure 17).



\* Moyennes recalculées pour intégrer la fraction volatile et permettre une comparaison avec les mesures postérieures à 2006

Figure 17 : évolution, sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM<sub>2,5</sub> dans l'agglomération parisienne de 2000-2002 à 2016-2018

La baisse des concentrations en PM<sub>2.5</sub> est plus marquée sur la station trafic du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil (Figure 18). Une baisse de l'ordre de -60 % est ainsi relevée entre 1999-2001 et 2016-2018. Comme pour les PM<sub>10</sub>, cette décroissance s'explique par la **diminution des particules primaires émises à l'échappement des véhicules diesel** (environ -35 % entre 2005 et 2015). **La baisse est plus importante pour les PM<sub>2.5</sub> que pour les PM<sub>10</sub>, car la majorité des PM<sub>2.5</sub> sont émises à l'échappement des véhicules.** Les particules PM<sub>10</sub> comprennent une fraction importante liée à l'abrasion de la route, du moteur et des freins ainsi qu'à la remise en suspension des particules déposées sur la chaussée.

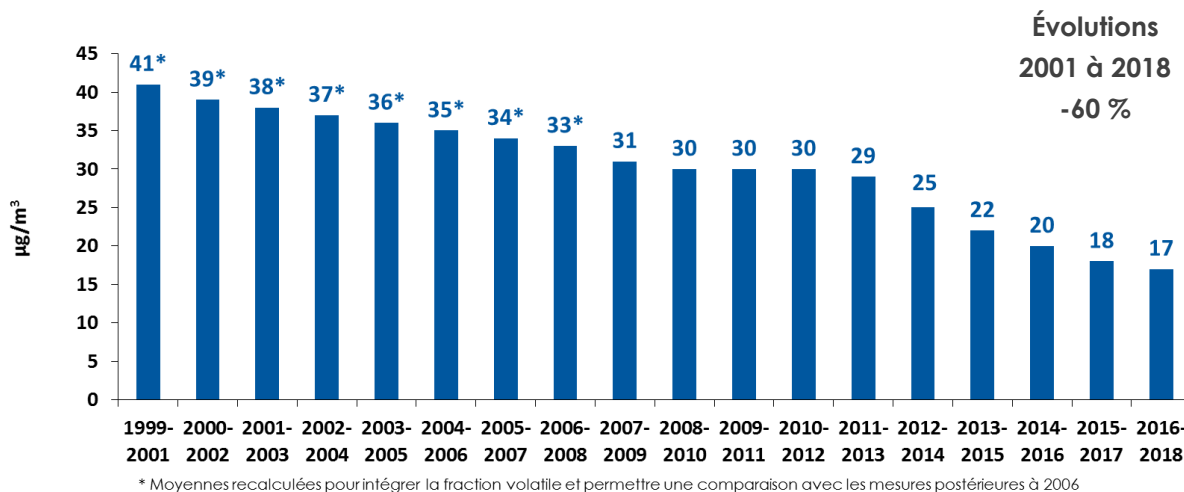


Figure 18 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM<sub>2.5</sub> sur la station du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil de 1999-2001 à 2016-2018

## RECORDS HISTORIQUES

La Figure 19 indique les plus fortes concentrations en particules fines PM<sub>2.5</sub> enregistrées dans l'historique de mesures depuis 2007.

Historique 2007-2018	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?
<b>Concentration moyenne annuelle la plus forte</b>	22	Bobigny, 2007	33	Boulevard Périphérique Auteuil, 2007 ; Autoroute A1 Saint-Denis, 2011
<b>Concentration horaire maximale</b>	245*	Zone rurale Sud - Bois-Herpin le 27 septembre 2013 à 17h légales	503**	Boulevard Périphérique Auteuil, le 7 septembre 2013 à 24h légales
<b>Concentration journalière la plus forte</b>	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 19 : records annuels pour les particules PM<sub>2.5</sub> en Île-de-France sur l'historique 2007-2018



## 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 aux PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub> qui limitent 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 poursuit toutefois 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 PM<sub>10</sub> ou aux PM<sub>2,5</sub>.

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 20). 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 2009 à 2018 sont les plus faibles de l'historique.

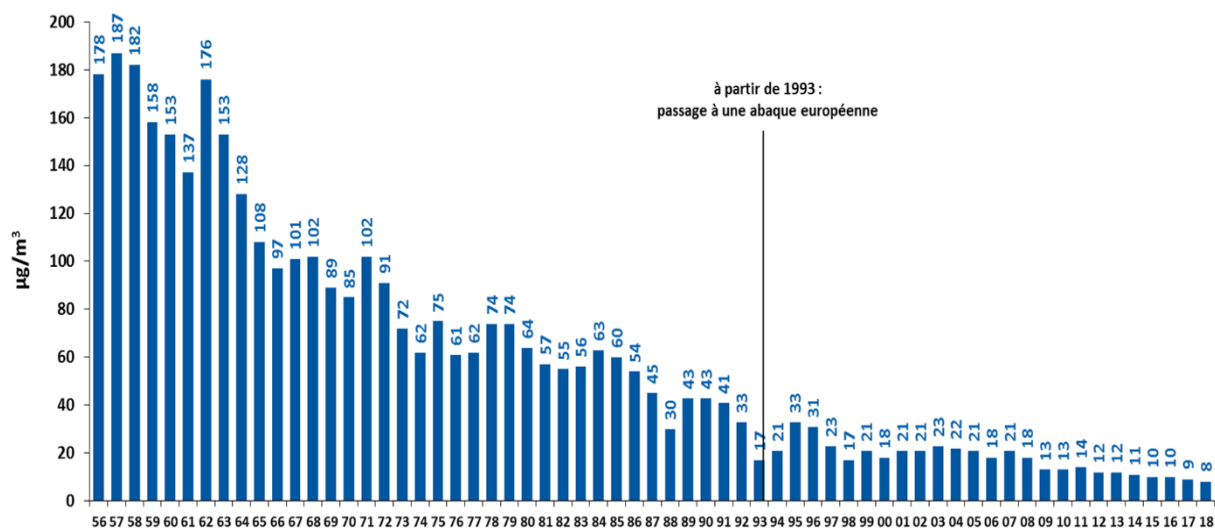


Figure 20 : évolution des concentrations hivernales de fumées noires dans l'agglomération parisienne de 1956-1957 à 2017-2018

## 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 : trois sites trafic (Autoroute A1 Saint-Denis, Boulevard Périphérique Est et Boulevard Haussmann) et deux sites urbains de fond (Paris 13<sup>ème</sup>, Gennevilliers).

Il existe un **gradient très important** entre les concentrations moyennes de carbone suie mesurées en site de fond urbain et en site trafic (Figure 21). De l'ordre de 2 µg/m<sup>3</sup> en zone urbaine de fond, elles peuvent atteindre jusqu'à 11 µg/m<sup>3</sup> sur le site trafic le plus chargé en particules (Autoroute A1 Saint-Denis). **Par rapport à l'année 2017, les niveaux de carbone suie enregistrés en 2018 sont en légère baisse sur l'ensemble des stations de mesure** (à l'exception de Gennevilliers qui est stable).

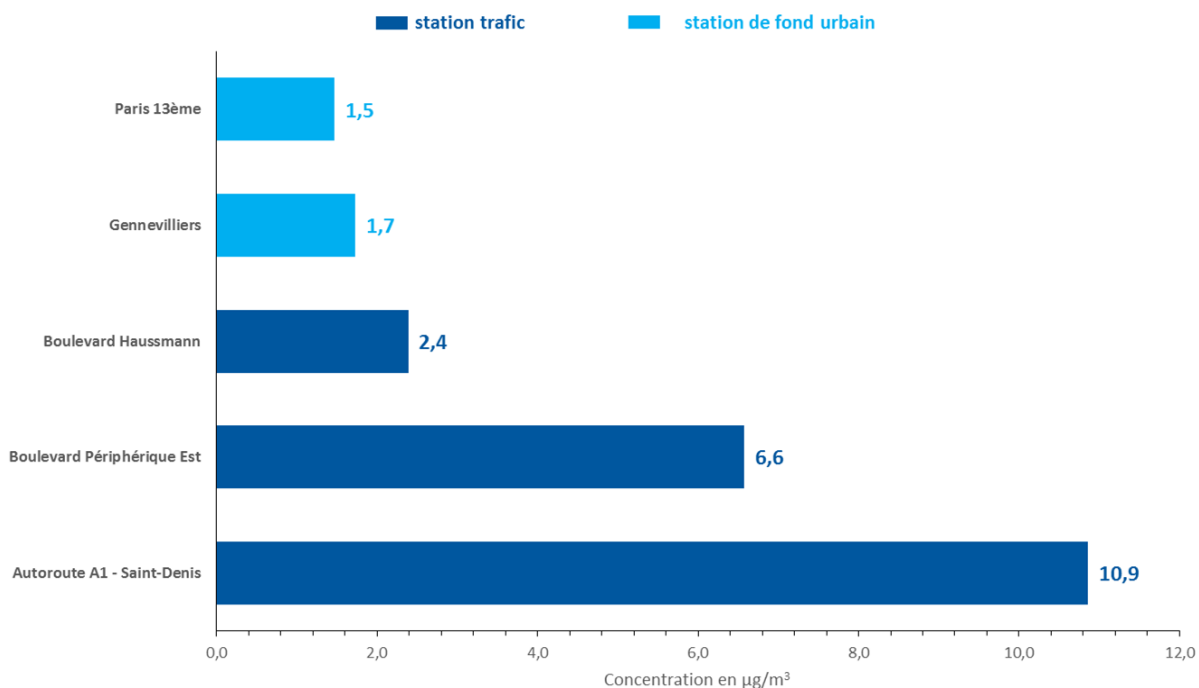


Figure 21 : concentrations moyennes annuelles en carbone suie en Île-de-France en 2018

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, BC<sub>tr</sub>) et celui émis par la combustion de la biomasse (principalement par le chauffage au bois en Île-de-France, BC<sub>wb</sub>). **Il constitue également un bon traceur de la part locale des particules**. Ainsi, le suivi de cet indicateur permet d'évaluer l'efficacité de mesures de réduction des sources locales de combustion, en particulier concernant le trafic routier.

En situation de fond, **la contribution moyenne annuelle de carbone suie issu du fioul fossile est de l'ordre de 90 % , les 10 % restants étant attribuable à la combustion de la biomasse** (Figure 22). La proportion moyenne de la combustion de biomasse au carbone suie (essentiellement liée au chauffage au bois en Île-de-France) est variable suivant les saisons. En effet, elle est environ 2 fois plus importante au cours de la période hivernale (jusqu'à 14 %). Cette contribution est non nulle en période estivale (7%) (pouvant être due entre autres au brûlage de déchets verts...).

**Ces pourcentages ne reflètent pas directement la contribution du chauffage au bois dans les particules PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub>; la proportion de matière organique étant également à prendre en compte.**

La proportion de matière organique produite par ces deux sources est sensiblement différente. Elle est près de 5 fois plus importante pour la combustion de la biomasse que pour le trafic routier.

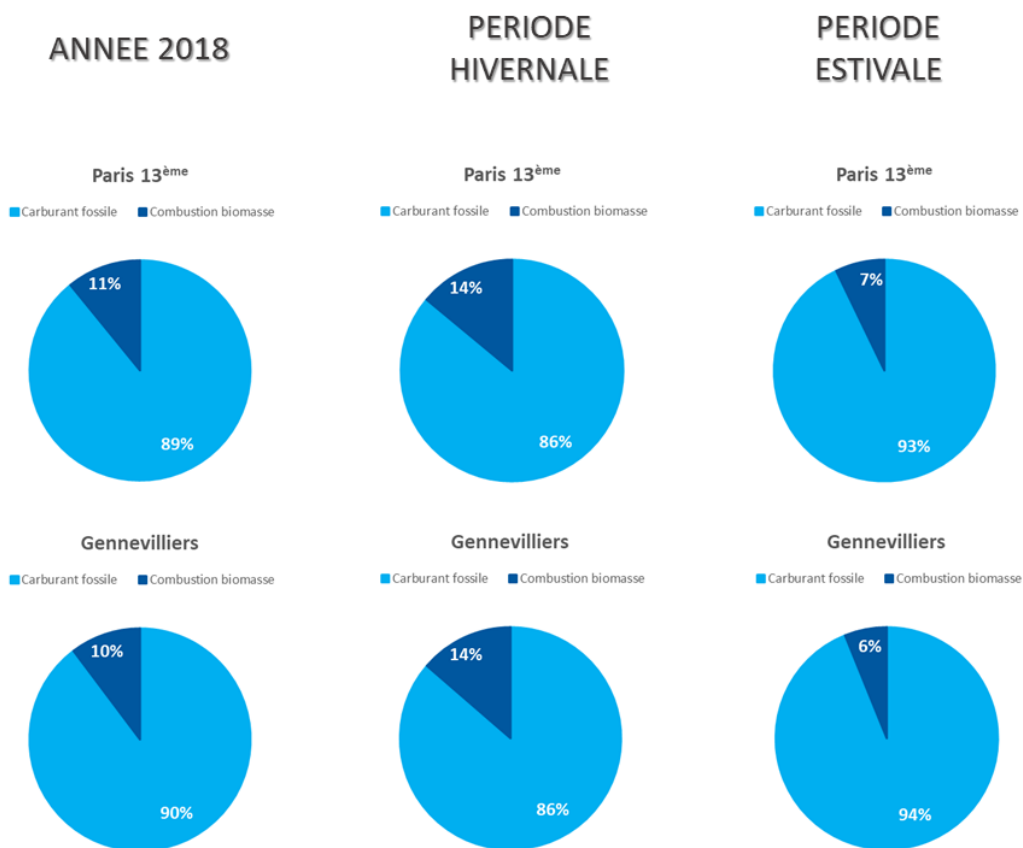


Figure 22 : pourcentages de carbone suie issu de la combustion du fioul fossile et de la biomasse en situation de fond en Île-de-France sur l'année 2018, avec une distinction hiver/été.

## VERS UNE CONNAISSANCE APPROFONDIE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PARTICULES EN TEMPS RÉEL

Grâce à la mesure du carbone suie (à l'aide d'un Aéthalomètre AE33, décrit précédemment) 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 (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) en Île-de-France.

À titre d'exemple, les niveaux observés durant l'épisode de pollution survenu le 8 février 2018, ont pu être associés à un épisode de pollution « multi-sources ». Ce type d'épisode s'est caractérisé par des **particules d'origine carbonée** (avec 35 % des PM<sub>2,5</sub> issues de la combustion fossile et de la biomasse, émises localement) et **des particules secondaires** (sulfate, nitrate, ammonium) formées à partir d'ammoniac et d'oxydes d'azote (40 % des PM<sub>2,5</sub> issues à la fois de sources locales et de phénomènes d'import) (Figure 23). Une information importante pour les décideurs qui permet de cibler au mieux les leviers d'actions à mettre en œuvre pour réduire ou limiter les concentrations dans l'air.

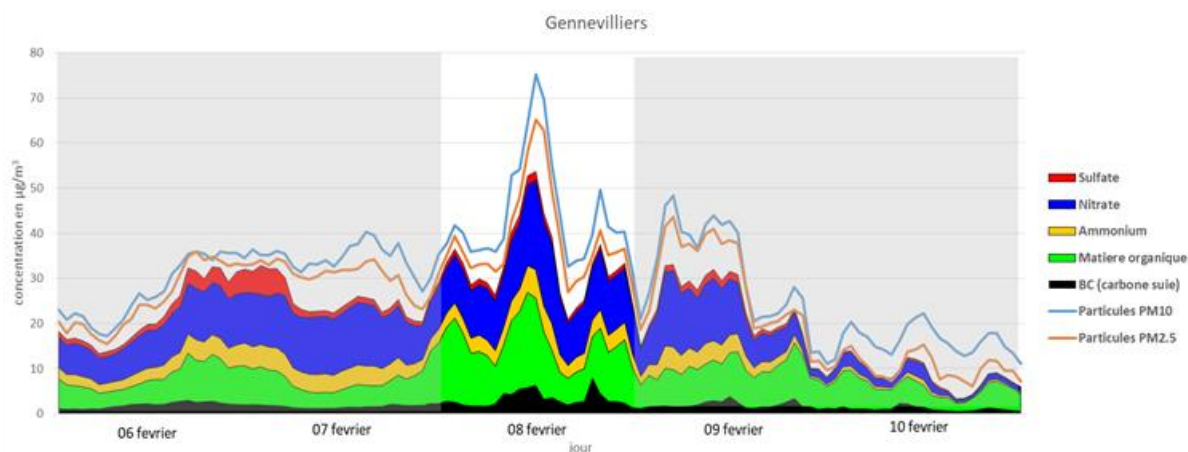


Figure 23 : concentrations mesurées sur le site de fond urbain Gennevilliers lors de l'épisode de pollution survenu le 08 février 2018

Pour plus d'informations sur les épisodes de pollution survenus en février 2018 en Île-de-France, le lecteur est invité à se référer au chapitre II de ce bilan.

En complément, Airparif a initié des mesures d'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Les premières mesures de NH<sub>3</sub> (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 NH<sub>3</sub> 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 (NH<sub>3</sub>) 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 2018, les mesures ont été réalisées au moyen de tubes passifs sur un site urbain de fond (Gennevilliers) et un site trafic (implanté en bordure du Boulevard Périphérique).

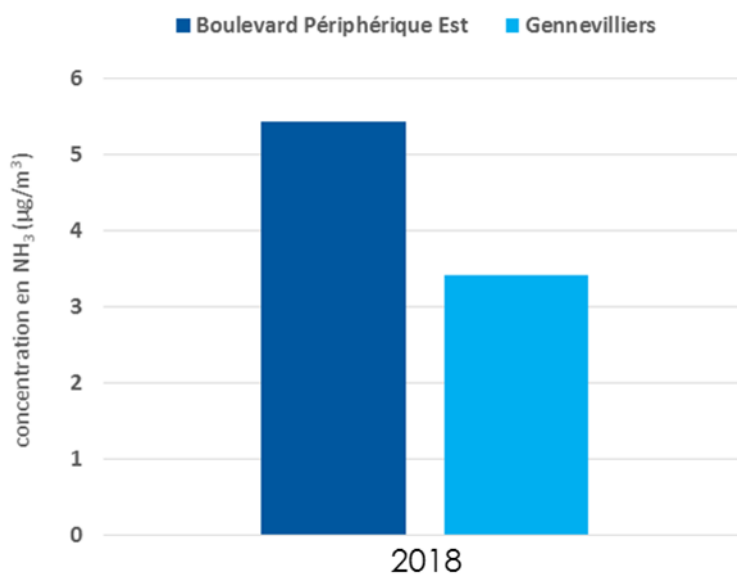


Figure 24 : concentrations moyennes d'ammoniac mesurées en situation de fond urbain et à proximité du trafic routier en 2018

Les concentrations mesurées sur les sites urbains Boulevard Périphérique Est et Gennevilliers sont comprises entre **3 et 6 µg/m<sup>3</sup>**. La teneur maximale moyenne est relevée à proximité du trafic routier (Figure 24). En 2018, les niveaux d'ammoniac sont comparables à ceux mesurés en 2017 (dans le cadre du projet de recherche CORTEA).

## En résumé pour les particules

Des dépassements récurrents et importants des valeurs limites pour les PM<sub>10</sub> à proximité du trafic.

Environ 100 000 Franciliens sont toujours potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite journalière en PM<sub>10</sub>.

Le dépassement de l'objectif de qualité en PM<sub>10</sub> concerne moins de 1 % de la population francilienne. 4.6 millions de Franciliens sont concernés par le dépassement des recommandations OMS.

En proximité au trafic, les niveaux moyens de PM<sub>2.5</sub> sont jusqu'à deux fois supérieurs à l'objectif de qualité français. Près de 85 % des Franciliens, soit environ 10 millions de personnes, sont concernés par un dépassement de ce seuil.

Néanmoins, une tendance à la stagnation est observée, en particulier en proximité au trafic routier, où la valeur limite annuelle (25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) n'est plus dépassée depuis 2014.

La valeur cible en PM<sub>2.5</sub> est respectée en Île-de-France en 2018.

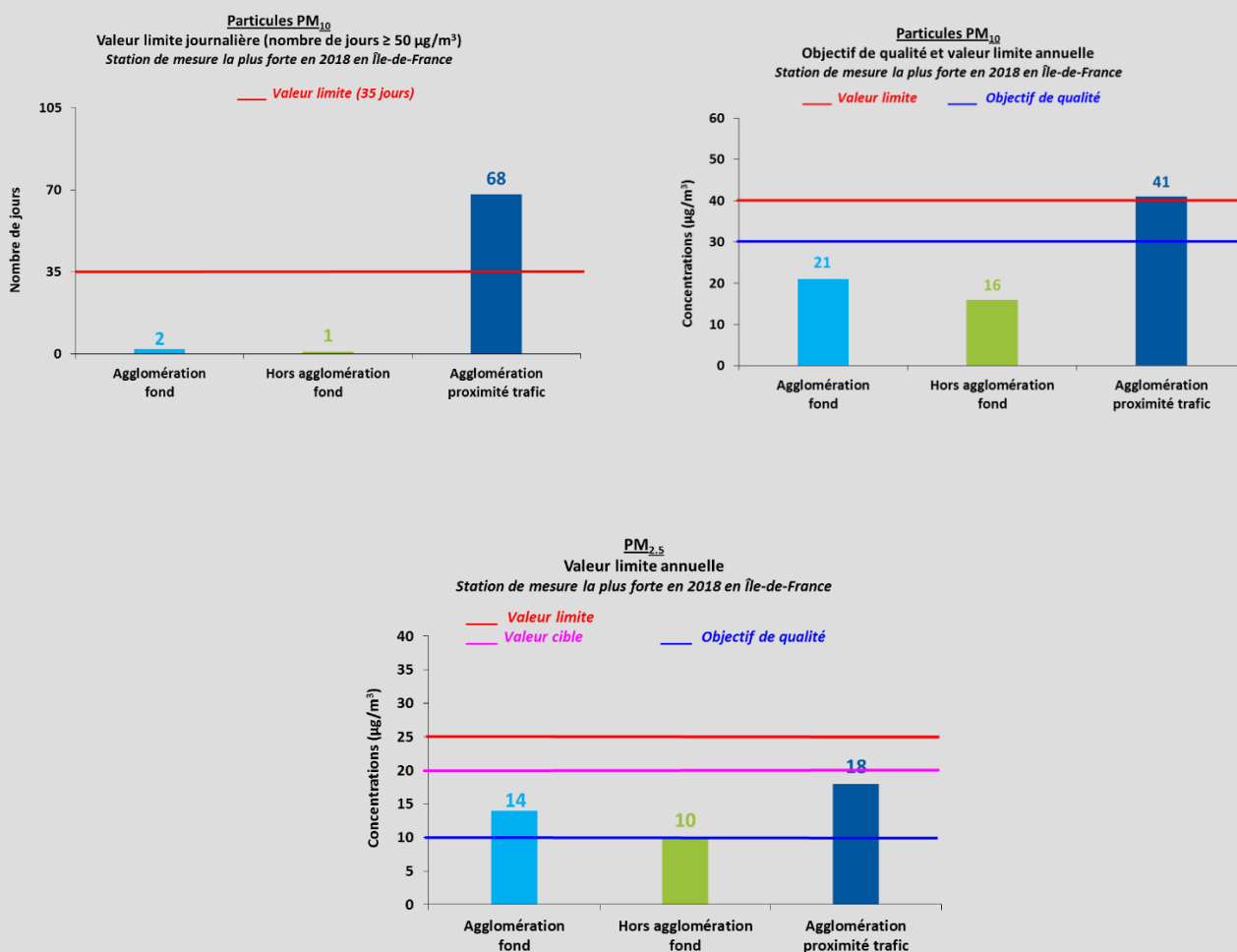


Figure 25 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> en Île-de-France en 2018

## Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur des activités de transport, notamment le trafic routier. À Paris, les émissions directes ou « primaires » d'oxydes d'azote (NOx) sont dues en grande majorité au trafic routier (62 %) et au secteur résidentiel et tertiaire (31 %).

Il est également produit dans l'atmosphère à partir des émissions de monoxyde d'azote (NO), sous l'effet de leur transformation chimique en NO<sub>2</sub> (polluant « secondaire »). Les processus de formation du NO<sub>2</sub> sont étroitement liés à la présence d'ozone et d'autres oxydants dans l'air.



Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO<sub>2</sub>. 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/m<sup>3</sup>, 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.



### NORMES FRANÇAISES

#### Valeur limite horaire

200 µg/m<sup>3</sup>  
en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an

Respectée

#### Valeur limite annuelle

40 µg/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle

Dépassée

#### Objectif de qualité

40 µg/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle

Dépassé

#### Recommandations OMS

40 µg/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle

Dépassées

Une situation toujours préoccupante en 2018, avec encore un fort contraste selon les endroits en Île-de-France. En comparaison à l'année précédente, les niveaux moyens annuels en NO<sub>2</sub> ont baissé, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier.

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

La Figure 26 illustre les teneurs moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Île-de-France en 2018, avec un zoom pour Paris et la petite couronne.

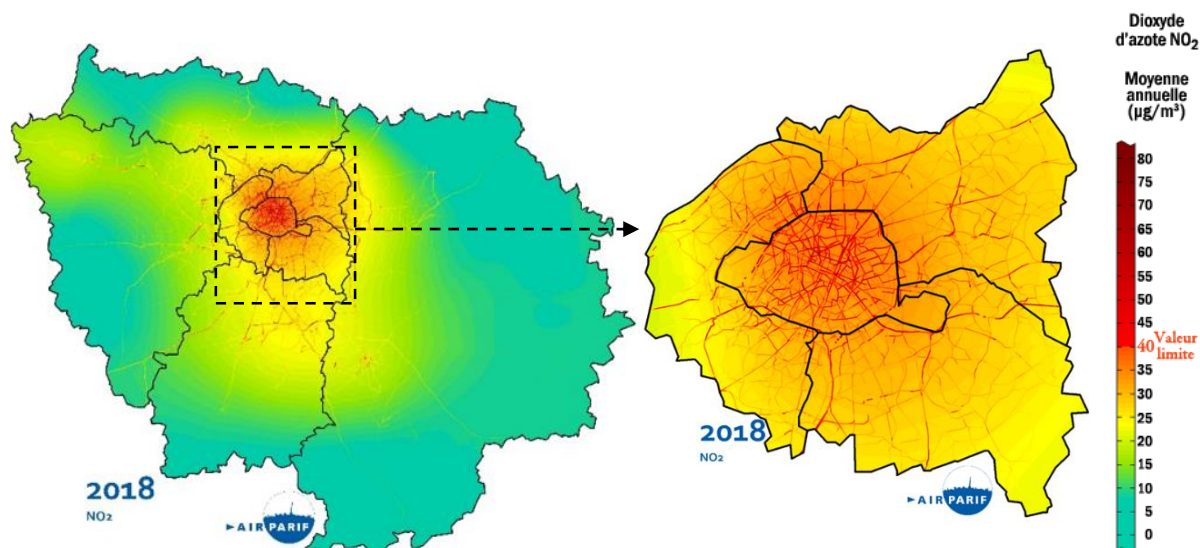


Figure 26 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en 2018 en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne

En situation de fond, il existe **un gradient important** entre les zones rurales franciliennes et le centre de l'agglomération parisienne. Alors que les niveaux moyens annuels dans l'agglomération peuvent atteindre 36 µg/m<sup>3</sup> (station de fond urbain Paris 18<sup>ème</sup>) (Figure 27), le niveau de fond régional moyen est plutôt proche de 10 µg/m<sup>3</sup> en 2018.

**Les concentrations 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.

**Depuis 2015, la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne) est respectée en situation de fond.**

En 2018, les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> sont plus faibles que celles enregistrées les années précédentes.

**Au voisinage des axes routiers, les niveaux de NO<sub>2</sub> sont plus de deux fois supérieurs à ceux relevés hors influence directe de ces voies** (en situation de fond) **et jusqu'à deux fois plus élevés que le seuil de la valeur limite annuelle.** En 2018, ce seuil est ainsi dépassé sur environ 770 km de voirie (Cf. Annexe 2), soit environ 7 % 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 2017 et 2018, une baisse des niveaux en NO<sub>2</sub> est observée, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Cette décroissance s'explique par **le renouvellement du parc roulant** (en partie accéléré par la mise en place des Zones à Faibles Emissions (ZFE)), **la poursuite de la baisse du trafic routier sur certains axes parisiens et régionaux** et **des conditions météorologiques favorables** ayant permis la dispersion des polluants dans les différents environnements.

Les stations de proximité au trafic (illustrées en bleu foncé sur la Figure 27) ont des moyennes très variables d'un site à un autre. Elles reflètent un large éventail de concentrations rencontrées en bordure des principaux axes routiers. Ces résultats traduisent 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 (dont celui des poids lourds) est très important (comme les autoroutes, les rocades et le Boulevard Périphérique parisien), le nombre élevé de véhicules et la vitesse de circulation engendrent de fortes émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>). C'est également le cas des sites localisés dans Paris Intra-muros, où à la fois la circulation est dense et les conditions locales de dispersion sont moins favorables du fait de l'encaissement des rues (Rue de Rivoli).

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 (67 µg/m<sup>3</sup> contre 87 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle), du fait d'un éloignement plus important par rapport à la voie et d'une configuration plus favorable à la dispersion des polluants.

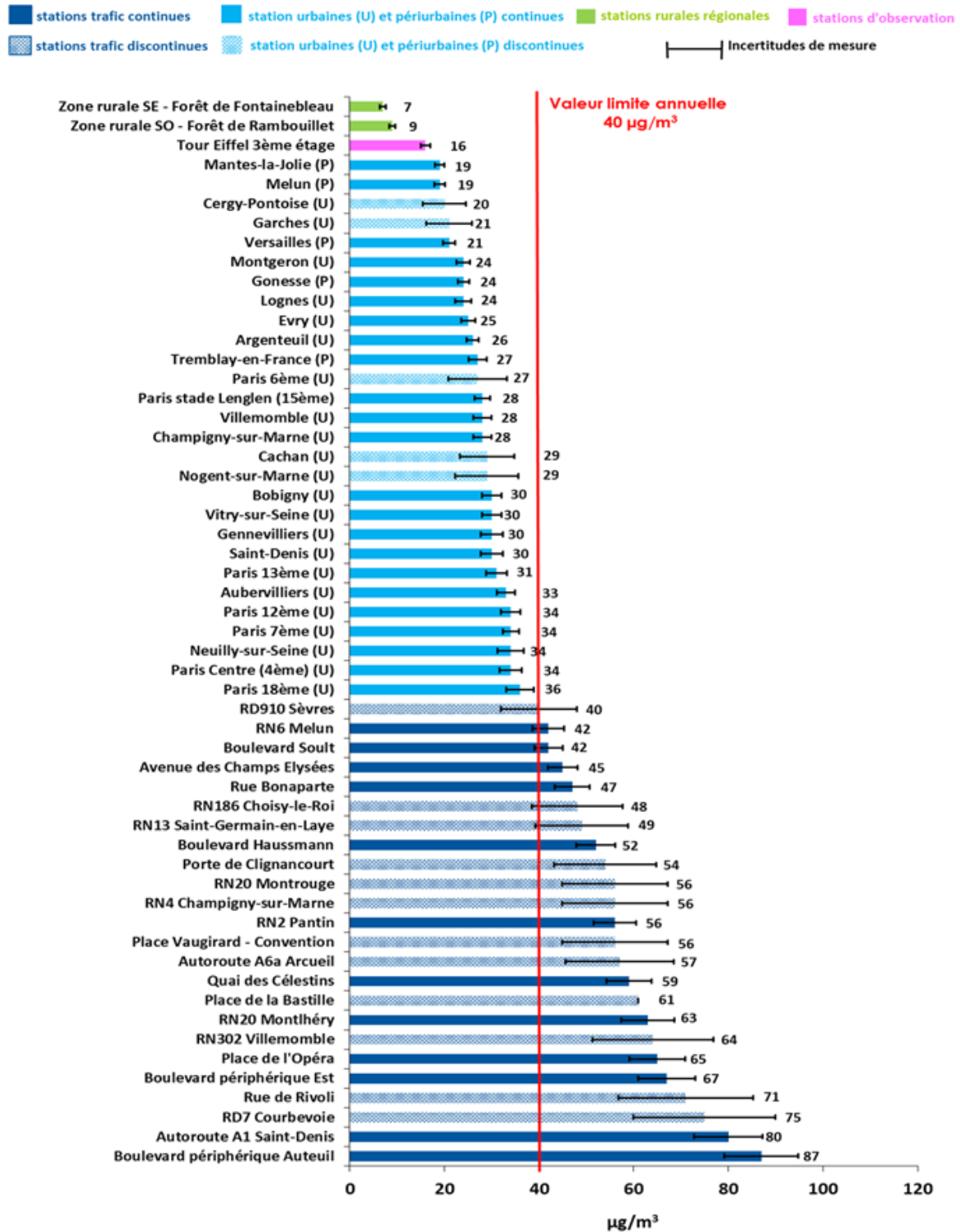
Pour les axes de plus faible débit de circulation, ou ceux présentant des conditions de dispersion plus favorables (comme le Quai des Célestins ou encore l'Avenue des Champs-Élysées), les niveaux moyens restent 1,5 fois supérieurs au fond environnant. Par ailleurs, le site du Boulevard Soult est le site parisien le plus faible, avec 42 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Cette observation s'explique par le fait que la station est implantée en façade d'immeuble et non pas en bordure immédiate du trottoir comme les autres sites de trafic parisien, illustrant ainsi la décroissance très rapide des niveaux avec



## Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

l'éloignement de l'axe routier. De plus, 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.

Des précisions sur les niveaux en NO<sub>2</sub> relevés aux abords des plateformes aéroportuaires franciliennes (Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et Paris-Orly) sont disponibles sur le site : <http://survol.airparif.fr>. Des cartographies et des bilans annuels y sont également mis à disposition.



En complément des mesures en continu toute l'année, AIRPARIF réalise des mesures discontinues de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) 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 27 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) pour l'ensemble des stations de mesure en Île-de-France en 2018

En 2018, près d'un million de Franciliens sont potentiellement exposés<sup>4</sup> à un air dépassant la valeur limite annuelle. C'est environ 300 000 personnes de moins qu'en 2017. Ils résident exclusivement dans l'agglomération parisienne, qui représente l'essentiel de la zone sensible francilienne (Cf. Annexe 3). Plus de 700 000 personnes résidant dans la Métropole du Grand Paris respirent un air dépassant la réglementation en 2018 (Figure 28). Ce dépassement de la valeur limite annuelle touche 1 parisien sur 3.

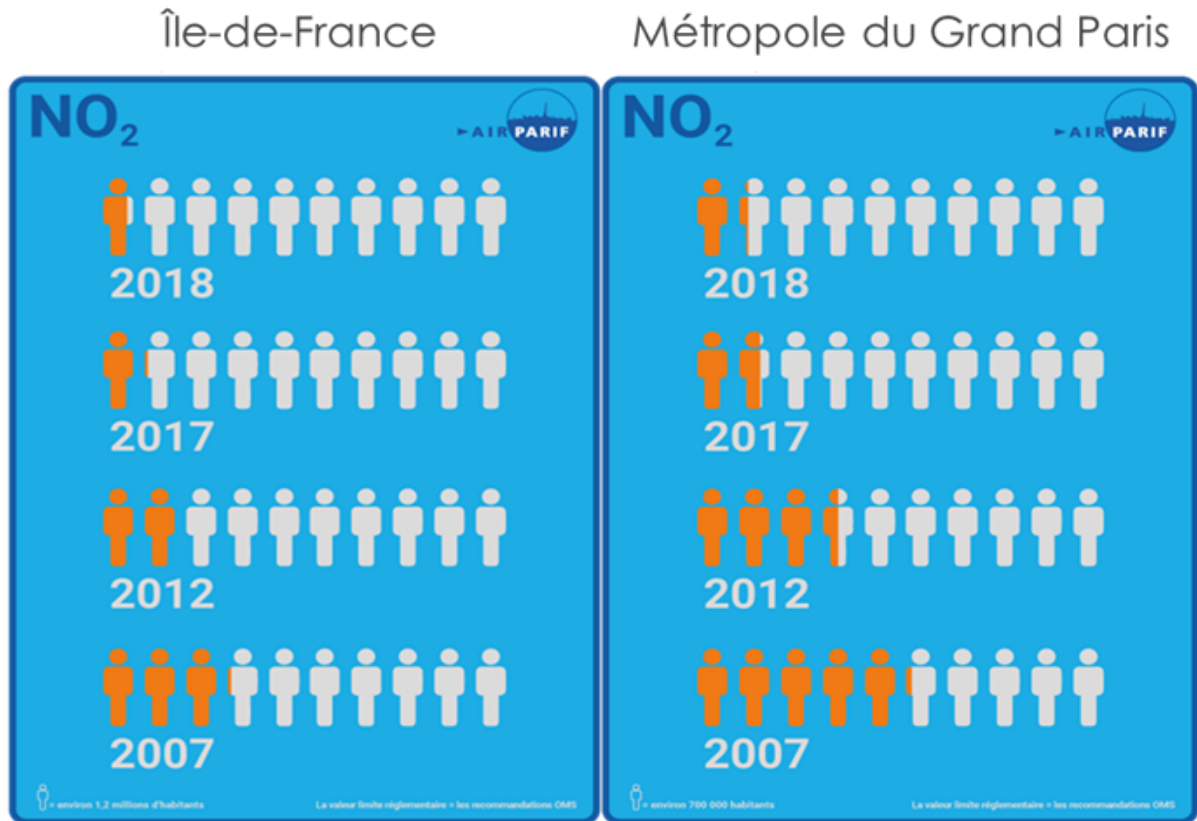


Figure 28 : évolution du nombre de franciliens (gauche) et d'habitants de la Métropole du Grand Paris (droite) concernés par le dépassement de la réglementation pour le dioxyde d'azote

Compte-tenu de la densité du réseau routier en Île-de-France, les outils de modélisation ne permettent pas à l'heure actuelle d'estimer précisément le nombre d'heures dépassant le seuil horaire de 200 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> sur l'ensemble du réseau routier régional. Des développements sont en cours pour permettre d'estimer le kilométrage de voirie, la superficie et le nombre de Franciliens exposés à un dépassement de cette valeur limite horaire (concentration supérieure à 200 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois dans l'année).

En 2018, ce seuil est dépassé sur une seule station du réseau de mesure fixe : la station du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil (30 dépassements). La station du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil ne permet pas, au regard des critères européens, d'évaluer le dépassement de la valeur limite, car le public n'y a pas accès. Elle permet néanmoins de caractériser l'impact maximal observé en bordure immédiate d'un axe majeur, représentatif notamment de l'exposition des usagers de cet axe. Le site ayant enregistré le maximum d'heures de dépassement du 200 µg/m<sup>3</sup> est la station trafic Quai des Célestins (12 heures).

<sup>4</sup> 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

La Figure 29 montre l'évolution des concentrations moyennes annuelles de 2007 à 2018.

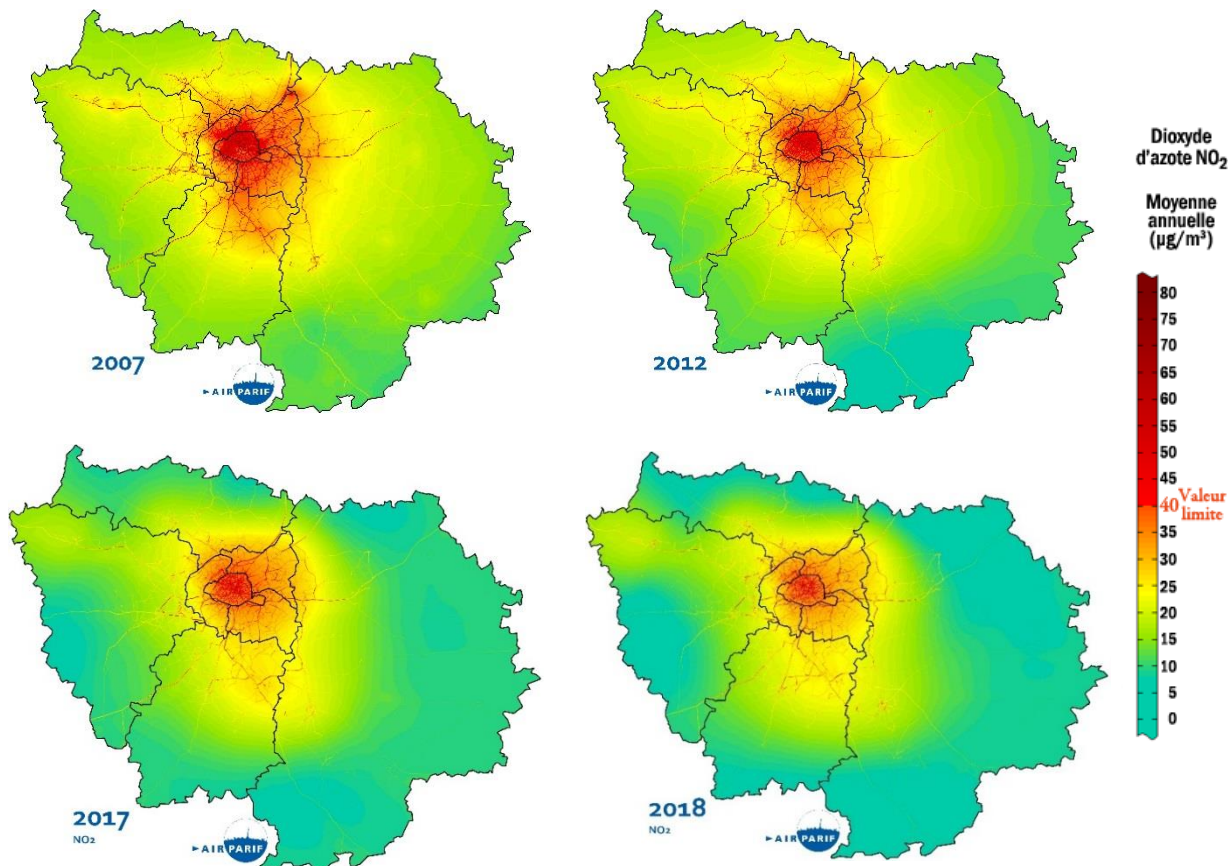


Figure 29 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) de 2007 à 2018 en Île-de-France.

**La Figure 29 montre un motif de pollution similaire, avec une tendance à la baisse à l'échelle de la région Île-de-France entre 2007 et 2018.**

En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, les teneurs en NO<sub>2</sub> moyennées sur 3 ans montrent **une tendance à la baisse depuis la fin des années 1990** en situation de fond (Figure 30). Les améliorations technologiques sur les différentes sources d'émissions (trafic, chauffage, industrie) expliquent cette baisse, en particulier **la généralisation progressive des pots catalytiques (essence et diesel) sur les véhicules**. De 1992-1994 à 1999-2001, les concentrations de NO<sub>2</sub> en moyenne sur 3 ans sont globalement stables. De 2000 à 2006, la baisse annuelle moyenne est de -4 %. Depuis 2007, la baisse est beaucoup plus lente (soit -1 % par an en moyenne).

Le profil de l'évolution du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) à proximité des axes routiers est très différent. **Entre 1998 et 2012, les niveaux de NO<sub>2</sub> en stations trafic sont globalement constants et une tendance à la diminution n'est observée qu'à partir de 2011-2013**. La moyenne 2016-2018 est la plus faible de l'historique. Entre 2011-2013 et 2016-2018, les niveaux de NO<sub>2</sub> moyennés sur 3 ans en situation de proximité au trafic routier ont baissé de l'ordre de -15 %.

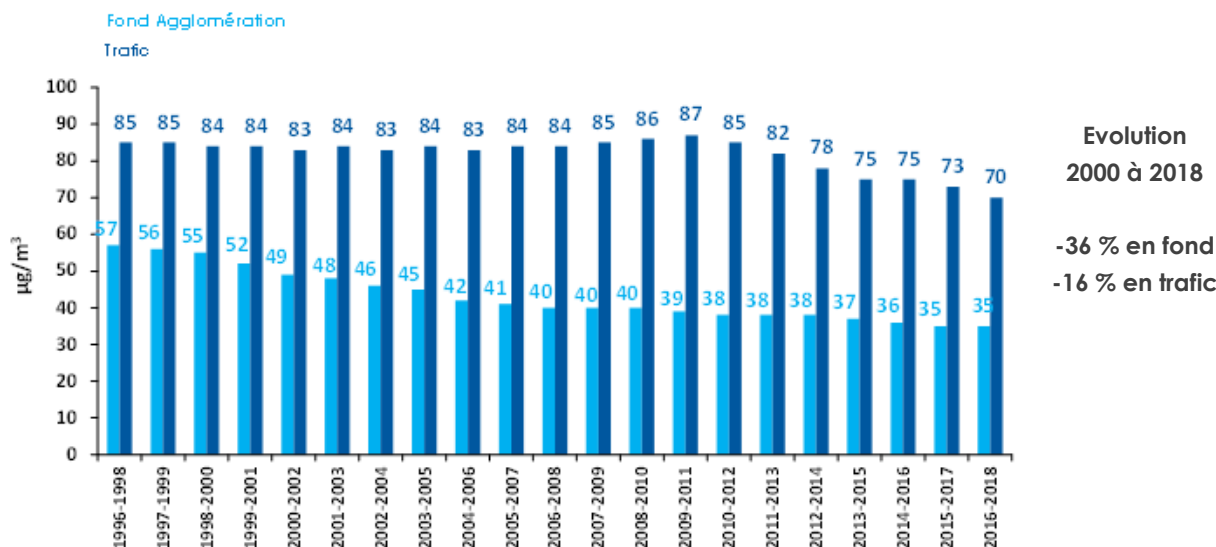


Figure 30 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2016-2018

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) 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 (O<sub>3</sub>).

**Une étude portant sur l'impact spécifique des mesures sur le trafic visant à améliorer la qualité de l'air de Paris et Londres a été menée par le King's College et Airparif (Font et al., 2019).** Cette étude 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 NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> primaire depuis l'introduction des diesels Euro 3 (Grice et al., 2009; Weiss et al., 2012; Carslaw et al., 2016).

La diminution des niveaux de NO<sub>2</sub> à proximité du trafic 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 très largement supérieures aux standards correspondant à cette norme.

Cette étude confirme également 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<sub>x</sub>, **une des raisons majeures des évolutions des niveaux de dioxyde d'azote, tant en situation de fond qu'en proximité au trafic routier, est liée au renouvellement du parc routier et à l'évolution des émissions primaires de NO<sub>2</sub> des véhicules diesel.**

## RECORDS HISTORIQUES

La Figure 31 donne les plus fortes concentrations relevées sur l'historique de mesures depuis 1991 pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).

NO <sub>2</sub> Historique 1991-2018	Fond		Proximité trafic	
	Valeur	Où et quand ?	Valeur	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte (µg/m <sup>3</sup> )	69	Neuilly-sur-Seine, 1994	114	Boulevard périphérique Auteuil 2010
Concentration horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> le plus fort	12	Paris 18ème, 2003	312	Boulevard périphérique Auteuil, 2009

NO <sub>x</sub> Historique 1991-2018	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m <sup>3</sup> équiv NO <sub>2</sub> )	Où et quand ?	Valeur (µg/m <sup>3</sup> équiv NO <sub>2</sub> )	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	134	Neuilly-sur-Seine, 1994	673	Boulevard périphérique Auteuil 1994

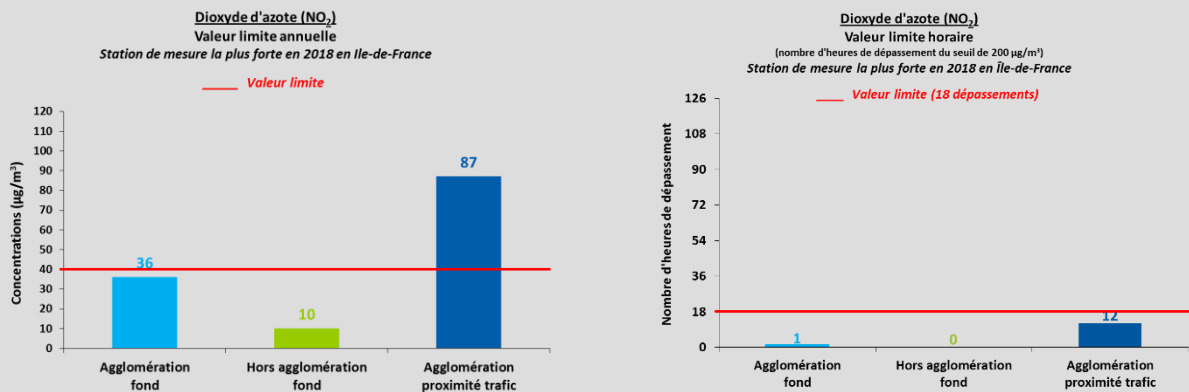
Figure 31 : records annuels pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) en Île-de-France sur l'historique 1991-2018

## En résumé pour le dioxyde d'azote

**Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) reste une problématique marquée en Île-de-France**

**Le dioxyde d'azote est majoritairement lié au trafic routier, les niveaux le long des grands axes de circulation pouvant être plus de deux fois supérieurs à la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>)**

**En 2018, près d'un million de personnes (moins de 10 % des Franciliens) situées dans le cœur dense de l'agglomération sont potentiellement exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle.**



**La tendance à la baisse se poursuit dans l'agglomération entre 2017 et 2018**

Figure 32 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air (annuelle et horaire) en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Île-de-France en 2018

# Ozone

## O<sub>3</sub>

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 (NO<sub>2</sub>) et les Composés Organiques Volatils (COV), sous l'effet du rayonnement solaire (UV).



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 **nécrosante** sur les feuilles et dégrade les matériaux de construction. Il contribue également à l'effet de serre.



### NORMES FRANÇAISES

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

\*pour « Accumulation Over Threshold », correspond à la somme des différences entre les mesures horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m<sup>3</sup> et la valeur de 80 µg/m<sup>3</sup>, relevées entre 9 et 21h légales, du 1<sup>er</sup> mai au 31 juillet de l'année considérée

**Bien que les valeurs cibles relatives à la protection de la santé et de la végétation soient respectées en Île-de-France, de nombreux dépassements de l'objectif de qualité en ozone sont observés en 2018. Le nombre de jours de dépassement de ces seuils réglementaires est supérieur à ceux de 2017, en raison des conditions météorologiques très estivales.**

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÈGLEMENTATION

L'ozone est un polluant secondaire dont les teneurs sont très influencées par les conditions météorologiques, notamment printanières et estivales. 2018 est une année encore chaude et ensoleillée. **Les conditions anticycloniques observées en juillet et août 2018, couplées à un épisode caniculaire et un ensoleillement très excédentaire, ont conduit à une élévation des concentrations estivales en ozone.** Il en résulte ainsi **des teneurs en ozone très supérieures à celles enregistrées en 2017**, en particulier les paramètres concernant les dépassements du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures.

#### Protection de la santé

À l'image des années précédentes, **l'objectif de qualité relatif à la protection de la santé** (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur une période de 8 heures, à ne pas dépasser dans l'année) **est dépassé en tout point de la région en 2018** (Figure 33). **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.

## Ozone (O<sub>3</sub>)

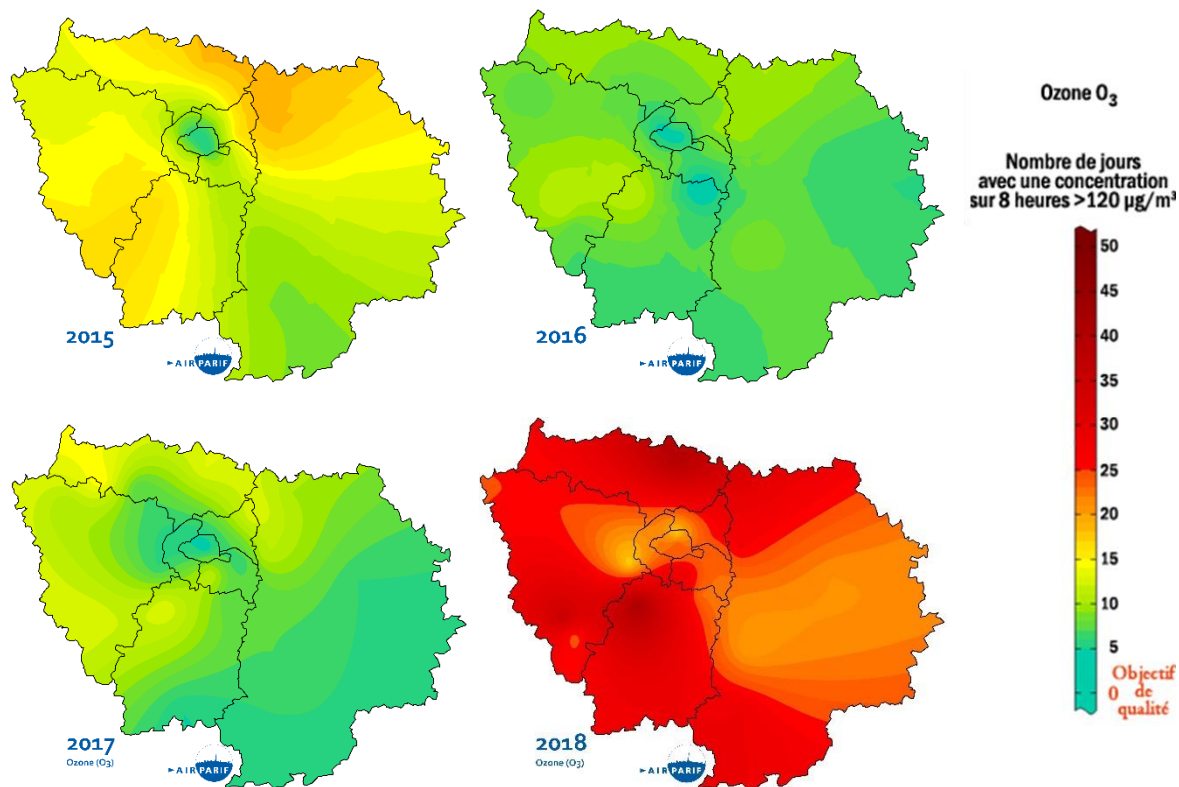


Figure 33 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O<sub>3</sub>) (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France de 2015 à 2018

En raison d'une insolation et de températures plus importantes entre mai et septembre, **l'année 2018 a enregistré un nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité très supérieur à celui de 2017** (+15 à 20 jours en moyenne pour les stations du réseau).

La **valeur cible relative à la protection de la santé**, établie en moyenne sur 3 ans, était dépassée jusqu'en 2007 dans les zones rurales du sud-ouest et du nord de la région. **Depuis la période 2006-2008, cette valeur cible n'est plus dépassée en Île-de-France**. Cela se confirme sur la période 2016-2018 (Figure 34).

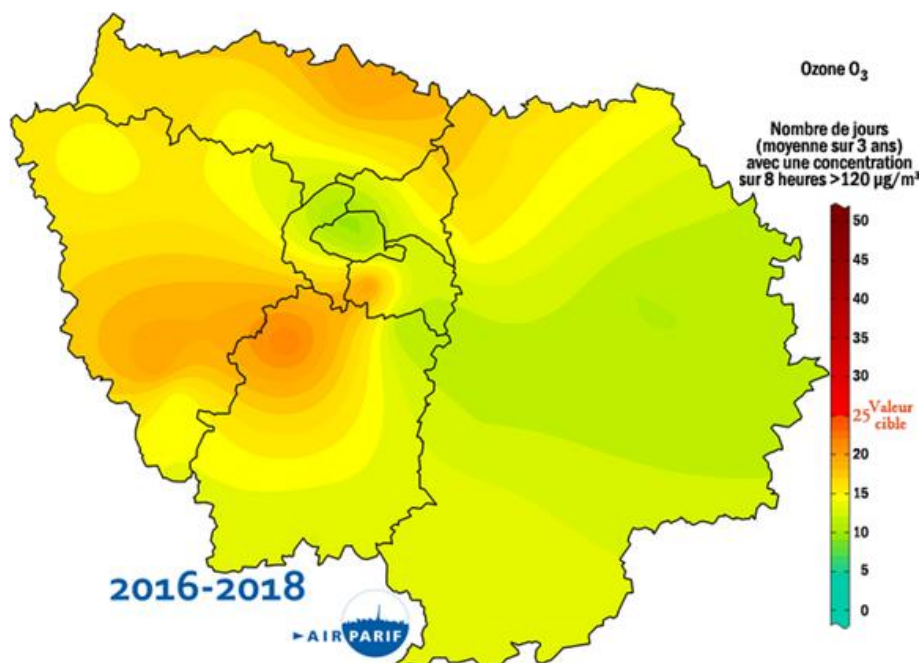


Figure 34 : situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O<sub>3</sub>) pour la santé (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France – Période 2016-2018

La moyenne du nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures reste plus élevée dans les zones rurales et périurbaines que dans le cœur de l'agglomération parisienne (Figure 35). 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<sub>x</sub>), telles que le trafic routier et le chauffage résidentiel qui, par réaction avec l'ozone, consomment celui-ci.

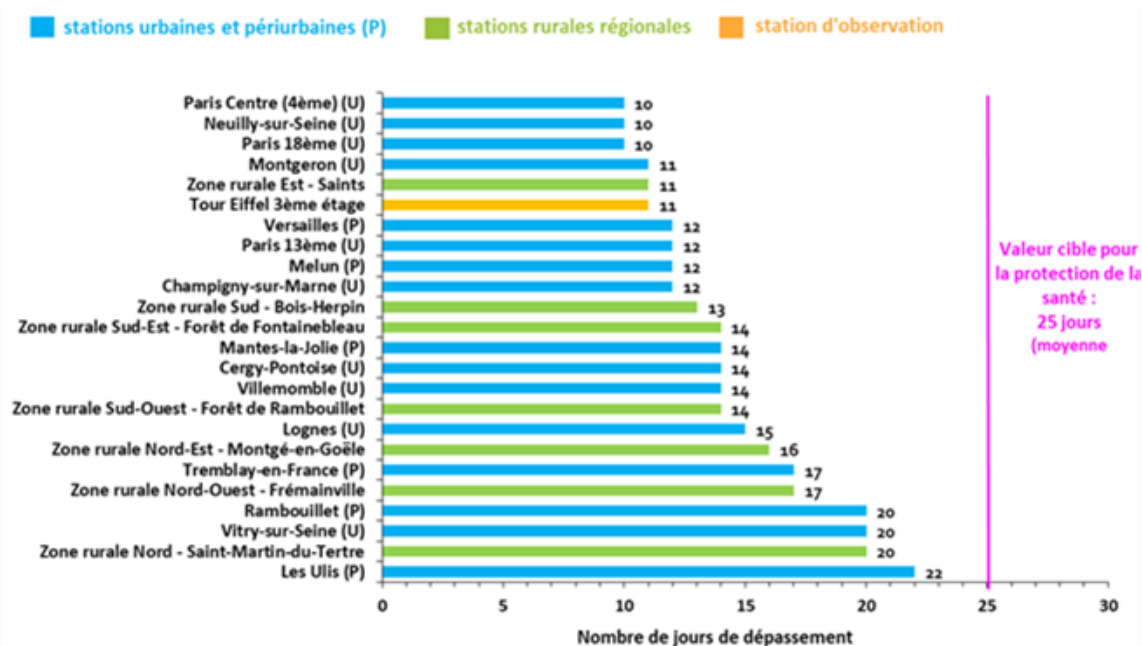


Figure 35 : nombre de jours de dépassement de la valeur cible en ozone (O<sub>3</sub>) pour la protection de la santé (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France (moyenne 2016-2018)

### 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/m<sup>3</sup>) sur l'ensemble de la période végétative. Il s'exprime en µg/m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

La situation de l'AOT par rapport au **seuil de la valeur cible** (fixé à 18 000 µg/m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>) se juge en moyenne sur une période de 5 ans. Par conséquent, la moyenne est moins fluctuante d'une année à l'autre. **En 2018, la valeur cible est encore respectée en tout point de l'Île-de-France**. La plus forte moyenne enregistrée par station sur la période 2014-2018 est de 15 019 µg/m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> (+ 26 % par rapport à 2017).

A contrario, **l'objectif de qualité français pour la protection de la végétation** (fixé à 6 000 µg/m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> de mai à juillet, équivalent à l'objectif à long terme européen) est **dépassé en Île-de-France tous les ans**. En 2018, toutes les stations du réseau d'Airparif enregistrent des teneurs supérieures à l'objectif de qualité pour la protection de la végétation, tout comme en 2017. 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 environ 4 fois supérieures à la norme (Figure 36).



En 2018, les teneurs en ozone constituant l'AOT40 ont été entre 1.4 et 2.8 fois supérieures à celles relevées en 2017. **Les conditions météorologiques de juillet et août 2018 (fortes températures, ensoleillement excédentaire) expliquent ce constat.**

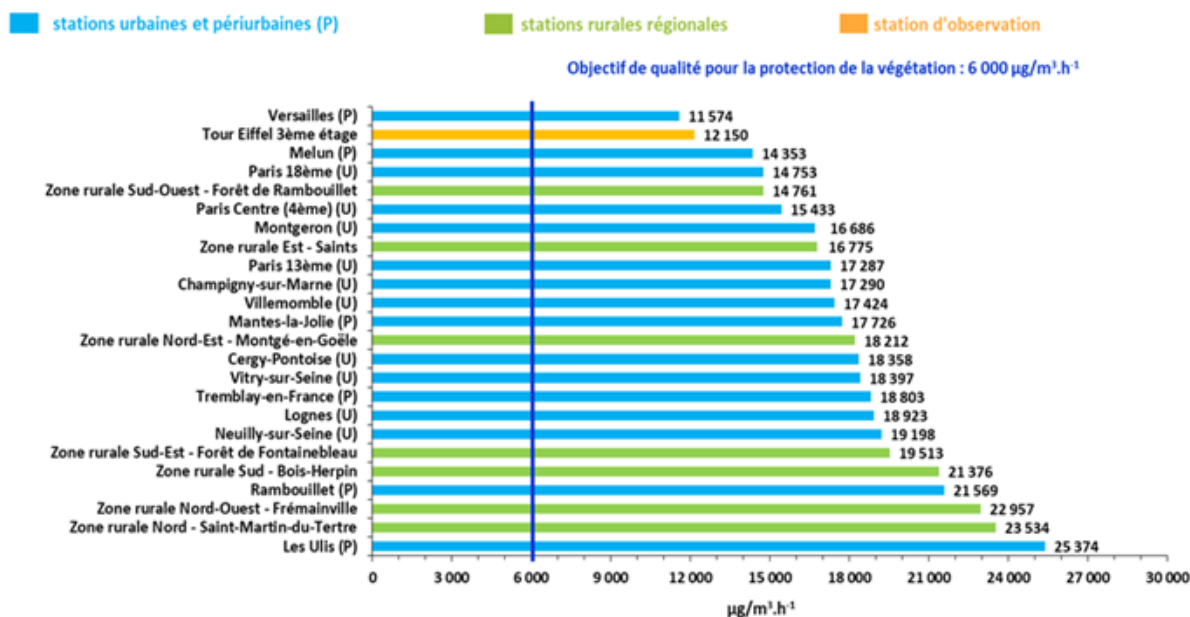


Figure 36 : situation par rapport à l'objectif de qualité en ozone (O<sub>3</sub>) pour la protection de la végétation (AOT 40, seuil de 6 000 µg/m³.h¹) en Île-de-France en 2018

## 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/m<sup>3</sup> 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.

L'année 2018 se caractérise par une durée d'ensoleillement et un nombre de jours de forte chaleur supérieur à la moyenne (17 en 2017, 22 en 2018). Les nombres de jours moyens de dépassement de l'objectif de qualité dans l'agglomération et en zone rurale en 2018 sont supérieurs à ceux des dix dernières années (Figure 37). Ce nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité est similaire à ceux des années 2001 et 2006, années présentant des conditions météorologiques similaires, mais reste bien en dessous de l'année 2003 qui avait connu un épisode de canicule très intense.

Sur la période 1998-2018, **le nombre de jours de dépassement ne montre pas de tendance à la baisse. Il est encore supérieur à l'objectif de qualité** (aucun dépassement autorisé).

## Ozone (O<sub>3</sub>)

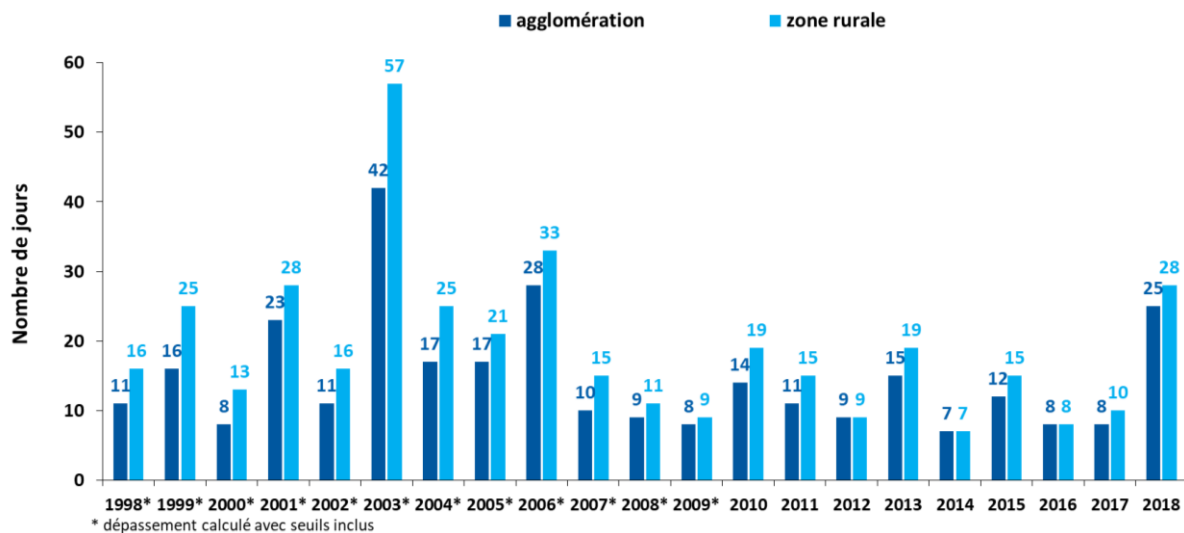


Figure 37 : nombre moyen de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O<sub>3</sub>) (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France de 1998 à 2018

Compte-tenu de cette forte dépendance aux conditions météorologiques, l'évolution du nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures ne peut s'évaluer de manière pertinente que sur le moyen terme. La Figure 38 illustre la situation en ozone par rapport à la valeur cible pour la protection de la santé, calculée en moyenne sur 3 ans.

**Depuis 2008, la valeur cible pour la protection de la santé est respectée en tout point de l'Île-de-France.** Sur la période 2016-2018, les nombres de jours de dépassement de la valeur cible sur les stations les plus fortes dans l'agglomération et en zone rurale sont comparables à ceux relevés sur la période 2006-2008 (Figure 38). La période allant de 2007-2009 à 2015-2017 enregistre le plus faible nombre de jours de dépassement sur tout l'historique.

**Le dépassement de la valeur cible semble donc peu probable à l'avenir, y compris dans les zones rurales et périurbaines de l'Île-de-France.**

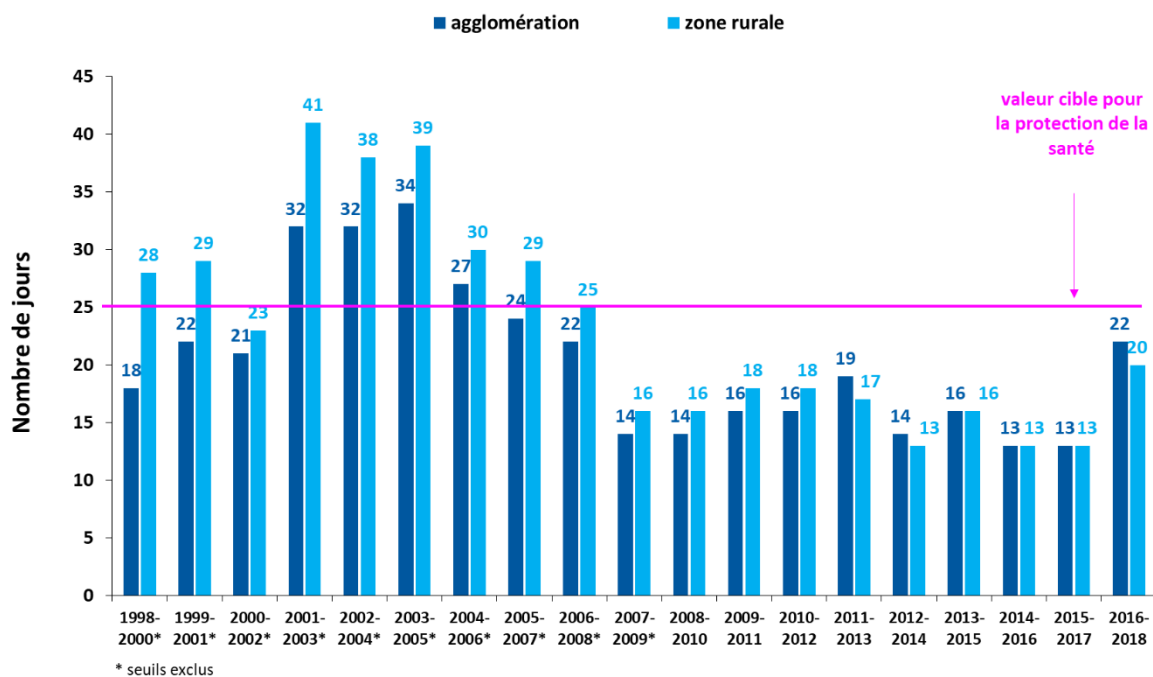


Figure 38 : nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures en ozone en moyenne sur 3 ans (valeur cible pour la protection de la santé) sur la station de mesure la plus forte en Île-de-France de 1998-2000 à 2016-2018

Entre 1995 et 2018, les niveaux moyens annuels d'ozone mesurés dans l'agglomération parisienne ont augmenté de 100 % (Figure 39). Cette hausse s'est produite dans la première partie de l'historique. **Entre 1994 et 2003, le rythme moyen annuel de hausse était d'environ +7 % par an. Depuis 2003, les niveaux urbains de fond en ozone sont statistiquement stables. Les périodes 2016-2018 enregistrent les plus fortes concentrations moyennes en ozone sur tout l'historique.**

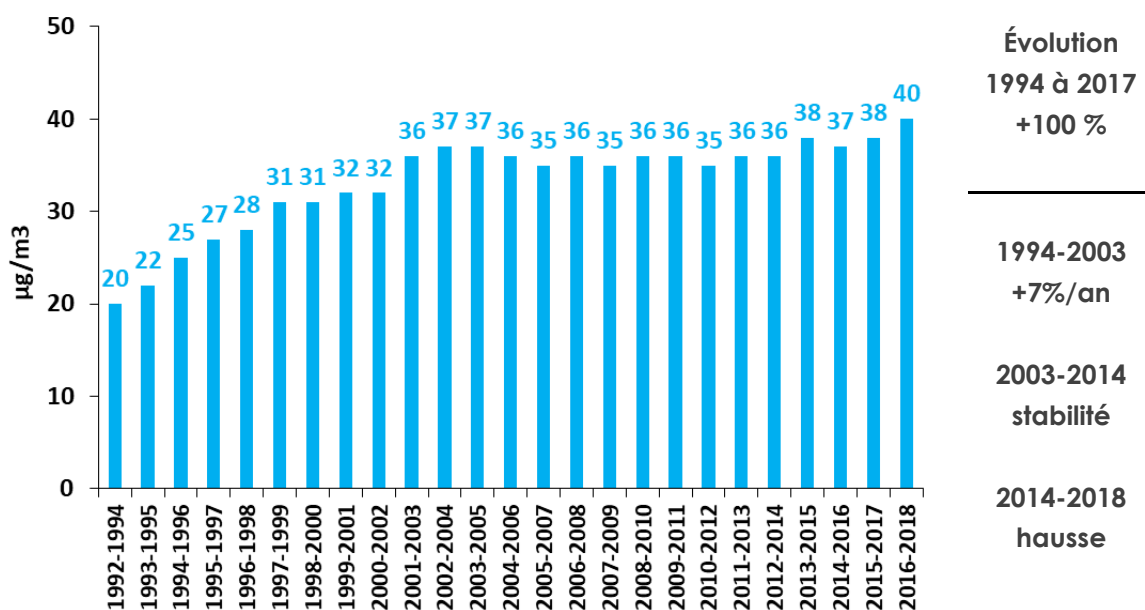


Figure 39 : évolution, à échantillon constant de trois stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone (O<sub>3</sub>) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2016-2018

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<sub>x</sub>) 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. **Les scientifiques s'accordent pour 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].

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

Les niveaux de pointe dans et autour de Paris, comme pour les autres grandes agglomérations européennes, ont plutôt tendance à diminuer depuis dix ans, sans qu'il soit possible d'en évaluer précisément l'ampleur. Les niveaux annuels ont, à l'inverse, plutôt tendance à légèrement progresser et semblent corrélés à la diminution des émissions d'oxydes d'azote au cœur des villes. Les modélisations sont peu nombreuses et souvent contradictoires quant aux niveaux de pointe d'ozone à attendre dans les prochaines années. L'évolution éventuelle de la fréquence des épisodes caniculaires aura un impact important sur ce paramètre.

## RECORDS HISTORIQUES

La Figure 40 indique les concentrations d'ozone les plus fortes relevées depuis 1992.

Historique 1992-2018	Fond urbain et péri-urbain		Fond rural régional	
	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	59	Les Ulis, 2018	62	Zone rurale Nord Saint-Martin-du-Tertre, 2018 Zone rurale Sud-Ouest Forêt de Rambouillet, 2003
Concentration horaire maximale	340	Tremblay-en-France le 11 août 1998 à 18h légales	327 <sup>(1)</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> sur 1h le plus fort	14	Cergy-Pontoise, 2003	18	Zone rurale Sud-Ouest Forêt de Rambouillet, 1995

(1) 357 µg/m<sup>3</sup> à Frémenville le 12 juillet 1994 durant une campagne de mesure temporaire

Figure 40 : records annuels pour l'ozone (O<sub>3</sub>) en Île-de-France sur l'historique 1992-2018

## En résumé pour l'ozone

Problématique chronique récurrente

Stabilisation des niveaux moyens d'ozone depuis 2003

Valeurs cibles pour la protection de la santé et de la végétation largement respectées  
Dépassements de l'objectif de qualité français (santé, végétation) encore nombreux en 2018

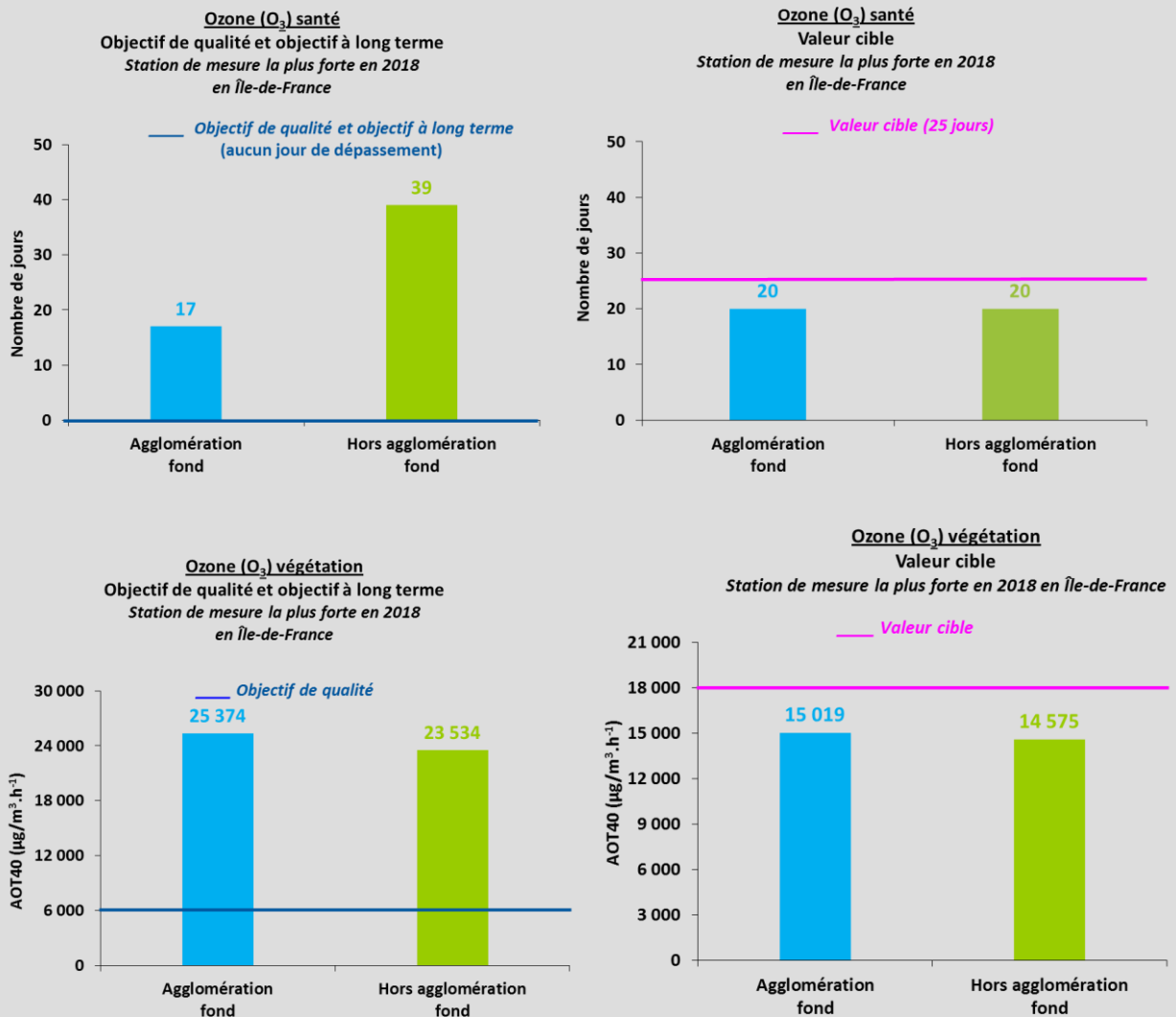


Figure 41 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en ozone (O<sub>3</sub>) en Île-de-France en 2018

# Benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Le benzène est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). C'est un polluant émis majoritairement par le trafic routier, plus particulièrement les véhicules à motorisation essence dont les deux roues motorisés. Il est également présent à proximité des zones de stockage et de distribution de carburants, comme les stations-services. Le benzène peut être également émis lors de la combustion de biomasse type chauffage au bois domestique.



## SANTÉ

Le benzène est cancérigène pour l'homme.



## ENVIRONNEMENT

Le benzène a un effet indirect sur l'environnement puisque c'est un précurseur d'ozone qui perturbe la photosynthèse et provoque un impact négatif sur la végétation.



## TENDANCES



## NORMES FRANÇAISES

### Valeur limite annuelle

5 µg/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle

Respectée

### Objectif de qualité

2 µg/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle

Dépassé

Tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, les niveaux de benzène ont baissé en 2018. La valeur limite annuelle (fixée à 5 µg/m<sup>3</sup>) est respectée en tout point de la région Île-de-France. Respecté en situation de fond, l'objectif de qualité (fixé à 2 µg/m<sup>3</sup>) est encore dépassé le long de certaines voies de circulation franciliennes.

## SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

Les cartes de la Figure 42 illustrent les concentrations moyennes annuelles en benzène en Île-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne parisienne pour l'année 2018.

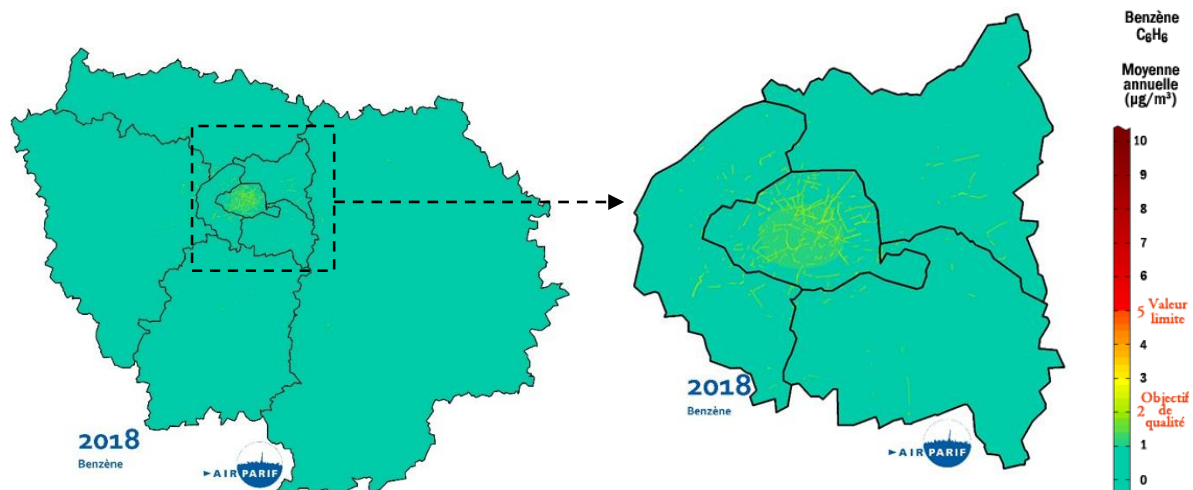


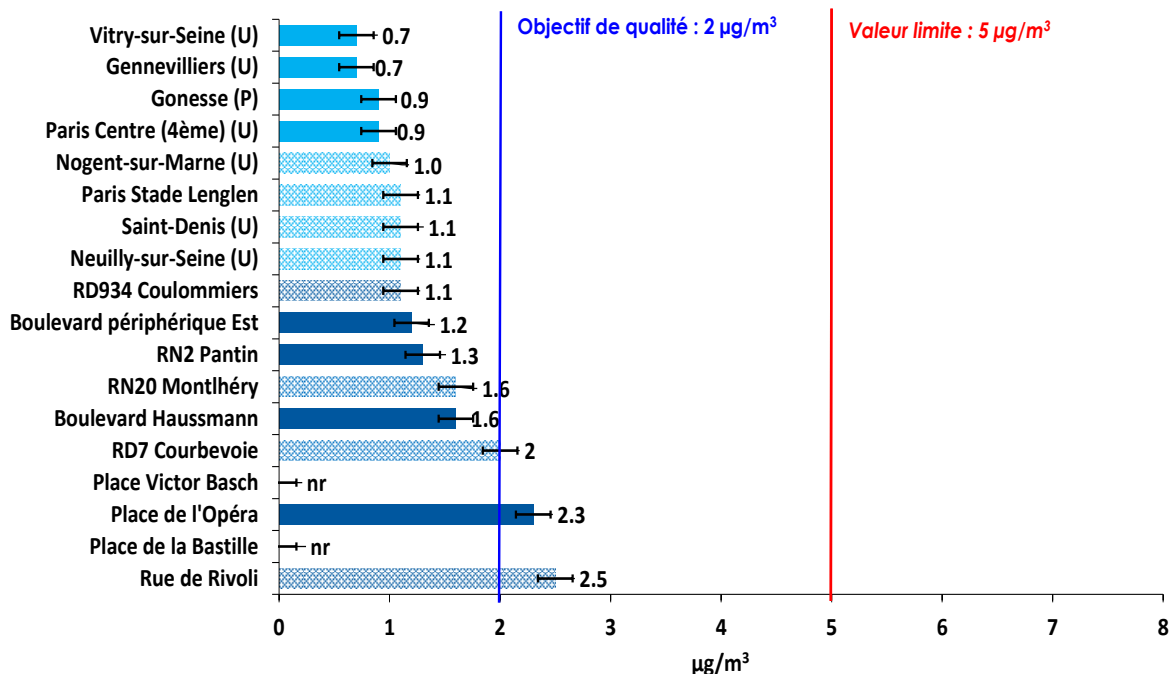
Figure 42 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne en 2018

Chaque année, les concentrations moyennes annuelles de benzène sont légèrement plus élevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne. En situation de fond, les concentrations de benzène sont largement inférieures à l'objectif de qualité français et à la valeur limite européenne (2 µg/m<sup>3</sup> et 5 µg/m<sup>3</sup>, respectivement). Les niveaux relevés en 2017, compris entre 0,7 et 1,1 µg/m<sup>3</sup>, sont relativement proches de ceux des trois dernières années (Figure 43).

Les concentrations moyennes annuelles en benzène sont plus élevées au droit des axes de circulation 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 d'Airparif, elles sont comprises entre 1,1 et 2,5 µg/m<sup>3</sup>. Cette gamme de concentrations est légèrement plus faible que celle observée en 2017.

En 2018, l'objectif de qualité français (fixé à 2 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) reste dépassé sur deux stations trafic du réseau d'Airparif : Place de l'Opéra et Rue de Rivoli (Figure 43). Les niveaux annuels de benzène sont largement inférieurs au seuil de la valeur limite (fixé à 5 µg/m<sup>3</sup>). Ce constat se base sur les résultats de la modélisation et les observations du réseau de mesure, notamment sur les axes parisiens chargés (Rue de Rivoli, Place Victor Basch...).

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. Tous les sites sont caractérisés par une fréquentation piétonne (fond) ou par la présence d'habitations riveraines au voisinage immédiat d'un axe (trafic). 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 43 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France en 2018

**En 2018, moins d'1 % de la population francilienne est potentiellement exposée à un air excédant l'objectif de qualité français (fixé à 2 µg/m<sup>3</sup> en moyenne) pour le benzène. La majorité des personnes concernées par ce dépassement réside dans l'agglomération parisienne.**

Le nombre de Franciliens potentiellement soumis à un dépassement de l'objectif de qualité en benzène est en **forte baisse depuis le début des années 2000**. En 2002, 3,2 millions de Franciliens étaient en effet potentiellement touchés.

### ÉVOLUTION EN MOYENNE ANNUELLE

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 44). Les niveaux moyens en benzène mesurés sur la période 2016-2018 sont les plus faibles de l'historique.

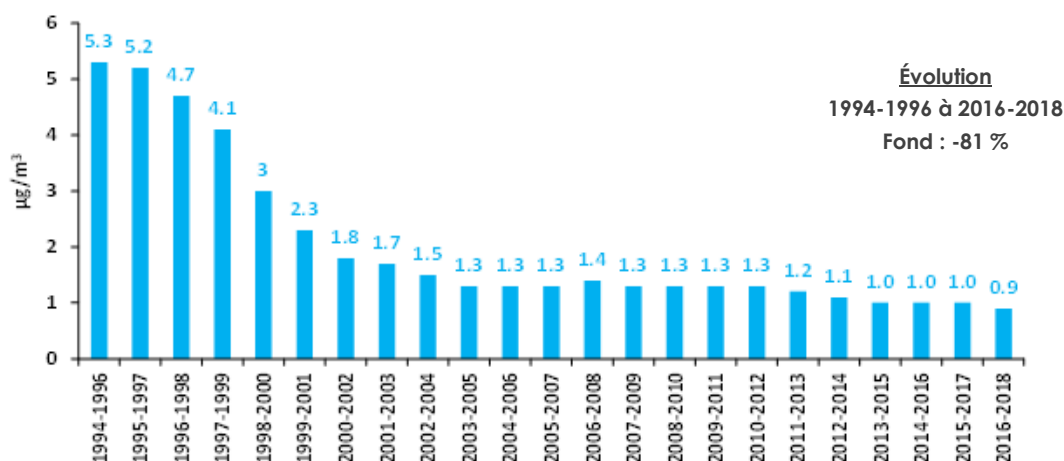


Figure 44 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, de la concentration moyenne de benzène sur 3 ans dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2016-2018

À proximité du trafic routier, la tendance des teneurs en benzène suit celle des autres polluants primaires directement émis par le trafic (particules, NO<sub>2</sub>), avec toutefois une baisse plus marquée en 2000, date à laquelle une réglementation européenne<sup>5</sup> a limité le taux de benzène dans les carburants (Figure 45). 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** (environ -40 % entre 2007 et 2018).

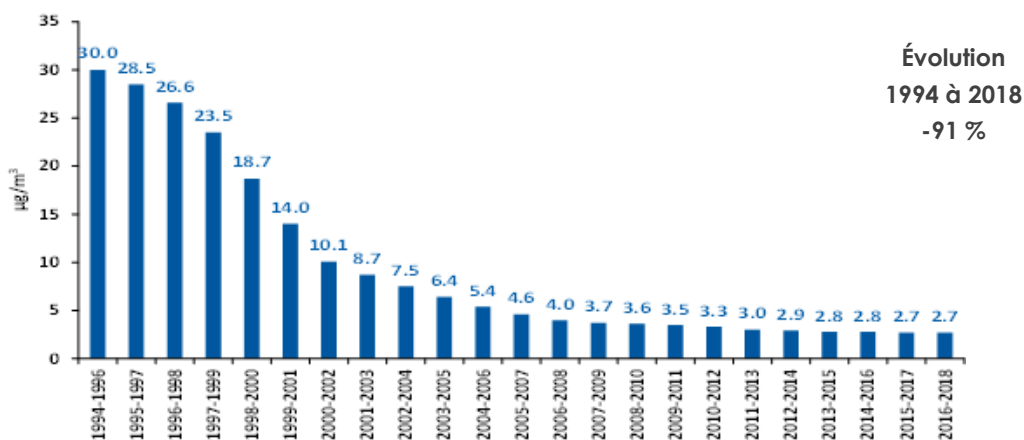


Figure 45 : évolution de la concentration moyenne 3 ans en benzène sur la station trafic de la Place Victor Basch à Paris de 1994-1996 à 2016-2018

<sup>5</sup> Directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998, modifiée par la Directive Européenne n°2003-17/CE du 03 mars 2003.



## En résumé pour le benzène

Respect de la valeur limite annuelle (fixée à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en tout point de l'Île-de-France en 2018  
Dépassement de l'objectif de qualité (fixé à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) à proximité du trafic routier

Moins d'1 % de la population francilienne est exposée à un potentiel dépassement de l'objectif de qualité en benzène

Après une décroissance significative des teneurs jusqu'au début des années 2000, la baisse se poursuit à un rythme sensiblement plus faible sur la période 2007-2018

Légère baisse des niveaux de benzène entre 2017 et 2018

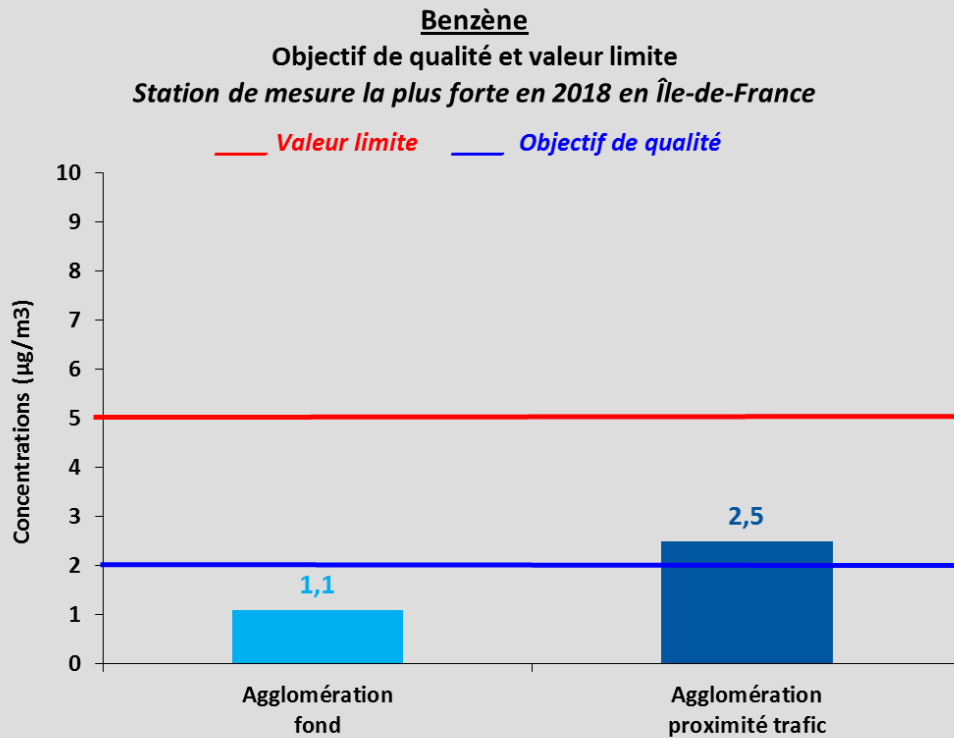


Figure 46 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en benzène ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) en Île-de-France pour l'année 2018

## 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.

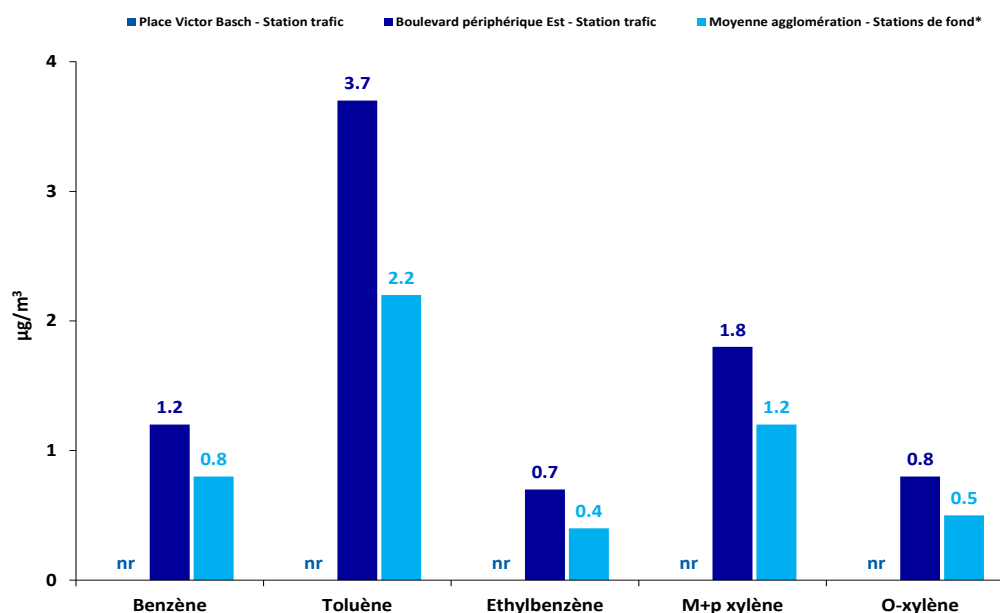
Ces composés ne font pas l'objet de normes de qualité de l'air ambiant. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de ne pas dépasser la teneur de 260 µg/m<sup>3</sup> d'air en moyenne hebdomadaire pour le toluène [OMS, 2000].

La Figure 47 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 2018. La plus forte teneur hebdomadaire enregistrée en 2018 est de 19.7 µg/m<sup>3</sup> pour le toluène (valeur inférieure à celle de 2017). Elle est obtenue sur la station trafic Place de l'Opéra du 02 au 07 octobre 2018. Cette valeur est plus de 10 fois inférieure à la recommandation de l'OMS.

La concentration moyenne annuelle du toluène relevée à la station Place de l'Opéra (12,2 µg/m<sup>3</sup>) est trois fois plus élevée que sur le Boulevard Périphérique Est et cinq fois plus importante qu'en situation de fond (Figure 48).

	Concentrations moyennes annuelles (µg/m <sup>3</sup> )				
	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	M+p xylène	O-xylène
Paris Centre 4e	0.9	2.7	0.6	1.9	0.8
Paris 18ème					
Gennevilliers	0.7	2.0	0.4	1.0	0.4
Aubervilliers					
Vitry-sur-Seine	0.7	1.8	0.3	0.8	0.4
<b>Moyenne agglomération fond</b>	<b>0.8</b>	<b>2.2</b>	<b>0.4</b>	<b>1.2</b>	<b>0.5</b>
Boulevard périphérique Est	1.2	3.7	0.7	1.8	0.8
Place Victor Basch	nr	nr	nr	nr	nr
Rue Bonaparte					
Bd Haussmann	1.6	7.3	1.2	3.8	1.5
Place de l'Opéra	2.3	12.1	2.0	6.2	2.4
RN2 Pantin	1.3	5.0	1.0	2.8	1.2
RN6 Melun					

Figure 47 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en continu en Île-de-France en 2018



\* Moyenne des concentrations annuelles des HAM mesurés en 2016 au sein de cinq stations urbaines de

Figure 48 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en 2018 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 PM<sub>10</sub>.



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

1999/2018



2007/2018



1999/2018



2007/2018



Le long du trafic

Loin du trafic



NORMES FRANÇAISES

Le long du trafic

Valeur cible

1 ng/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle civile

Respectée

Loin du trafic

Valeur cible

1 ng/m<sup>3</sup>  
en moyenne annuelle civile

Respectée

## BENZO(A)PYRÈNE

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÈGLEMENTATION

La valeur cible européenne (fixée à 1 ng/m<sup>3</sup>) est largement respectée sur l'ensemble des sites de mesure d'Airparif.

Des différences de concentrations en benzo(a)pyrène peuvent être observées entre les sites de fond (Figure 49). 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 d'Argenteuil) **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) a été mis en service fin 2016, suite à un programme d'études lancé par Airparif en 2012, visant à identifier les zones potentiellement plus exposées au BaP au sein de l'agglomération parisienne et hors agglomération. Ce site, représentatif d'une zone résidentielle consommatrice de bois de chauffage en grande couronne [Airparif, Octobre 2015], enregistre les plus importantes concentrations de BaP en situation de fond (entre 1,7 et 2,4 fois supérieures à celles des autres stations du réseau).

En 2018, les niveaux de BaP mesurés en situation de fond ont diminué par rapport à 2017. Les conditions météorologiques hivernales clémentes (impliquant un recours moins important au chauffage résidentiel) expliquent ce constat.

En 2018, le site trafic BP Est enregistre des niveaux légèrement supérieurs à ceux mesurés à Gennevilliers ou à Argenteuil (contrairement à 2017, où les teneurs relevées étaient comparables). Les concentrations mesurées sur le site trafic sont en légère baisse par rapport à 2017.

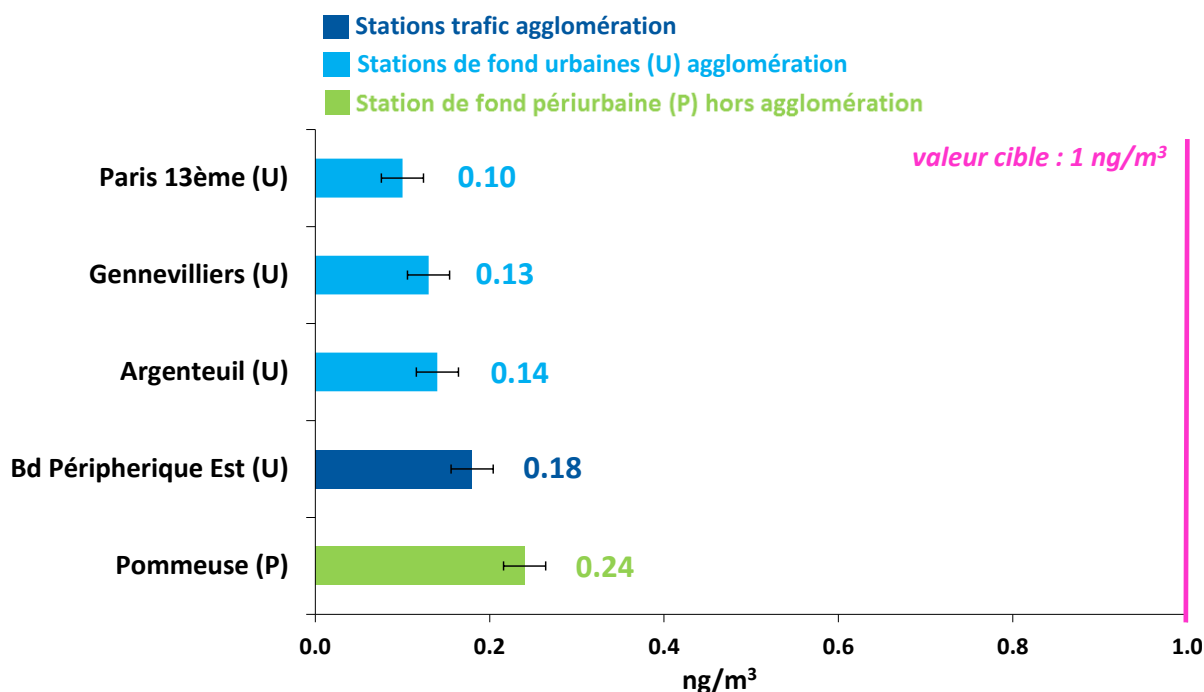


Figure 49 : concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène (BaP) en Île-de-France en 2018

**ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME**

Une **baisse sensible des niveaux de BaP** est observée **à proximité du trafic** (-78 %) entre 2001 et 2018, en **lien avec le renouvellement progressif du parc roulant**. En revanche, aucune tendance nette ne se dégage en situation de fond (Figure 50).

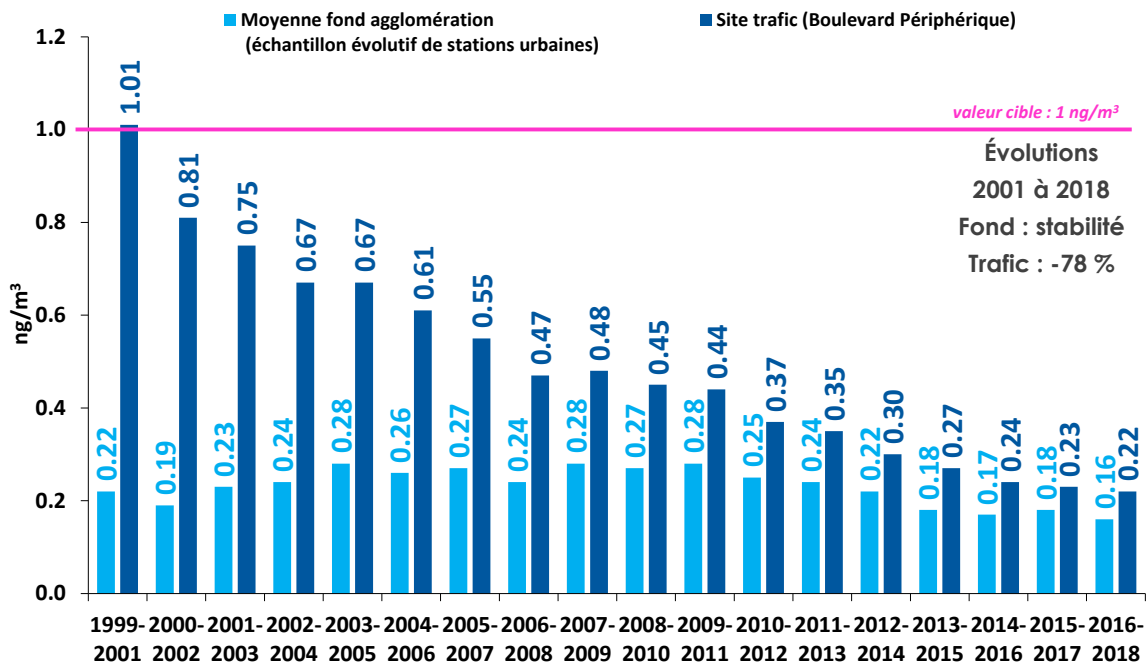


Figure 50 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans de benzo(a)pyrène (BaP) dans l'agglomération parisienne sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond et en site trafic (le long du Boulevard Périphérique) de 1999-2001 à 2016-2018

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. Hormis un mois de février particulièrement froid (température: -60 % par rapport à la normale), l'année 2018 se caractérise par des températures légèrement plus chaudes par rapport à la normale (+9 %). Les conditions météorologiques clémentes survenues en 2018 ont induit **un recours moins important au chauffage**, entraînant ainsi une **légère diminution des émissions liées à cette source**. 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 51). En 2018, les plus fortes teneurs journalières de benzo(a)pyrène ont été comprises entre 0.9 (BP Est) et 3 ng/m<sup>3</sup> (fond hors agglomération). Les teneurs maximales en BaP enregistrées en 2018 sont nettement inférieures aux années précédentes. Cela s'explique par le fait que les épisodes de pollution particulaire en période hivernale ont été en 2018 peu nombreux et moins intenses que les années précédentes. Par ailleurs, un recours moins important au chauffage explique également ce constat.

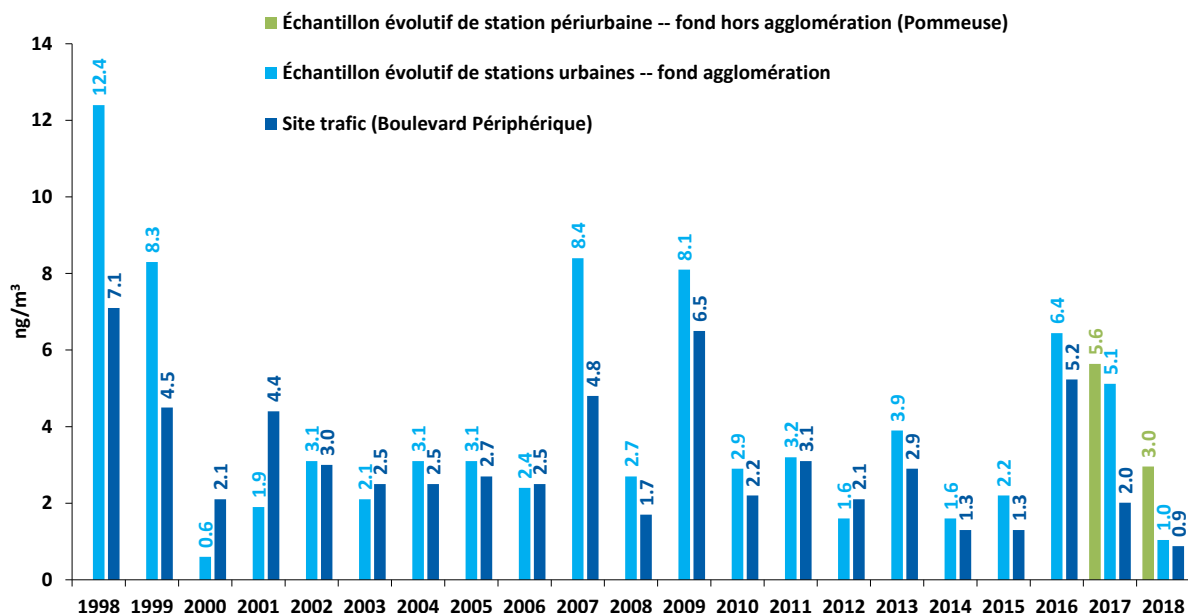


Figure 51 : évolution de la concentration maximale journalière de benzo(a)pyrène (BaP) en et hors agglomération parisienne et à proximité du trafic routier (le long du Boulevard Périphérique) de 1998 à 2018

## 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 2018 sont mentionnées en Figure 52.

Toutes les stations de mesures ont enregistré une baisse générale des concentrations moyennes pour tous les HAP en 2018.

Teneurs moyennes annuelles en ng/m <sup>3</sup>	Stations de fond					Station trafic Boulevard Périphérique Est
	urbaine				périurbaine	
	Paris	Gennevilliers	Argenteuil	Moyenne agglomération fond	Pommeuse	
BENZO(a)PYRENE (BaP)	0.10	0.13	0.14	0.12	0.24	0.18
BENZO(a)ANTHRACENE (BaA) <sup>(*)</sup>	0.07	0.10	0.12	0.10	0.19	0.19
BENZO(b)FLUORANTHENE (BbF) <sup>(*)</sup>	0.17	0.22	0.22	0.20	0.34	0.26
BENZO(g,h,i)PERYLENE (BghiP)	0.15	0.19	0.17	0.17	0.24	0.26
BENZO(j)FLUORANTHENE (BjF) <sup>(*)</sup>	0.09	0.12	0.12	0.11	0.20	0.14
BENZO(k)FLUORANTHENE (BkF) <sup>(*)</sup>	0.07	0.09	0.10	0.09	0.15	0.11
DIBENZO(ah)ANTHRACENE (dB) <sup>(*)</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
INDENO(1,2,3-c,d)PYRENE (IP) <sup>(*)</sup>	0.14	0.16	0.17	0.16	0.27	0.17
Total 8 HAP mesurés	0.80	1.00	1.10	1.00	1.70	1.30

Figure 52 : concentrations moyennes annuelles des huit HAP mesurés en Île-de-France en 2018

## 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).



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.



Plomb



Autres métaux  
(Arsenic, Cadmium, Nickel)



## NORMES FRANÇAISES

### Plomb

#### Valeur limite annuelle

**0,5 µg/m<sup>3</sup>**  
en moyenne annuelle

Respectée

#### Objectif de qualité

**0,25 µg/m<sup>3</sup>**  
en moyenne annuelle

Respecté

### Autres métaux

#### Valeur cible

Arsenic : **6 ng/m<sup>3</sup>** en moyenne annuelle  
Cadmium : **5 ng/m<sup>3</sup>** en moyenne annuelle  
Nickel : **20 ng/m<sup>3</sup>** en moyenne annuelle

Respectées

En complément des mesures fixes historiques réalisées dans l'agglomération, Airparif a mis en œuvre entre 2008 et 2013 des campagnes de mesure au voisinage des sites industriels émetteurs de métaux réglementés en Île-de-France. Ces émetteurs sont, pour la plupart, situés en grande couronne. Les rapports d'études autour de chacun de ces sites sont disponibles sur [le site internet d'Airparif, onglet « Publications »](#). Suite à ces campagnes, deux sites de mesures fixes ont été implantés à Limay (78) et à Bagnaux-sur-Loing (77) ; seuls sites dont les niveaux nécessitent une surveillance permanente. Les autres sites présentaient des niveaux en métaux très faibles.

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<sup>ème</sup>.

Le mercure n'est pas mesuré de manière permanente. Une campagne de mesure Airparif a été menée 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/m<sup>3</sup>) et représentatifs des teneurs relevées plus généralement sur le territoire français [Airparif, 2010].

## METAUX : PLOMB, ARSENIC, CADMIUM ET NICKEL

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÈGLEMENTATION ET ÉVOLUTION SUR LE LONG TERME

Le **plomb** (Pb), qui a progressivement disparu des carburants à partir de 2000, a vu ses teneurs diminuer de manière très importante en 15 ans (-97 % entre 1991 et 2005) (Figure 53). De cet fait, le plomb ne représente plus un indicateur pertinent du trafic routier. Sa mesure a ainsi été arrêtée sur le site de la Place Victor Basch fin 2005. En situation de fond, où la mesure est assurée depuis 2002, les teneurs sont, chaque année, très faibles et voisines des limites de quantification. **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, la moyenne 2018 étant 25 à 50 fois inférieure aux normes**. Le même constat est également observé au voisinage des sites industriels de Limay et de Bagneaux-sur-Loing.

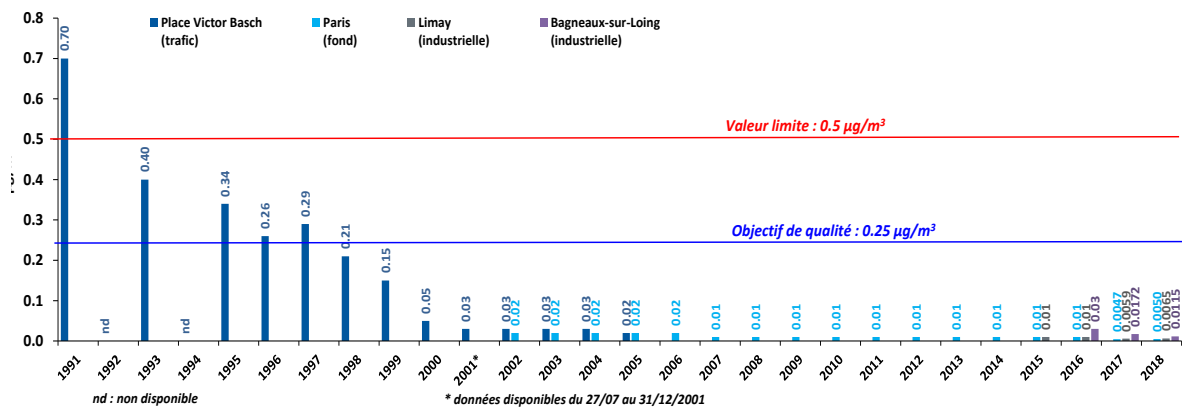


Figure 53 : évolution de la concentration moyenne annuelle de plomb (Pb) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et à Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 1991 à 2018

Après une forte baisse enregistrée entre 2007 et 2008 ( $\approx -50\%$ ), les teneurs en **arsenic** (As) montraient une tendance à la hausse de 2008 à 2011 en situation de fond. L'année 2012 a mis fin à cette hausse. En 2018, le niveau moyen annuel d'arsenic relevé en site de fond urbain est relativement comparable aux cinq dernières années (Figure 54). La station de Limay, implantée à proximité d'une installation émettrice de ce composé, relève des niveaux plus élevés (+38 %) par rapport à 2017, mais inférieurs à 2015.

La station de Bagneaux-sur-Loing enregistre des niveaux supérieurs à l'année 2017. Sur la période 2016-2018, les niveaux d'arsenic mesurés sur la station de Bagneaux-sur-Loing sont en hausse. **Ces valeurs restent néanmoins inférieures à la valeur cible, fixée à 6  $\text{ng}/\text{m}^3$ .**

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 l'entreprise Keraglass, des émissions importantes d'arsenic ont été ponctuellement mesurées dans l'air ambiant. Ce site industriel 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].



## Métaux

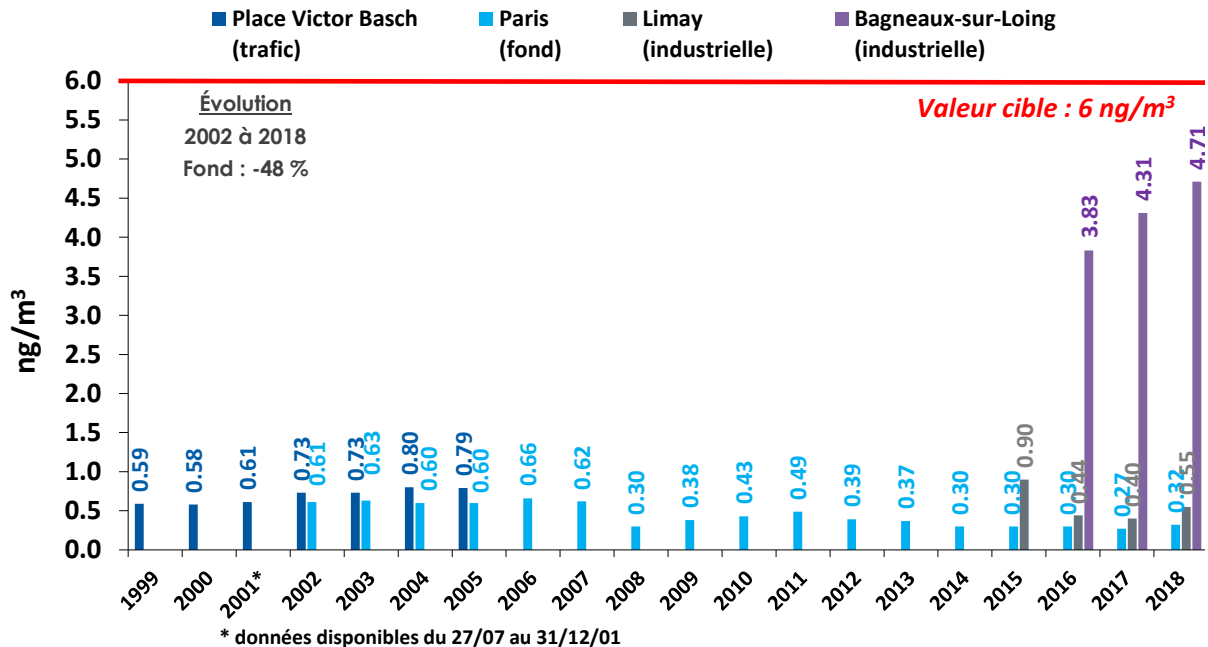


Figure 54 : évolution de la concentration moyenne annuelle d'arsenic (As) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 1999 à 2018

Pour le **cadmium** (Cd), les teneurs moyennes annuelles montrent une baisse en fond comme au voisinage du trafic routier entre 1999 et 2005 (Figure 55). Sur la période 2008-2014, les niveaux de cadmium ne montrent pas de tendance nette. Depuis 2015, les concentrations de fond en cadmium tendent à stagner. La moyenne annuelle relevée en fond en 2018 est 50 fois inférieure à la valeur cible européenne (fixée à 5 ng/m<sup>3</sup>). Le site de Limay (industriel) présente également des niveaux stables. Le site de Bagneaux-sur-Loing (industriel) enregistre un niveau moyen annuel en cadmium proche de ceux mesurés en 2016 et 2017.

**Ces valeurs sont très largement inférieures à la valeur cible de 5 ng/m<sup>3</sup>.**

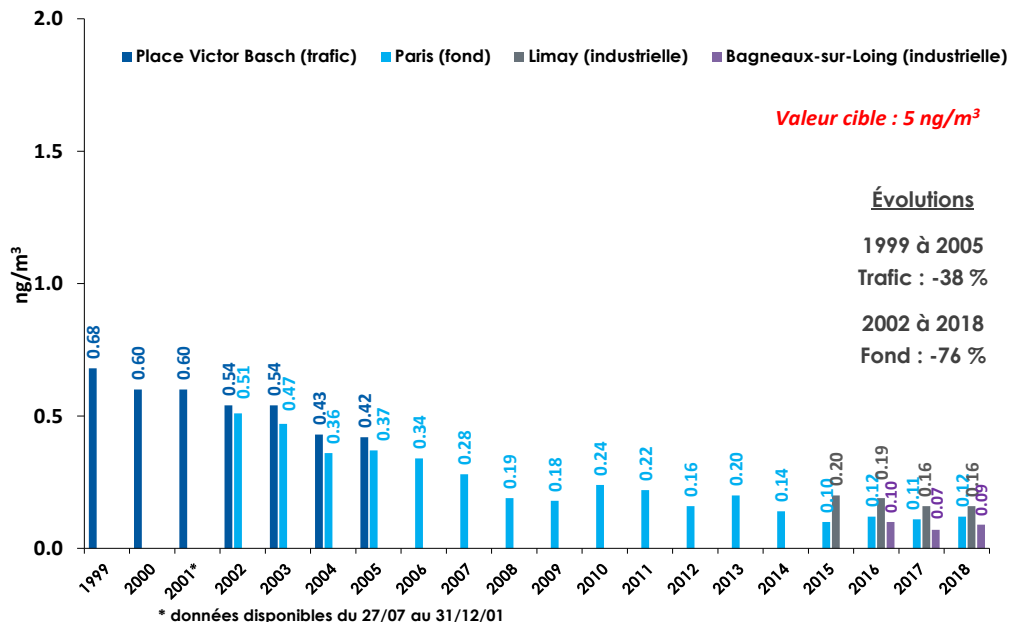


Figure 55 : évolution de la concentration moyenne annuelle de cadmium (Cd) sur les stations de la Place Victor Basch (trafic), à Paris (fond), à Limay et à Bagneaux-sur-Loing (sites industriels) de 1999 à 2018

Des mesures de **nickel** (Ni) sont disponibles depuis 2007 sur la station de référence de Paris 1<sup>er</sup> Les Halles jusqu'en 2010, puis sur la station de fond de Paris 18<sup>ème</sup>. Entre 2007 et 2018, les concentrations moyennes annuelles en fond sont comprises entre 1 et 2,6 ng/m<sup>3</sup>, soit des teneurs de 8 à près de 20 fois inférieures à la valeur cible (fixée à 20 ng/m<sup>3</sup>) (Figure 56). Entre 2017 et 2018, toutes les stations enregistrent une hausse des concentrations moyennes annuelles en nickel.

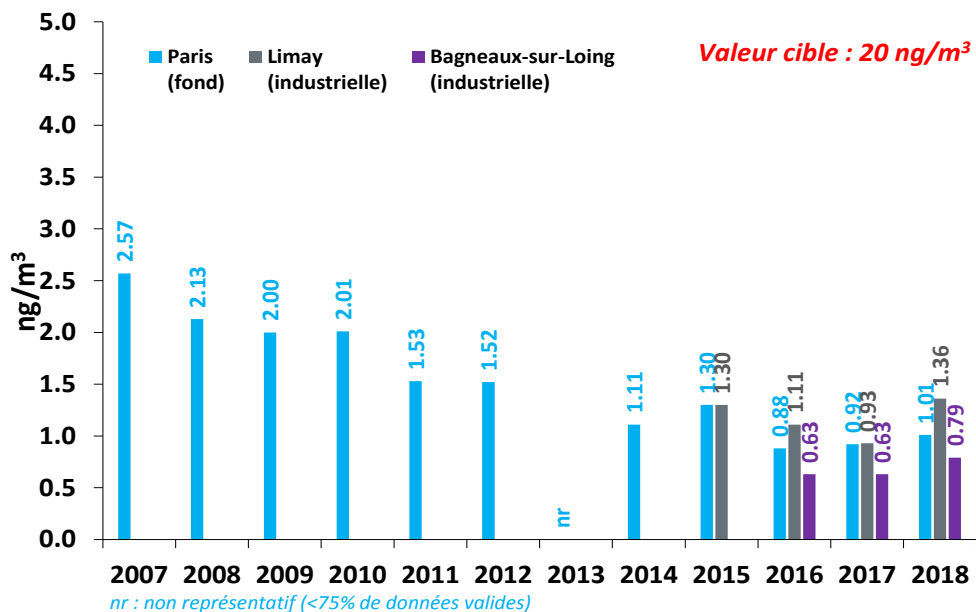


Figure 56 : évolution de la concentration moyenne annuelle de nickel (Ni) à Paris (fond) de 2007 à 2018, à Limay (industrielle) de 2015 à 2018 et à Bagneaux-sur-Loing de 2016 à 2018

**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 (CO<sub>2</sub>), composé reconnu comme étant l'un des principaux gaz à effet de serre (GES).

**TENDANCES**

1996/2018 2008/2018 2008/2018

Le long du trafic Loin du trafic

**NORMES FRANÇAISES**

Le long du trafic	Loin du trafic
<b>Valeur limite journalière</b>	<b>Valeur limite journalière</b>
10 000 µg/m <sup>3</sup> en moyenne glissante sur 8 heures	10 000 µg/m <sup>3</sup> en moyenne glissante sur 8 heures
<b>Respectée</b>	<b>Respectée</b>

**Une baisse constante depuis le début des années 1990, une tendance à la stagnation depuis 2014 et des niveaux de CO très inférieurs aux normes réglementaires.**

**SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION**

La **valeur limite pour la protection de la santé** (fixée à 10 mg/m<sup>3</sup> sur une période de 8 heures) **est largement respectée en situation de fond** (maximum en 2018 = 1 mg/m<sup>3</sup> enregistré sur la station urbaine de fond Aubervilliers), **ainsi qu'à proximité du trafic** (maximum 2018 = 2 mg/m<sup>3</sup> relevé sur la station Boulevard Périphérique Auteuil) (Figure 57).

En 2018, les niveaux moyens de CO sont comparables à ceux mesurés en 2017.

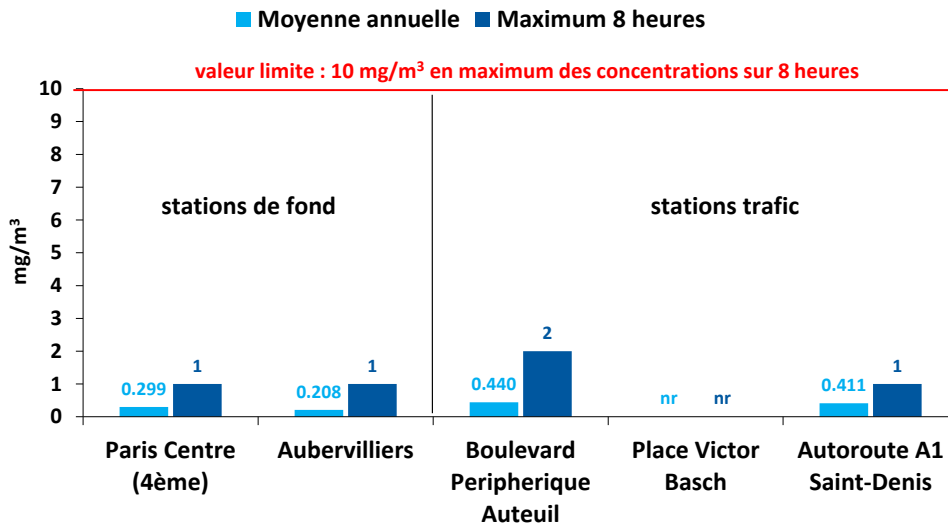


Figure 57 : concentrations moyennes annuelles et maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France en 2018

### ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME

Une baisse sensible est observée sur l'historique, avec une diminution de 89 % entre 1996 et 2018 sur les sites trafic (Figure 58). Les concentrations moyennées sur 3 ans tendent à se stabiliser depuis 2010. 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. Toutefois, l'écart tend à se stabiliser d'année en année.

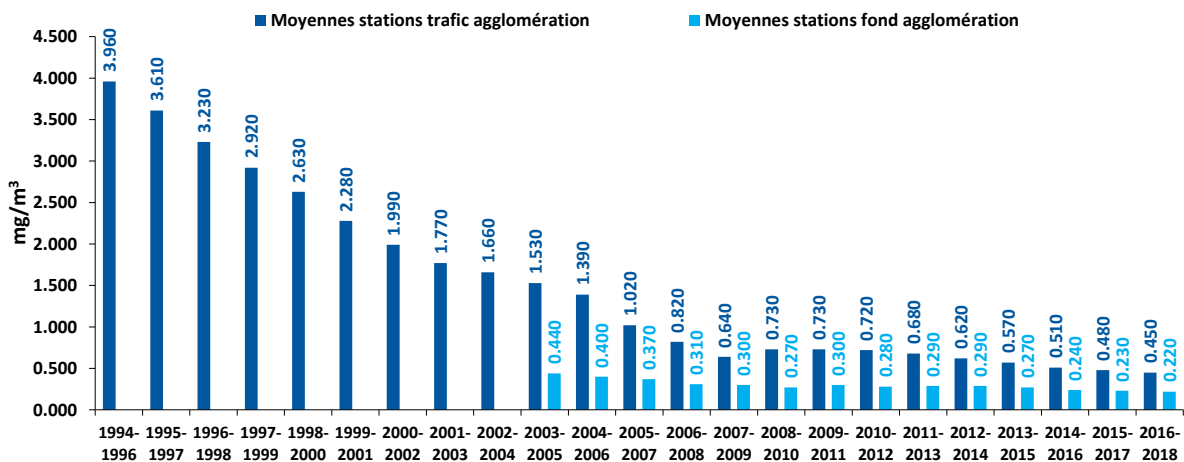


Figure 58 : évolution de la concentration moyenne 3 ans en monoxyde de carbone (CO) à proximité au trafic et en situation de fond dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2016-2018

Les moyennes annuelles 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 inférieur fixé par la directive européenne**. La surveillance en site fixe n'est donc plus obligatoire en région Île-de-France. Plusieurs stations sont néanmoins conservées, notamment afin de maintenir un historique des données.

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

**RECORDS HISTORIQUES**

La Figure 59 recense les plus fortes concentrations de monoxyde de carbone mesurées sur la période 1991-2018.

Historique 1991-2018	Fond	Proximité au trafic		
	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?
<b>Concentration moyenne annuelle la plus forte</b>	500	Paris 1 <sup>er</sup> les Halles, 2003 Paris 1 <sup>er</sup> les Halles, Aubervilliers, 2004	8 000	Place Victor Basch, 1991
<b>Concentration horaire maximale</b>	3 900	Paris 1 <sup>er</sup> les Halles le 1 <sup>er</sup> février 2006 à 12h légales	41 500	Place Victor Basch le 21 septembre 1992 à 19h légales
<b>Concentration sur 8 heures maximale</b>	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 59 : records annuels pour le monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France sur l'historique 1991-2018

## Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

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 SO<sub>2</sub> émane également de l'activité volcanique, principale source naturelle.



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.



### NORMES FRANÇAISES

#### Valeur limite horaire

**350 µg/m<sup>3</sup>**  
en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 fois par an

Respectée

#### Valeur limite journalière

**125 µg/m<sup>3</sup>**  
en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

Respectée

#### Objectif de qualité

**50 µg/m<sup>3</sup>**  
en moyenne annuelle civile

Respecté

**Chaque année, des niveaux de SO<sub>2</sub> très faibles qui respectent largement les normes réglementaires (valeurs limites et objectif de qualité).**

### SITUATION EN 2018 VIS-A-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

En 2018, les concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> sont inférieures à la limite de détection (estimée à 5 µg/m<sup>3</sup>) sur les cinq stations mesurant ce polluant en Île-de-France, y compris sur la station trafic du Boulevard Périphérique parisien. **Elles sont donc largement inférieures à l'objectif de qualité (fixé à 50 µg/m<sup>3</sup>).**

Les valeurs limites applicables au SO<sub>2</sub> sont également largement respectées sur l'ensemble des stations de mesure franciliennes. En effet, aucun dépassement du seuil journalier de 125 µg/m<sup>3</sup>, ni du seuil horaire de 350 µg/m<sup>3</sup> n'est enregistré.

**ÉVOLUTION EN MOYENNE SUR LE LONG TERME**

En hiver depuis plus de 50 ans :

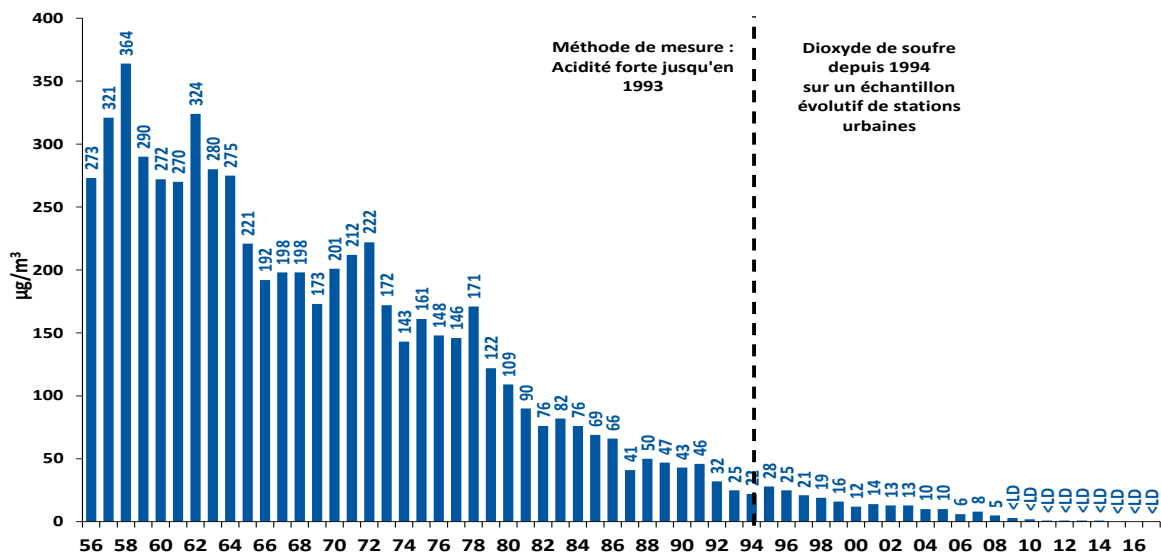


Figure 60 : évolution des concentrations moyennes hivernales de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) à Paris depuis l'hiver 1956-1957

**Une forte baisse des niveaux de SO<sub>2</sub> est observée sur le long terme** (Figure 60). 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 baisse du nombre de sites industriels en Île-de-France depuis les années 50, à la forte diminution 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 (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>). Quelques stations sont néanmoins conservées, notamment afin de maintenir un historique de données.

**RECORDS HISTORIQUES**

La Figure 61 indique les plus fortes concentrations de dioxyde de soufre relevées sur l'historique de mesures depuis 1991.

Historique 1991-2018	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	Où et quand ?	Valeur (µg/m <sup>3</sup> )	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 61 : records annuels pour le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) en Île-de-France sur la période 1991-2018

## Aldéhydes COV

Les aldéhydes appartiennent à la famille des **Composés Organiques Volatils (COV)**. Ils participent, entre autres, à la formation d'ozone ( $O_3$ ). 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, les aliments, la cuisson, la fumée de tabac...



Les aldéhydes sont toxiques pour la santé humaine. Le formaldéhyde est classé **cancérogène** certain par le CIRC, et l'acétaldéhyde cancérogène 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  pour une exposition long-terme.

## LES ALDEHYDES

À compter du 1<sup>er</sup> janvier 2014, des mesures d'aldéhydes par tubes à diffusion ont été mises en œuvre sur un site de fond urbain (Paris Centre 4<sup>ème</sup>) et deux sites trafic (Boulevard Périphérique (BP) Est et Place Victor Basch). La Figure 62 donne les teneurs moyennes annuelles de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurées en 2018 sur ces trois sites.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Station urbaine de fond		Stations urbaines trafic			
	Paris Centre 4 <sup>ème</sup>		BP Est		Place Victor Basch	
	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde	Acétaldéhyde
<b>Moyenne</b>	<b>2.3</b>	<b>1.8</b>	<b>2.5</b>	<b>1.8</b>	<b>2.8</b>	<b>2</b>

Figure 62 : concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurés en Île-de-France en 2018

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) produits par la combustion incomplète de combustibles fossiles issue des véhicules non catalysés. L'écart entre les sites de mesure est légèrement plus marqué pour le formaldéhyde (9 % et 22 % de plus à BP Est et Basch qu'à Paris Centre 4<sup>ème</sup>) que pour l'acétaldéhyde (allant jusqu'à +11 %).

En 2018, les stations urbaines de fond et trafic enregistrent des concentrations moyennes de formaldéhyde et d'acétaldéhyde relativement comparables à celles de 2017.

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 (O<sub>3</sub>).

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.

La Figure 63 présente les teneurs moyennes annuelles des COV mesurés au siège d'Airparif implanté rue Crillon (Paris 4<sup>ème</sup>) en 2018.

	Moyenne annuelle 2018 (µg/m <sup>3</sup> )
Ethane	4.12
Ethylène	1.56
Acétylène	0.67
Propane	2.91
Propène	0.64
Butane	3.82
Isobutane	2.26
T2 - Butène	0.10
1 - Butène	0.17
C2 - Butène	0.09
1,3 - Butadiène	0.09
Pentane	1.26
Isopentane	2.09
1 - Pentène	0.18
T2 - Pentène	0.12
C2 - Pentène	0.11
Hexane	0.49
Heptane	0.33
Octane	0.1
Iso - Octane	0.47
Benzène	0.72
Toluène	2.45
Ethylbenzène	0.38
m+p - Xylène	1.32
o - Xylène	0.49
1, 2, 4 - Triméthylbenzène	0.38
1, 2, 3 - Triméthylbenzène	0.31
1, 3, 5 - Triméthylbenzène	0.17
Isoprène	0.44

Figure 63 : concentrations moyennes annuelles des 29 COV mesurés au siège d'Airparif (Paris 4<sup>ème</sup>) (fond urbain) en 2018

## II. ÉPISODES DE POLLUTION

### Procédure d'information et d'alerte régionale

Un nombre global de journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte supérieur à 2017 mais proche des années précédentes. Une année 2018 marquée par un nombre d'épisodes de pollution en particules PM<sub>10</sub> très faible, mais de nombreux épisodes de pollution à l'ozone (O<sub>3</sub>) aux mois de juillet et août.

L'année 2018 a comptabilisé 14 journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte (Figure 64). **Ces déclenchements sont essentiellement liés à l'ozone (O<sub>3</sub>), avec onze journées de dépassement du seuil d'information observés entre le 7 juillet et le 7 août 2018, dont l'un est associé à un dépassement du seuil d'information pour le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> le 26 juillet 2018.** C'est le nombre de dépassement le plus important en ozone depuis 2003. Trois jours de dépassement du seuil d'information ont été enregistrés entre le 8 et le 22 février 2018 pour les particules PM<sub>10</sub>. Ces épisodes ont conduit à la mise en place de mesures d'urgence par la Préfecture de Police.

Date	Seuil dépassé	Polluant
08/02/2018	Information	Particules PM <sub>10</sub>
21/02/2018	Information	Particules PM <sub>10</sub>
22/02/2018	Information	Particules PM <sub>10</sub>
07/07/2018	Information	Ozone O <sub>0</sub>
08/07/2018	Information	Ozone O <sub>1</sub>
16/07/2018	Information	Ozone O <sub>2</sub>
23/07/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>
24/07/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>
25/07/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>
26/07/2018	Information	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> Ozone O <sub>3</sub>
27/07/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>
03/08/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>
06/08/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>
07/08/2018	Information	Ozone O <sub>3</sub>

Figure 64 : jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Île-de-France en 2018 ; seuil dépassé (information ou alerte) et polluant concerné (PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub> et NO<sub>2</sub>)

Les particules PM<sub>10</sub> ont été introduites dans le dispositif d'information et d'alerte régional à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2008 ; ce dernier étant historiquement basé sur l'O<sub>3</sub>, le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub>. Afin d'assurer un suivi pluri-annuel des épisodes de pollution aux particules PM<sub>10</sub>, Airparif a évalué *a posteriori* le nombre de dépassements des seuils d'information (80 µg/m<sup>3</sup>) et d'alerte (125 µg/m<sup>3</sup>) en 2006 et 2007 selon les conditions définies par [l'arrêté inter-préfectoral du 3 décembre 2007](#).

À compter du 30 novembre 2011 (de par l'entrée en vigueur de [l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011](#)), un abaissement des seuils de déclenchement pour les particules a été appliqué et a ainsi induit une nette augmentation du nombre de dépassements PM<sub>10</sub> à partir de 2012 (Figure 65). En effet, le seuil d'information, initialement fixé à 80 µg/m<sup>3</sup>, a été abaissé à 50 µg/m<sup>3</sup>. Le seuil d'alerte est passé de 125 µg/m<sup>3</sup> à 80 µg/m<sup>3</sup>.

L'arrêté inter-préfectoral a été révisé une nouvelle fois en septembre 2014 en modifiant les critères de déclenchement<sup>6</sup>, sans toutefois changer les seuils d'information et d'alerte des polluants réglementés. Une étude interne a montré que le changement des critères de déclenchement n'a pas induit d'effet notable sur le nombre de journées de dépassement pour les particules PM<sub>10</sub>. [L'arrêté inter-préfectoral du 7 juillet 2014](#) a introduit, pour la première fois, la notion de persistance<sup>7</sup> pour les particules PM<sub>10</sub>.

L'arrêté inter-préfectoral a été à nouveau revu fin 2016 en modifiant les critères de persistance<sup>7</sup> pour les particules PM<sub>10</sub> et l'O<sub>3</sub>. Ces modifications ont entraîné **davantage de déclenchements des mesures d'urgence par la Préfecture de Police** par rapport aux années précédentes ; la notion de persistance étant passée de 4 à 2 jours consécutifs d'un dépassement du seuil d'information prévu et/ou constaté. Néanmoins, elles n'ont **pas eu d'incidence sur le nombre d'épisodes de pollution, ni sur le bilan des dépassements** présentés ci-dessous, qui est établi sur la base des seuils de concentration et non du type de procédure inter-préfectorale mise en œuvre par les autorités. Le SO<sub>2</sub>, dont les niveaux sont aujourd'hui très faibles en région Île-de-France, a également été supprimé de la procédure d'information et d'alerte.

La Figure 65 illustre le nombre de journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte de 2006 à 2018, tous polluants confondus (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>).

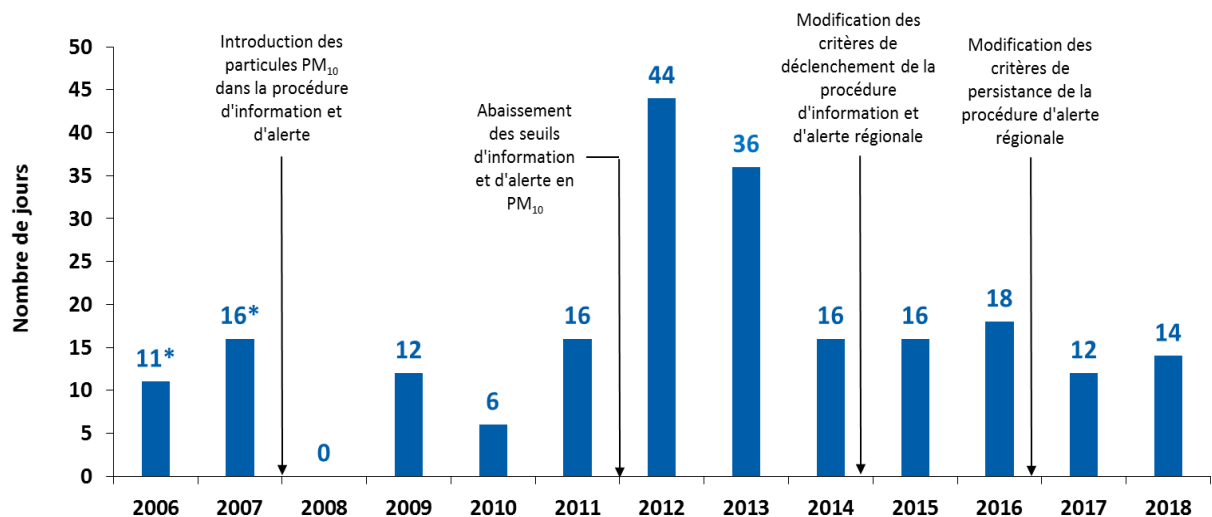


Figure 65 : nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Île-de-France de 2006 à 2018, tous polluants confondus (y compris les particules PM<sub>10</sub>\*)

[\*Simulation rétrospective des PM<sub>10</sub> pour les années 2006 et 2007 selon les conditions de l'arrêté inter-préfectoral du 3 décembre 2007 – 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]

<sup>6</sup> Les critères de dépassement sont :

- **Un critère de superficie** : dès lors qu'une surface d'au moins 100 km<sup>2</sup> au total dans la région est concernée par un dépassement des seuils de dioxyde d'azote, d'ozone et/ou de particules PM<sub>10</sub> estimé par modélisation en situation de fond ;
- **Un critère de population** : lorsqu'au moins 10 % de la population d'un département de la région est concernée par un dépassement des seuils de dioxyde d'azote, d'ozone et/ou de particules PM<sub>10</sub> estimé par modélisation en situation de fond.

<sup>7</sup> Les conditions de persistance d'un épisode de pollution sont réunies dès lors que le seuil d'information et de recommandations pour un polluant donné (PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>) est constaté et/ou prévu sur 2 jours consécutifs.

Afin de comparer le nombre d'épisodes de pollution aux particules PM<sub>10</sub> à seuils de déclenchement équivalents, la Figure 66 présente le nombre de jours pendant lesquels les seuils d'information et d'alerte pour les PM<sub>10</sub> auraient été dépassés entre 2007 et 2018 selon les critères de l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011 : d'une vingtaine à une cinquantaine selon les années contre une dizaine en moyenne avec la procédure précédente<sup>8</sup>.

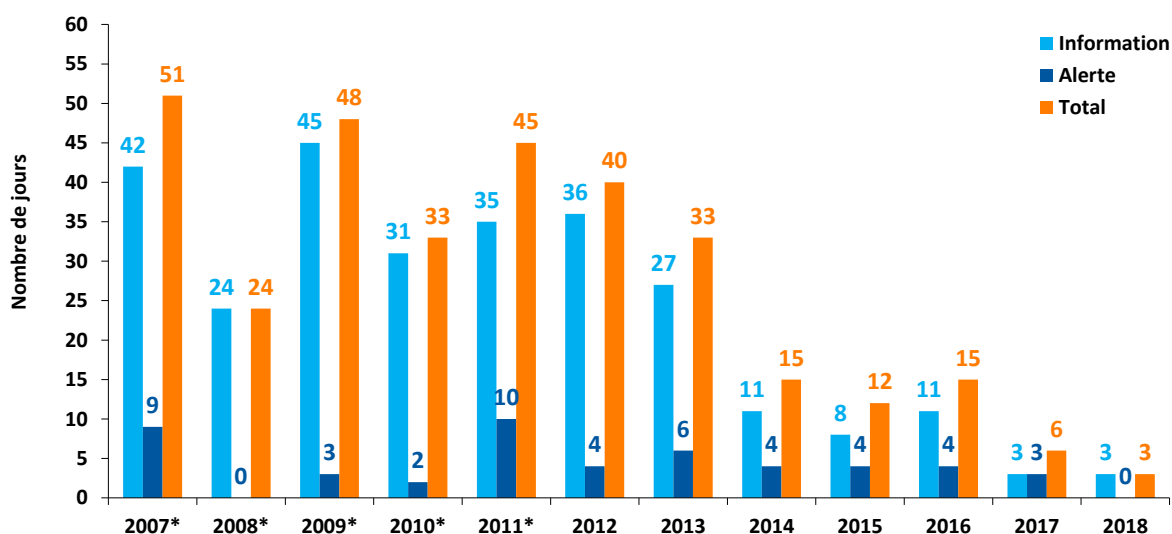


Figure 66: nombre de jours d'information et d'alerte en particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011 (\* simulation rétrospective de 2007 à 2011)

À seuils équivalents, **2018 enregistre le plus faible nombre de déclenchement de la procédure régionale lié aux particules PM<sub>10</sub>** (soit 3 jours au total) sur tout l'historique 2007-2018. L'année 2018 a rencontré des conditions météorologiques globalement favorables à une bonne qualité de l'air durant la période hivernale, bien que février 2018 fut particulièrement froid.

Seul le mois de février 2018 a enregistré 3 jours de dépassement du seuil d'information en PM<sub>10</sub> (fixé à 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière). Les **conditions météorologiques froides et peu dispersives** (vent et hauteur de couche de mélange faibles, inversions de températures marquées), contribuant à une **accumulation des émissions émises localement**, ainsi qu'un **phénomène d'import** expliquent ces dépassements.

Les mois de juillet et août 2018 ont enregistré 11 jours de dépassement du seuil d'information en ozone (fixé à 180 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire), liés à des conditions météorologiques (fortes températures, ensoleillement excédentaire) favorisant la formation d'ozone, à partir d'autres polluants gazeux (NO<sub>x</sub> et COV notamment) présents dans l'atmosphère.

Un dépassement du seuil d'information a également été observé en NO<sub>2</sub> le 26 juillet 2018. Ce dépassement est lié à celui en ozone, qui par réaction photochimique avec le monoxyde d'azote a entraîné la formation de NO<sub>2</sub>.

Comme pour l'année 2017, les conditions météorologiques de la fin de l'année 2018 ont été très clémentes (températures supérieures à la normale). Aucun épisode n'a été relevé sur cette période.

<sup>8</sup> Procédure d'information-recommandation et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution en région Île-de-France en application de l'arrêté inter-préfectoral du 12 juillet 2005.

Le nombre et l'occurrence des épisodes de pollution sont donc étroitement liés au contexte météorologique. Il est ainsi délicat de parler de « tendance ». Une année avec davantage de périodes « anticycloniques » pourrait entraîner davantage d'épisodes de pollution.

## Retour sur les épisodes de pollution aux PM<sub>10</sub> de février 2018

Février 2018 a été marqué par 3 jours de dépassement du seuil d'information pour les PM<sub>10</sub> (Figure 67). Lors de la première journée de dépassement (8 février), les émissions locales de pollution (majoritairement induites par le trafic routier et le chauffage résidentiel), accentuées par des conditions météorologiques froides et peu dispersives (vents très faibles, inversions de température marquées, faible hauteur de couche de mélange) ont expliqué cette situation.

Les 21 et 22 février 2018, la région Île-de-France a été confrontée à un épisode de pollution de nature très atypique, résultant de l'import de particules en provenance des pays d'Europe Centrale et de l'Est. Les conditions anticycloniques hivernales (temps beau et froid) ont contribué à ce phénomène. Sur cette période, l'anticyclone se positionne sur le nord de l'Europe, apportant un flux de nord-est établi. Une situation équivalente a été rencontrée à une seule occasion au cours des dix dernières années (février 2012).

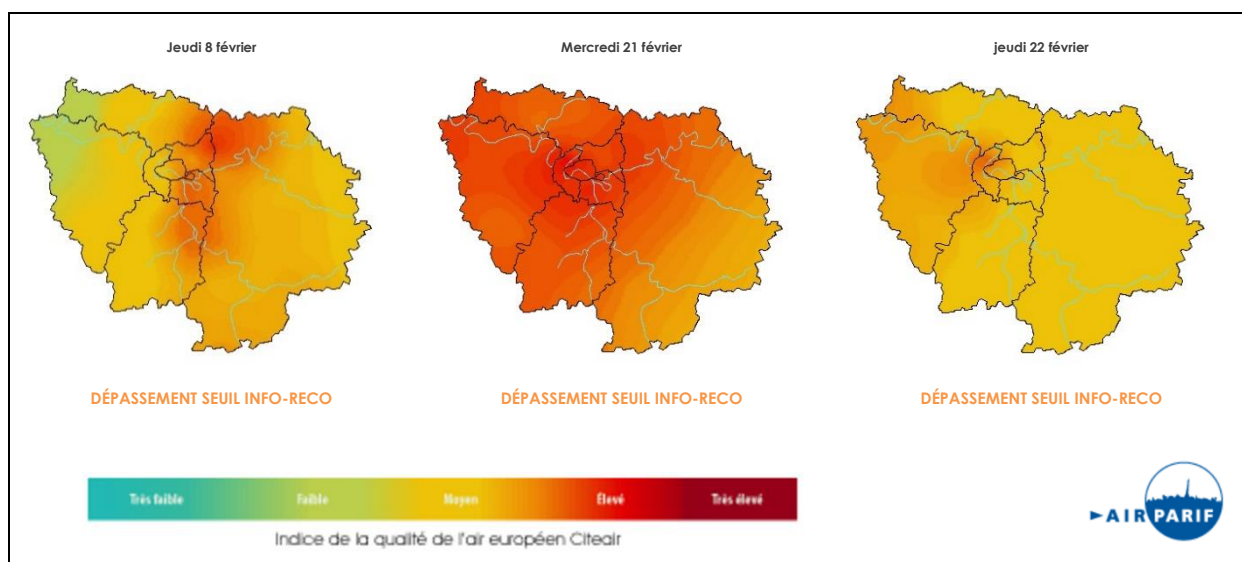


Figure 67 : cartes journalières de la qualité de l'air en Ile-de-France des épisodes de pollution aux PM<sub>10</sub> en février 2018

Cet épisode se caractérise par la présence de particules très fines, essentiellement inférieures à 2,5 µm (~ 90 % de particules PM<sub>2,5</sub> dans les PM<sub>10</sub>). L'analyse de la composition chimique des particules a montré une faible proportion de matière carbonée (Figure 68) qui est généralement associée aux émissions locales (combustion de biomasse et trafic routier). D'après les analyses d'Airparif (confortées par les mesures de composition chimique suivies par l'Institut Mines Télécom de Lille-Douai sur un site dans les Ardennes et celles suivies par le LSCE/INERIS au SIRTÀ à Gif-sur-Yvette), une forte proportion de nitrate d'ammonium (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> - particules inorganiques secondaires formées par réactions chimiques à partir de composés précurseurs émis par le trafic et l'agriculture) a été observée. La proportion non négligeable du sulfate confirme le phénomène d'import ; les sources de SO<sub>2</sub> étant peu importantes en Île-de-France.

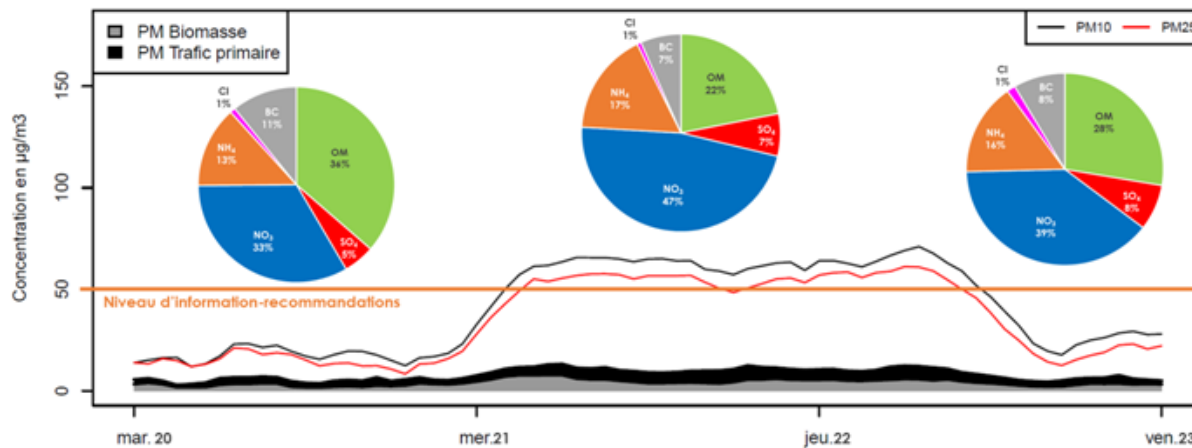


Figure 68 : Évolution des concentrations horaires de particules PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2.5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) observées entre le 20 et le 22 février 2018 au sein d'une station urbaine de fond (Gennevilliers). Séparation des émissions primaires de combustion (BC): PM Biomasse représentant les émissions issues du chauffage au bois ; PM Trafic primaire représentant les émissions des dérivés du pétrole (essentiellement transport routier). Répartition moyenne (en %) des composants majeurs des particules (fraction PM<sub>1</sub>) mesurés par l'ACSM\* (OM, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Cl) et un Aéthalomètre (BC).  
\*ACSM : Aerosol Chemical Speciation Monitor  
OM : Matière organique ; SO<sub>4</sub> : Sulfate ; NO<sub>3</sub> : Nitrate ; NH<sub>4</sub> : Ammonium ; Cl : Chlore ; BC : Carbone suie

Entre le 21 et 22 février, un déplacement du régime anticyclonique à plusieurs milliers de kilomètres de l'Île-de-France a induit un renforcement du vent dans les pays d'Europe Centrale, avec un impact majeur mais difficilement prévisible en Île-de-France. En effet, ce phénomène a entraîné une chute brusque des concentrations de particules sur une large partie de l'Europe ; les concentrations en particules restant néanmoins élevées sur le Benelux et la Pologne.

En milieu d'après-midi du jeudi 22 février, les concentrations franciliennes baissent très rapidement, avec une charge d'import qui redescend à 20-30 µg/m<sup>3</sup>, mettant ainsi fin à l'épisode de pollution.

**Cet épisode a conduit à la mise en place de mesures restrictives (circulation routière) et d'interdiction (utilisation du chauffage individuel au bois d'appoint ou d'agrément) par les autorités préfectorales.**

## Retour sur les épisodes de pollution à l'ozone de juillet 2018

L'été 2018 a enregistré 11 jours de dépassement du seuil d'information pour l'ozone (O<sub>3</sub>) : 8 jours en juillet, dont 5 jours consécutifs (Figure 69) et 3 jours en août.

La région Île-de-France a été confrontée à plusieurs épisodes caniculaires entre fin juillet et début août 2018. Cette vague de canicule est moins intense que 2003, mais toutefois de durée comparable.

Les conditions météorologiques estivales (températures souvent au-dessus de 30°C en journée, insolation excédentaire) ont favorisé la formation d'ozone, de telle sorte que les concentrations mesurées ont dépassé le seuil d'information du 23 au 27 juillet 2018. Une dégradation orageuse survenue le 28 juillet 2018 a mis fin à l'épisode de pollution. D'autres régions ont également été touchées par cet épisode.

Cet épisode a conduit à la mise en place de la circulation différenciée par les autorités préfectorales.

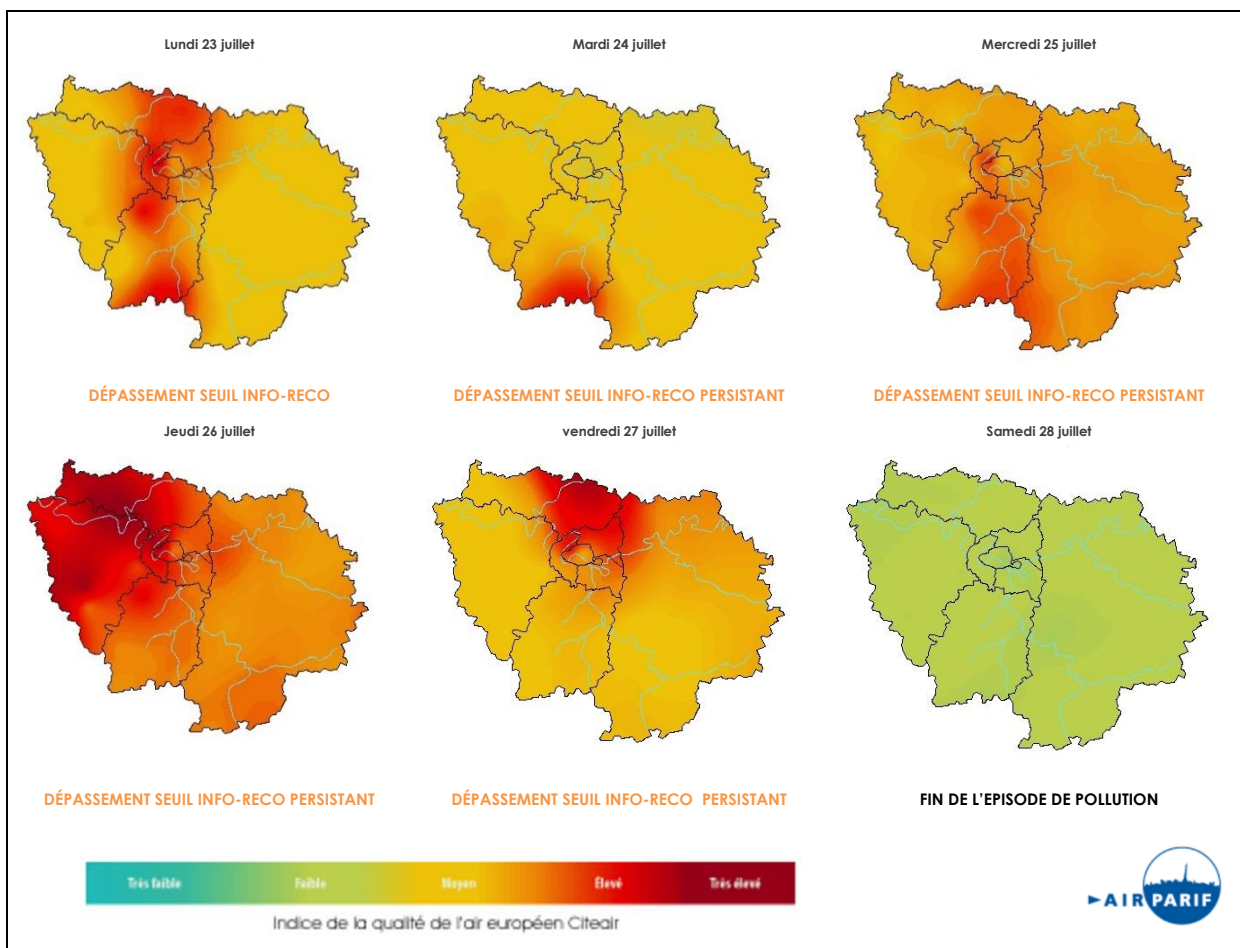


Figure 69 : cartes journalières de la qualité de l'air en Ile-de-France des épisodes de pollution à l'ozone ayant débuté le 23 juillet 2018

### INFO-RECO : Information-recommandation

Dépassement du seuil d'information-recommandation sur la base du constat ou des prévisions d'Airparif pour le polluant « Ozone » (au-delà de 180 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire). Les conditions de persistance d'un épisode de pollution sont réunies dès lors que le seuil d'information-recommandation pour les particules PM<sub>10</sub> et l'ozone est constaté et/ou prévu sur deux jours consécutifs.

## 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 PM<sub>10</sub> 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** : les particules PM<sub>10</sub>, le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

La Figure 70 présente le nombre de jours où l'indice de qualité de l'air ATMO était médiocre, mauvais ou très mauvais (correspondant aux indices 6 à 10) pour les années 2011 à 2018.

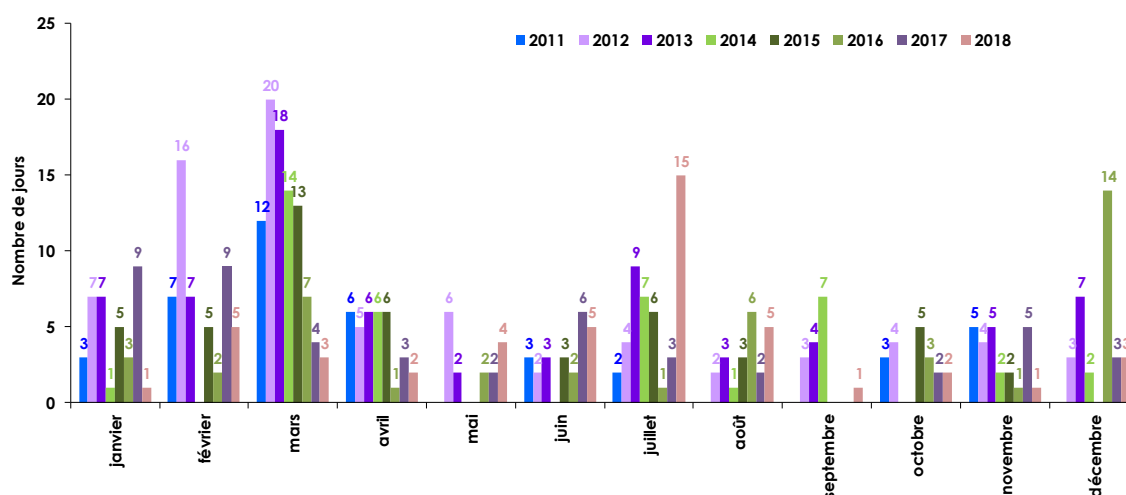


Figure 70 : nombre de jours où l'indice de qualité de l'air ATMO (moyenne de la pollution de fond de l'agglomération parisienne) était médiocre, mauvais ou très mauvais de 2011 à 2018

En 2018, l'indice ATMO a été supérieur ou égal à 6 (qualité de l'air « médiocre » à « très mauvais ») au cours de **47 journées**. C'est similaire à l'année 2017, mais supérieur à 2016. Le nombre de journées durant lesquelles l'indice ATMO est  $\geq 6$  se répartit de manière **très hétérogène** selon les différents mois de l'année.



En 2018, **les mois de janvier, avril, septembre, octobre et novembre comptabilisent le plus faible nombre de jours** (compris entre 0 et 2 j) **où la qualité de l'air est médiocre sur la période 2011-2018.** Les conditions météorologiques clémentes et dispersives rencontrées au cours de ces quatre mois ont été favorables à une bonne qualité de l'air.

**Les mois de février, juin, juillet et août 2018 ont enregistré le plus important nombre de jours, où l'indice ATMO était supérieur ou égal à 6.** L'indice le plus défavorable a été de 8 (qualité de l'air « mauvaise ») et a été enregistré au cours de trois journées, une durant l'épisode de pollution aux particules du mois de février et deux durant l'épisode de pollution à l'ozone des mois de juillet et août. Les conditions météorologiques de juillet-août 2018 (ensoleillé et caniculaire) ont induit un grand nombre d'indices élevés dû à des niveaux en ozone (O<sub>3</sub>) soutenus. Juillet 2018 comptabilise le plus important nombre de jours où la qualité de l'air est médiocre sur la période 2011-2018.

**Au cours de cette année 2018, 55 % des indices « médiocres » à « mauvais » (indice ATMO ≥ 6) ont été dus aux particules PM<sub>10</sub> (soit 26 jours) et 45 % à l'ozone (soit 21 jours).**

La Figure 71 donne la répartition des indices ATMO dans l'agglomération parisienne (fond) pour l'année 2018.

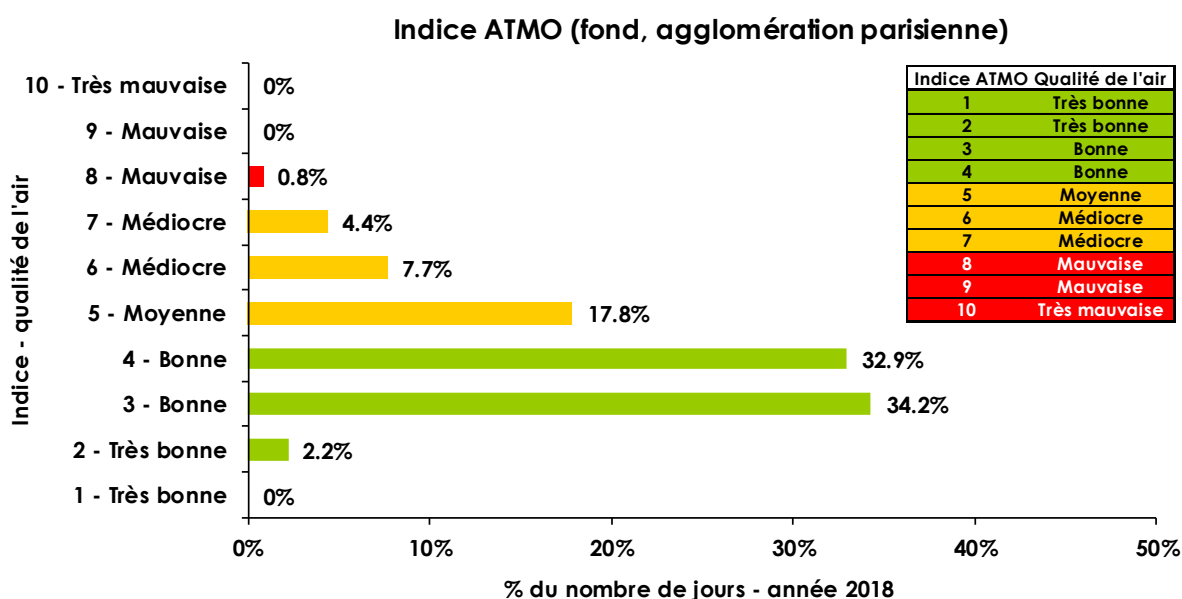


Figure 71 : répartition en pourcentage des indices ATMO (fond, agglomération parisienne) en 2018

Pour l'année 2018, la qualité de l'air a été « très bonne/bonne » près de 69 % du temps, « moyenne à médiocre » et « mauvaise » (indice ATMO ≥ 6) respectivement 30 % et 1 % du temps.

## 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](http://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 2018, **l'indice général (fond) a majoritairement été faible voire très faible** (près de 62 % du temps) (Figure 72). C'est 5 % de moins qu'en 2017. Les 38 % restants correspondent à une pollution moyenne (36 %) et élevée (2 %).

À proximité du trafic routier, l'indice CITEAIR a été faible environ 6 % du temps (Figure 73), soit une augmentation (+ 1 %) par rapport à 2017. **En 2018, la qualité de l'air le long des voies de circulation a généralement été moyenne** (environ 67 % du temps). Une diminution d'environ 3 % de l'indice de pollution « moyenne » par rapport à celui de l'année dernière est constatée. Les 27 % restants correspondent à une pollution élevée à très élevée, respectivement +5 % et -1 % par rapport à 2017.

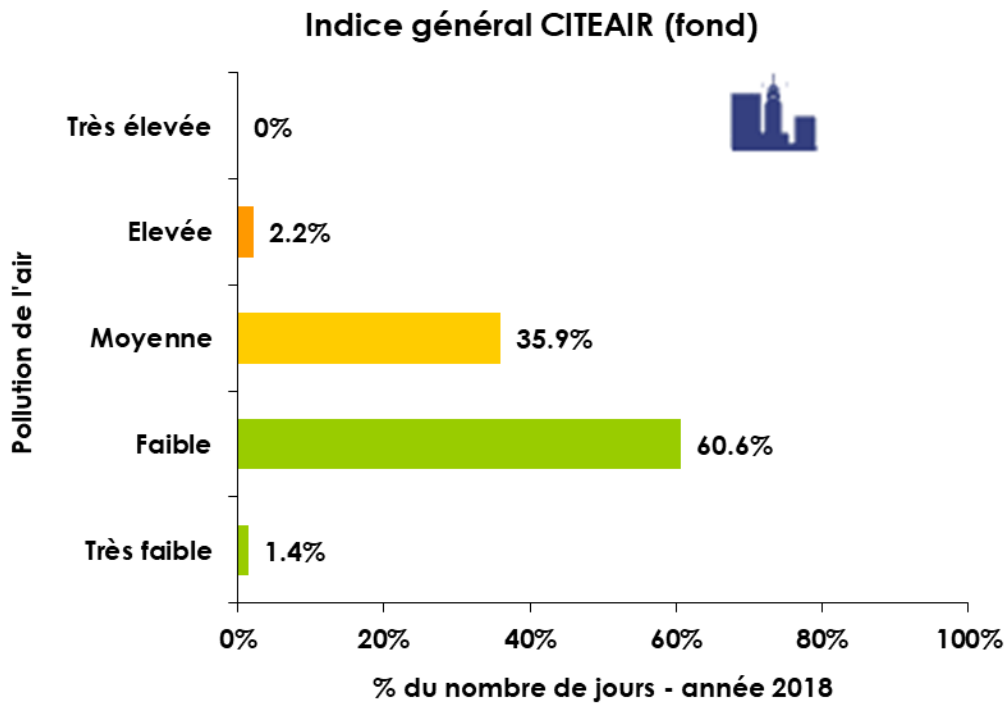


Figure 72 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2018

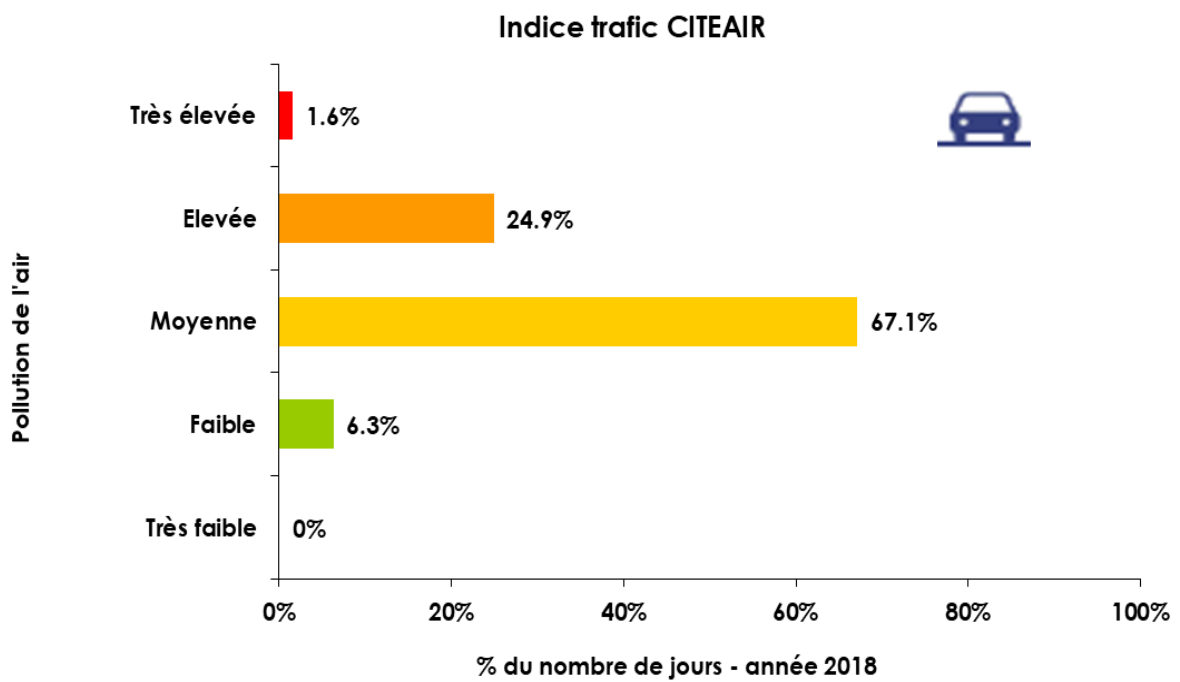


Figure 73 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2018

### III. BILAN MÉTÉOROLOGIQUE 2018 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](http://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.

À l'image du bilan climatique de l'année 2017, **2018 se révèle être une année particulièrement chaude et ensoleillée.**

Hormis un mois de janvier extrêmement doux, l'année 2018 a débuté avec des températures moyennes mensuelles inférieures aux normales de saison (notamment en février). Les mois d'avril à juillet ont été plus chauds qu'à l'accoutumée (+1.8 °C à +3.6 °C par rapport aux normales). L'été 2018 se caractérise par des températures supérieures aux valeurs saisonnières, dont une vague de chaleur exceptionnelle (24 juillet au 8 août). La période estivale se classe ainsi au deuxième rang des étés les plus chauds, loin derrière 2003 mais devant 2017. Le reste de l'année s'est révélé globalement conforme aux normales, excepté en décembre. Les températures ont été très anormalement élevées pour le dernier mois de l'année (+35 %). **La température moyenne annuelle de 13,5 °C a dépassé la normale de 1.1 °C, plaçant ainsi 2018 aux premiers rangs des années les plus chaudes.**

**La durée d'ensoleillement a été légèrement supérieure à la normale sur l'ensemble de la région Île-de-France.** Seuls janvier et mars 2018 ont connu un important déficit d'ensoleillement (-40 %). Les autres mois de l'année ont été plus ensoleillés qu'à l'accoutumée (+13 à + 50 %). Les durées d'ensoleillement ont été remarquables, sans toutefois atteindre les valeurs records de l'année 2003.

Sur l'ensemble de l'année 2018, **la quantité de précipitations a été conforme à la normale, avec toutefois deux semestres bien contrastés. La pluviométrie, contrastée au fil des mois, a été très excédentaire au premier semestre, puis très déficitaire à compter de juillet, à l'exception de novembre et décembre.** Le premier semestre a été marqué par une succession de perturbations actives, souvent venteuses voire tempétueuses, accompagnées de forts cumuls de précipitations qui ont ainsi provoqué d'**importantes crues et inondations en janvier 2018. L'hiver 2017-2018 se classe au 3<sup>ème</sup> rang des hivers les plus arrosés sur la période 1959-2018.** A contrario, le second semestre a été tout particulièrement sec avec un déficit pluviométrique compris entre -30 % et -80 % par rapport à la normale.

En 2018, la région Île-de-France a été balayée par les deux principaux secteurs de vent 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). Il est à noter qu'**une plus large dominance de vents en provenance du nord-est (+5 %) est observée par rapport à la normale** (moyenne 1991-2010). Par ailleurs, plusieurs tempêtes ont frappé la région au cours du mois de janvier 2018.

2018 a été une année **exceptionnellement orageuse**, la plus foudroyée depuis au moins 30 ans, devant 1995 et 1994.

**Les conditions anticycloniques puissantes et durables qui ont régné sur l'Île-de-France début février 2018** ont entraîné un fort déficit de précipitations, accompagné de pressions atmosphériques constamment élevées, de hauteurs de couche de mélange et de vitesses de vent remarquablement faibles ainsi que des inversions de températures marquées. **Cette situation météorologique a conduit à une élévation importante des concentrations en particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> localement**, due à l'utilisation du chauffage résidentiel (principalement le chauffage au bois) et au transport routier.

**Les conditions anticycloniques observées durant les mois de juillet et août 2018, couplées à un épisode caniculaire de longue durée et un ensoleillement très excédentaire, ont été propices à une augmentation importante des concentrations d'ozone (O<sub>3</sub>).**

La Figure 74 présente une synthèse mensuelle et annuelle des principales variables météorologiques (précipitations, température et durée d'ensoleillement) pouvant influencer les niveaux de pollution rencontrés en région Île-de-France au cours de l'année 2018.

	Précipitations	Température	Insolation	Secteurs de vent
janvier 2018	++	++	--	Vent souvent assez fort à fort, NO à SO (passage tempêtes Carmen & Eleanor)
février 2018	=	--	++	Vent modéré, variable avec toutefois dominante N
mars 2018	++	-	--	Vent faible à modéré, dominante océanique SO
avril 2018	=	+	=	Vent faible à modéré, dominante S-SO
mai 2018	++	+	++	Vent faible, secteur NE
juin 2018	++	=	+	Vent faible à modéré, dominante NE
juillet 2018	--	+	+	Vent faible à modéré, forte dominante N à NE
août 2018	--	=	+	Vent souvent faible, variable (O à NE)
septembre 2018	--	=	++	Vent faible à modéré de secteur NE (quelques rafales N-NO)
octobre 2018	--	=	++	Vent faible à modéré, dominante N à NE
novembre 2018	++	=	++	Vent calme et variable, majoritairement SO et NE
décembre 2018	=	++	=	Variable, dominante SO
Année	=	=	+	

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

Figure 74 : synthèse mensuelle et annuelle des principaux paramètres météorologiques (précipitations, température, insolation) en Île-de-France en 2018 (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 2018

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 PM<sub>10</sub> et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les valeurs limites ont atteint leur niveau plancher en 2005. Pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), le seuil des valeurs limites a achevé sa décroissance au 1<sup>er</sup> janvier 2010. Pour les particules PM<sub>2,5</sub>, la décroissance s'est achevée le 1<sup>er</sup> 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 (O<sub>3</sub>). 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 EUROPEENNES (E)

## Normes françaises : Code de l'Environnement

## Partie réglementaire

Livre 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 :

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

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

Figure 75 : normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2018



**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

<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	
Niveau annuel	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
Niveau horaire	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particules PM<sub>10</sub></b>	
Niveau annuel	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particules PM<sub>2.5</sub></b>	
Niveau annuel	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b>
Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	
Niveau sur 8 heures	<b>100 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	
Niveau 15 min	<b>100 mg/m<sup>3</sup></b>
Niveau 30 min	<b>60 mg/m<sup>3</sup></b>
Niveau horaire	<b>30 mg/m<sup>3</sup></b>
Niveau 8 heures, aucun dépassement sur l'année	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>
Niveau journalier	<b>7 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	
Niveau 10 min	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b>
Niveau journalier	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Plomb (Pb)</b>	
Niveau annuel	<b>0,5 µg/m<sup>3</sup></b>

Figure 76 : valeurs guides de la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

## ANNEXE 2 : Superficie et kilométrages cumulés de voies routières concernés par un dépassement des seuils réglementaires en Île-de-France entre 2007 et 2018

### Particules PM<sub>10</sub>

En 2018, le dépassement de la valeur limite journalière en PM<sub>10</sub> (35 jours supérieurs à 50 µg/m<sup>3</sup> autorisés) est constaté sur **environ 1 % des axes routiers franciliens**, soit **environ 90 km de voirie** (Figure 77). En 2007, plus de 40 % du réseau régional (5 000 km) était concerné par ce dépassement.

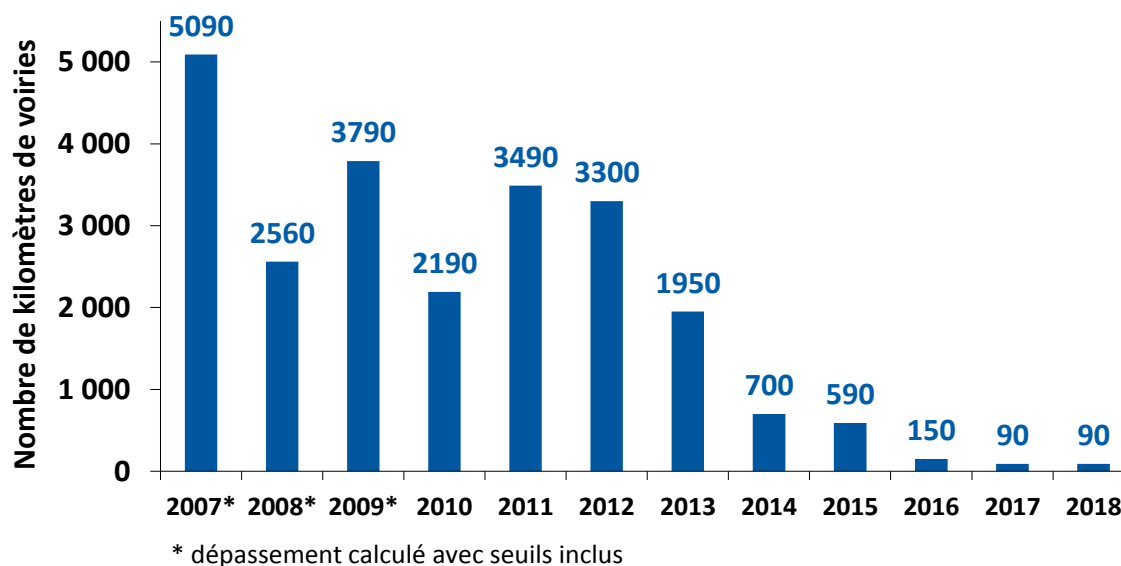


Figure 77 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite journalière PM<sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018

En 2018, la superficie concernée par le dépassement de la valeur limite journalière est estimée à **environ 20 km<sup>2</sup>**, soit **moins de 1 % de la superficie régionale** (Figure 78).

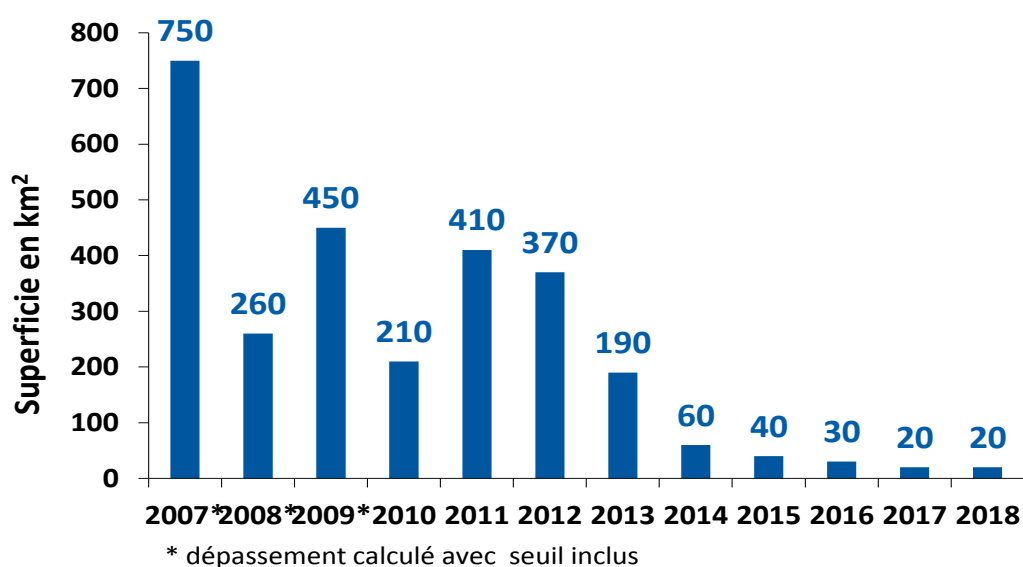


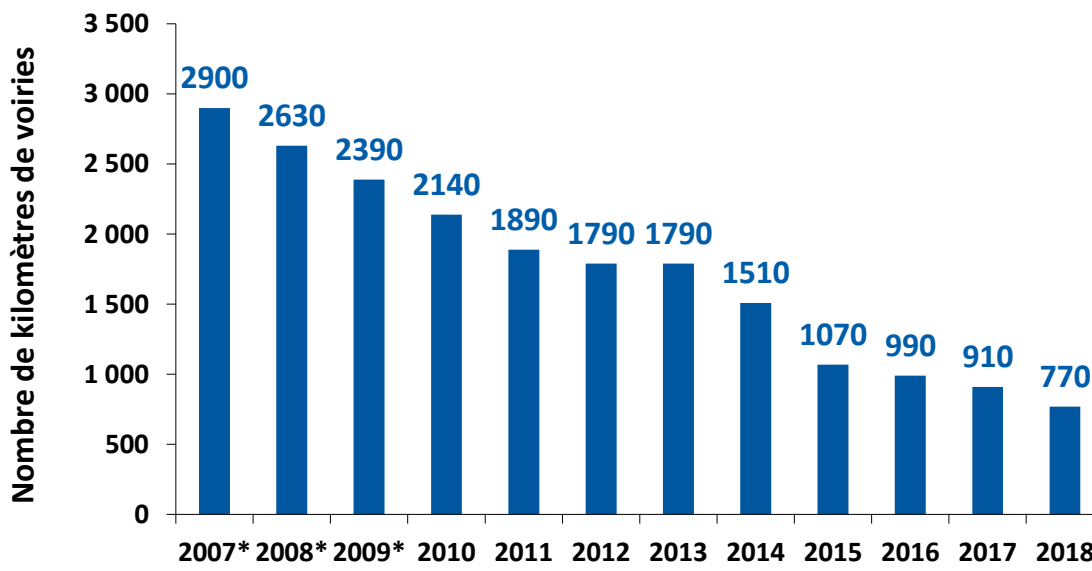
Figure 78 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM<sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018

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 (NO<sub>2</sub>)

En 2018, les valeurs réglementaires (VLA/OQ/Recommandations OMS) en NO<sub>2</sub> (fixées à 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) est dépassée sur **environ 770 km de voirie** (Figure 79), soit **environ 7 % 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.**

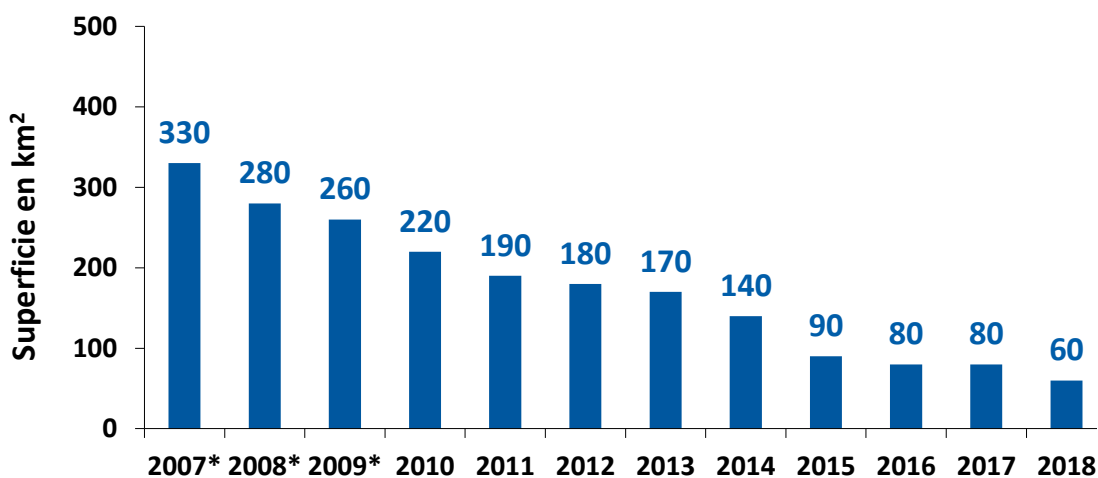
**En 10 ans, le nombre de kilomètres de voies routières dépassant les normes en NO<sub>2</sub> a baissé de l'ordre de -70 %.**



\* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 79 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant les seuils réglementaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Île-de-France de 2007 à 2018

Le dépassement des normes réglementaires en NO<sub>2</sub> en Île-de-France représente en 2018 une **superficie de près de 60 km<sup>2</sup>** (Figure 80), soit **moins de 1 % de la superficie régionale**. **Entre 2008 et 2017, ce dépassement a baissé de -78 %.**



\* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 80 : évolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement potentiel de la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Île-de-France de 2007 à 2018

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

Les Schémas Régionaux Climat, Air et Energie (SRCAE) instaurés par la Loi Grenelle II imposent 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 PM<sub>10</sub> et NO<sub>2</sub>). 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 81). Cette zone permet de représenter 100 % des habitants potentiellement impactés par un dépassement des VL en NO<sub>2</sub> et 99,9 % des habitants potentiellement impactés par un risque de dépassement des VL en PM<sub>10</sub>. 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 sensible<sup>9</sup>

#### **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, CHESY, COLLEGIEN, COMBS-LA-VILLE, CONCHES-SUR-GONDOIRE, COUPVRAY, COUNTRY, 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, EVEQUEMONT, FLINS-SUR-SEINE, FOLLAINVILLE-DENNEMONT, FONTENAY-LE-FLEURY, FOURQUEUX, GAILLON-SUR-MONTCIENT, GARGENVILLE, GUYANCOURT, HARDRICOURT, HOUILLES, ISSOU, JOUARS-PONTCHARTRAIN, JOUY-EN-JOSAS, JUZIERS,

<sup>9</sup> Suivant l'[arrêté du 26 décembre 2016 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de la qualité de l'air ambiant](#).

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, PORT-MARLY, SAINT-CYR-L'ECOLE, SAINT-GERMAIN-EN-LAYE, SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE, SAINT-REMY-L'HONORE, SARTROUVILLE, 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-SAINT-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, VILLEMORISSON-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-TREVISE, QUEUE-EN-BRIE, RUNGIS, SAINT-MANDE, SAINT-MAUR-DES-FOSSES, SAINT-MAURICE, SANTENY, SUCY-EN-BRIE, THIAIS, 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, ENGHIEU-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.

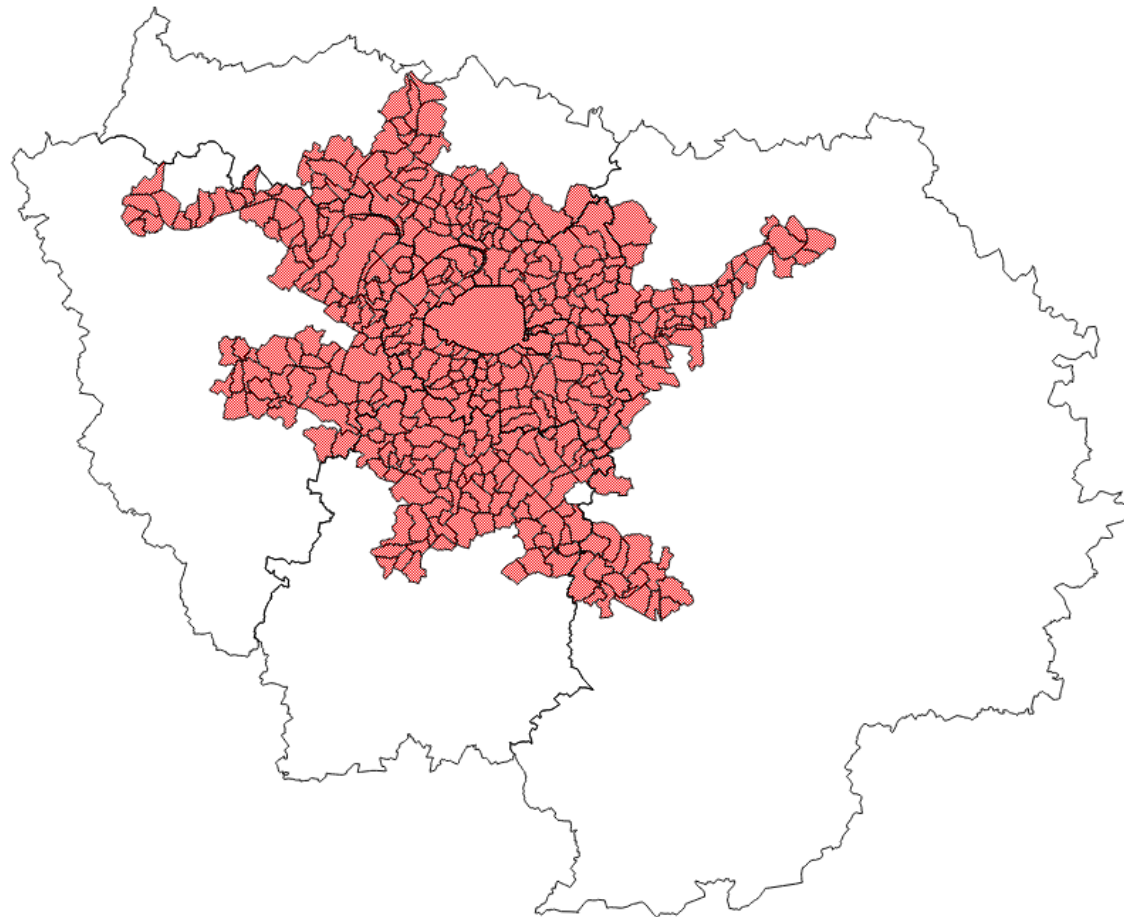


Figure 81 : zones sensibles à la qualité de l'air en Île-de-France

# 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
- Carshaw D.C. et al.**, Have vehicle emissions of primary NO<sub>2</sub> 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
- 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 NO<sub>2</sub> 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
- OMS**, Air Quality Guidelines for Europe – Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No.91, 2000
- 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<sub>x</sub> emissions of next 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 2018.....	10
Figure 2 : tendances observées à long et court terme pour les concentrations des différents polluants réglementés en Île-de-France .....	11
Figure 3 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m <sup>3</sup> en particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne pour l'année 2018 .....	13
Figure 4 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m <sup>3</sup> en particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France en 2018 .....	14
Figure 5 : évolution du nombre de franciliens concernés par le dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM <sub>10</sub> .....	14
Figure 6 : concentrations moyennes annuelles de particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne en 2018.....	15
Figure 7 : concentrations moyennes annuelles de particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France en 2018.....	16
Figure 8 : évolution du nombre de franciliens concernés par le dépassement de la recommandation OMS (20 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle) pour les particules PM <sub>10</sub> .....	17
Figure 9 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m <sup>3</sup> en particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018.....	18
Figure 10 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM <sub>10</sub> de 1999-2001 à 2016-2018 dans l'agglomération parisienne (en bleu) et hors agglomération (en vert) .....	19
Figure 11 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM <sub>10</sub> sur 2 stations trafic .....	19
Figure 12 : records annuels pour les particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France sur l'historique 2007-2018 .....	20
Figure 13 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM <sub>2.5</sub> en 2018 en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne .....	21
Figure 14 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM <sub>2.5</sub> en Île-de-France en 2018 .....	21
Figure 15 : évolution du nombre de franciliens concernés par le dépassement de la recommandation OMS (10 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle) pour les particules PM <sub>2.5</sub> .....	22
Figure 16 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM <sub>2.5</sub> de 2007 à 2018 en Île-de-France.....	23
Figure 17 : évolution, sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM <sub>2.5</sub> dans l'agglomération parisienne de 2000-2002 à 2016-2018 .....	23
Figure 18 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM <sub>2.5</sub> sur la station du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil de 1999-2001 à 2016-2018.....	24
Figure 19 : records annuels pour les particules PM <sub>2.5</sub> en Île-de-France sur l'historique 2007-2018 .....	24
Figure 20 : évolution des concentrations hivernales de fumées noires dans l'agglomération parisienne de 1956-1957 à 2017-2018.....	25
Figure 21 : concentrations moyennes annuelles en carbone suie en Île-de-France en 2018.....	26
Figure 22 : pourcentages de carbone suie issu de la combustion du fioul fossile et de la biomasse en situation de fond en Île-de-France sur l'année 2018, avec une distinction hiver/été. ....	27
Figure 23 : concentrations mesurées sur le site de fond urbain Gennevilliers lors de l'épisode de pollution survenu le 08 février 2018.....	28
Figure 24 : concentrations moyennes d'ammoniac mesurées en situation de fond urbain et à proximité du trafic routier en 2018.....	29
Figure 25 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2.5</sub> en Île-de-France en 2018.....	30

Figure 26 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) en 2018 en Île-de-France, avec un zoom sur Paris et la petite couronne parisienne .....	31
Figure 27 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) pour l'ensemble des stations de mesure en Île-de-France en 2018 .....	33
Figure 28 : évolution du nombre de franciliens (gauche) et d'habitants de la Métropole du Grand Paris (droite) concernés par le dépassement de la réglementation pour le dioxyde d'azote .....	34
Figure 29 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) de 2007 à 2018 en Île-de-France.....	35
Figure 30 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2016-2018.....	36
Figure 31 : records annuels pour le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) et les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) en Île-de-France sur l'historique 1991-2018 .....	37
Figure 32 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air (annuelle et horaire) en dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) en Île-de-France en 2018.....	37
Figure 33 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O <sub>3</sub> ) (seuil de 120 µg/m <sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France de 2015 à 2018.....	39
Figure 34 : situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O <sub>3</sub> ) pour la santé (seuil de 120 µg/m <sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France – Période 2016-2018.....	39
Figure 35 : nombre de jours de dépassement de la valeur cible en ozone (O <sub>3</sub> ) pour la protection de la santé (seuil de 120 µg/m <sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France (moyenne 2016-2018).....	40
Figure 36 : situation par rapport à l'objectif de qualité en ozone (O <sub>3</sub> ) pour la protection de la végétation (AOT 40, seuil de 6 000 µg/m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ) en Île-de-France en 2018.....	41
Figure 37 : nombre moyen de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O <sub>3</sub> ) (seuil de 120 µg/m <sup>3</sup> sur 8 heures) en Île-de-France de 1998 à 2018.....	42
Figure 38 : nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m <sup>3</sup> 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 2016-2018.....	42
Figure 39 : évolution, à échantillon constant de trois stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone (O <sub>3</sub> ) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2016-2018.....	43
Figure 40 : records annuels pour l'ozone (O <sub>3</sub> ) en Île-de-France sur l'historique 1992-2018.....	44
Figure 41 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en ozone (O <sub>3</sub> ) en Île-de-France en 2018 .....	45
Figure 42 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne en 2018.....	46
Figure 43 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Île-de-France en 2018 .....	47
Figure 44 : 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 2016-2018.....	48
Figure 45 : évolution de la concentration moyenne 3 ans en benzène sur la station trafic de la Place Victor Basch à Paris de 1994-1996 à 2016-2018.....	48
Figure 46 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en benzène (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) en Île-de-France pour l'année 2018.....	49
Figure 47 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en continu en Île-de-France en 2018 .....	50
Figure 48 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en 2018 au sein de deux stations trafic parisiennes (Place de l'Opéra, Boulevard Périphérique Est) et en situation de fond urbain.....	50
Figure 49 : concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène (BaP) en Île-de-France en 2018 .....	52
Figure 50 : 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 2016-2018.....	53

Figure 51 : 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 2018.....	54
Figure 52 : concentrations moyennes annuelles des huit HAP mesurés en Île-de-France en 2018...	54
Figure 53 : 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 2018 .....	56
Figure 54 : 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 1999 à 2018 .....	57
Figure 55 : 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 1999 à 2018 .....	57
Figure 56 : évolution de la concentration moyenne annuelle de nickel (Ni) à Paris (fond) de 2007 à 2018, à Limay (industrielle) de 2015 à 2018 et à Bagneaux-sur-Loing de 2016 à 2018.....	58
Figure 57 : concentrations moyennes annuelles et maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France en 2018.....	60
Figure 58 : évolution de la concentration moyenne 3 ans en monoxyde de carbone (CO) à proximité au trafic et en situation de fond dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2016-2018.....	60
Figure 59 : records annuels pour le monoxyde de carbone (CO) en Île-de-France sur l'historique 1991-2018 .....	61
Figure 60 : évolution des concentrations moyennes hivernales de dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) à Paris depuis l'hiver 1956-1957 .....	63
Figure 61 : records annuels pour le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) en Île-de-France sur la période 1991-2018 .....	63
Figure 62 : concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurés en Île-de-France en 2018.....	64
Figure 63 : concentrations moyennes annuelles des 29 COV mesurés au siège d'Airparif (Paris 4 <sup>ème</sup> ) (fond urbain) en 2018 .....	65
Figure 64 : jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Île-de-France en 2018 ; seuil dépassé (information ou alerte) et polluant concerné (PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> et NO <sub>2</sub> ).....	66
Figure 65 : nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Île-de-France de 2006 à 2018, tous polluants confondus (y compris les particules PM <sub>10</sub> *) [*Simulation rétrospective des PM <sub>10</sub> pour les années 2006 et 2007 selon les conditions de l'arrêté inter-préfectoral du 3 décembre 2007 – 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] .....	67
Figure 66: nombre de jours d'information et d'alerte en particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 27 octobre 2011 (* simulation rétrospective de 2007 à 2011) .....	68
Figure 67 : cartes journalières de la qualité de l'air en Ile-de-France des épisodes de pollution aux PM <sub>10</sub> en février 2018.....	69
Figure 68 : évolution des concentrations horaires de particules PM <sub>10</sub> et de PM <sub>2.5</sub> (en µg/m <sup>3</sup> ) observées entre le 20 et le 22 février 2018 au sein d'une station urbaine de fond (Gennevilliers). Séparation des émissions primaires de combustion (BC): PM Biomasse représentant les émissions issues du chauffage au bois ; PM Trafic primaire représentant les émissions des dérivés du pétrole (essentiellement transport routier). Répartition moyenne (en %) des composants majeurs des particules (fraction PM <sub>1</sub> ) mesurés par l'ACSM* (OM, SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Cl) et un Aéthalomètre (BC). *ACSM : Aerosol Chemical Speciation Monitor .....	70
Figure 69 : cartes journalières de la qualité de l'air en Ile-de-France des épisodes de pollution à l'ozone ayant débuté le 23 juillet 2018.....	71

Figure 70 : 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 2018 .....	72
Figure 71 : répartition en pourcentage des indices ATMO (fond, agglomération parisienne) en 2018 .....	73
Figure 72 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2018 .....	75
Figure 73 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2018 .....	75
Figure 74 : synthèse mensuelle et annuelle des principaux paramètres météorologiques (précipitations, température, insolation) en Île-de-France en 2018 (d'après les bulletins mensuels pour la région Île-de-France téléchargeables à partir du site de Météo-France) .....	77
Figure 75 : normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2018 .....	80
Figure 76 : valeurs guides de la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) .....	81
Figure 77 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite journalière PM <sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018 .....	82
Figure 78 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM <sub>10</sub> en Île-de-France de 2007 à 2018 .....	82
Figure 79 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant les seuils réglementaires en dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) en Île-de-France de 2007 à 2018 .....	83
Figure 80 : évolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement potentiel de la valeur limite annuelle (40 µg/m <sup>3</sup> ) en dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) en Île-de-France de 2007 à 2018 .....	83
Figure 81 : zones sensibles à la qualité de l'air en Île-de-France .....	87