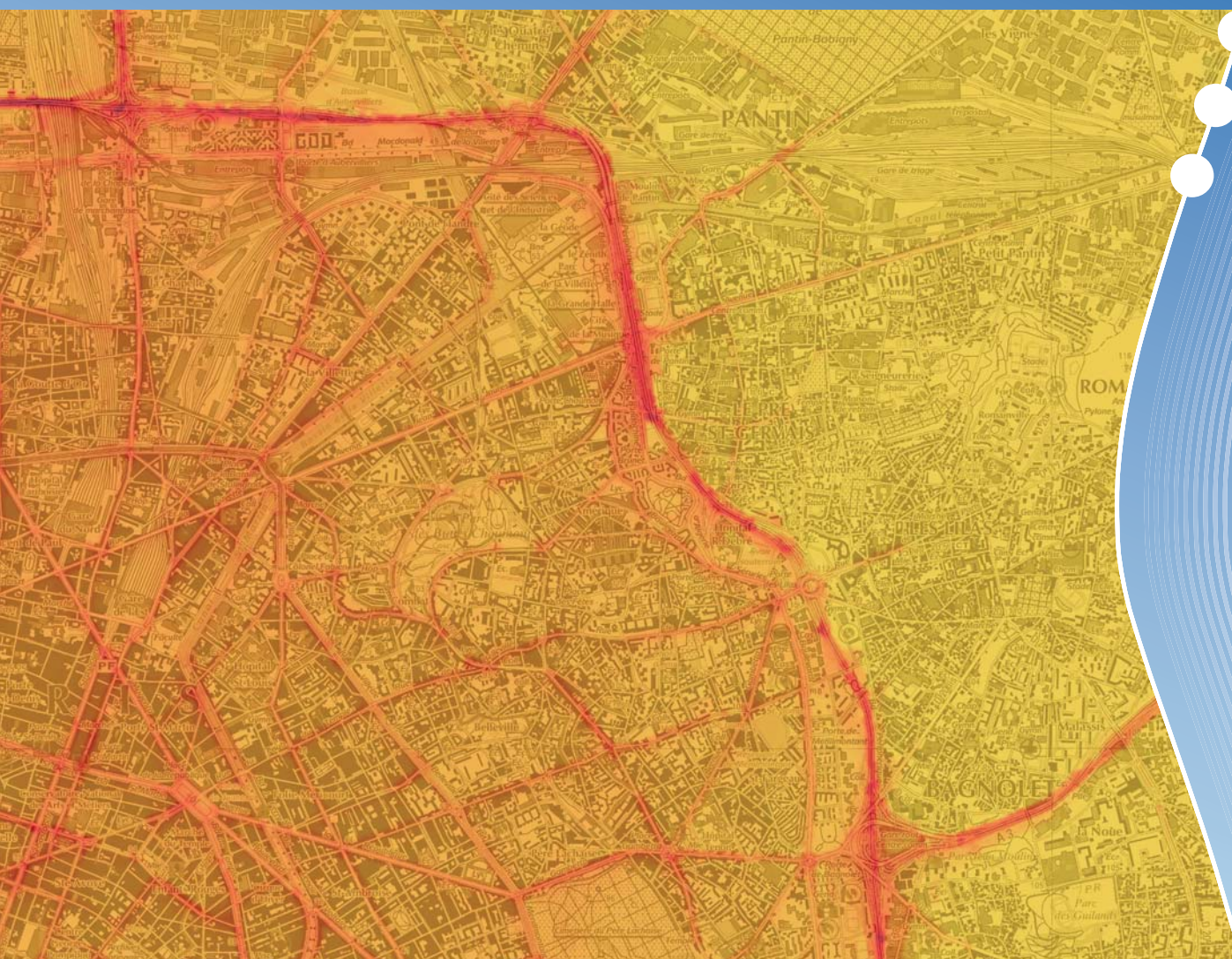


# SURVEILLANCE ET INFORMATION SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN ÎLE-DE-FRANCE EN 2014

Mai 2015







# SURVEILLANCE ET INFORMATION SUR LA QUALITE DE L'AIR EN ILE-DE-FRANCE EN 2014

Mai 2015

*Le présent rapport décrit et commente les données de qualité de l'air de l'année 2014 en Ile-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.*

*L'ensemble des données statistiques relatives aux mesures de pollution en Ile-de-France sont disponibles sur le site internet d'AIRPARIF à l'adresse <http://www.airparif.asso.fr/telechargement/telechargement-statistique>  
Toutes les cartes annuelles de pollution sont disponibles à l'adresse <http://www.airparif.asso.fr/etat-air/bilan-annuel-cartes>*

*L'ensemble des données, des rapports de résultats et des études produits par Airparif sont publics et librement accessibles sur le site internet d'Airparif. Toute reprise même partielle de ce rapport doit mentionner la source "Airparif".*

*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 Ile-de-France Centre de Météo-France ou sont disponibles sur le site [www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com).*

*Photo de couverture : cartographie de la concentration horaire en PM10 (source Airparif)*

---

## Pour nous contacter

AIRPARIF - Surveillance de la Qualité de l'Air en Ile-de-France  
7 rue Crillon 75004 PARIS Téléphone 01.44.59.47.64 Télécopie 01.44.59.47.67  
[www.airparif.fr](http://www.airparif.fr)

---





# Sommaire

<b>2014, UNE LEGERE BAISS, TOUJOURS INSUFFISANTE.....</b>	<b>2</b>
<b>POLLUTION CHRONIQUE : LA QUALITE DE L'AIR PAR POLLUANT EN 2014.....</b>	<b>4</b>
Situation de l'Ile-de-France par rapport aux normes de qualité de l'air pour les différents polluants réglementés.....	5
Evolution générale des niveaux de pollution en Ile-de-France depuis vingt ans .....	5
<b>Polluants dépassant les normes de qualité de l'air de façon récurrente .....</b>	<b>6</b>
<i>Particules PM10 et PM2.5.....</i>	<i>6</i>
Particules PM10.....	8
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures.....	8
Evolution en moyenne sur le long terme .....	14
Particules PM2.5.....	18
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures.....	18
Evolution en moyenne sur le long terme .....	21
Mesure des particules par la méthode des fumées noires .....	24
<i>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).....</i>	<i>27</i>
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures.....	28
Evolution en moyenne sur le long terme .....	36
<i>Ozone (O<sub>3</sub>).....</i>	<i>42</i>
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures.....	44
Evolution en moyenne sur le long terme .....	47
<i>Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).....</i>	<i>52</i>
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures.....	53
Evolution en moyenne sur le long terme .....	56
<i>Autres hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) .....</i>	<i>59</i>
<b>Polluants ne dépassant pas les normes de qualité de l'air .....</b>	<b>60</b>
<i>Benzo(a)pyrène .....</i>	<i>60</i>
<i>et autres Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) .....</i>	<i>60</i>
Benzo(a)pyrène .....	61
Autres HAP .....	63
<i>Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel .....</i>	<i>64</i>
<i>Monoxyde de carbone (CO) .....</i>	<i>68</i>
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures.....	69
Evolution en moyenne sur le long terme .....	69
<i>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) .....</i>	<i>72</i>
Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation .....	73
Evolution en moyenne sur le long terme .....	73
<i>Les aldéhydes.....</i>	<i>75</i>
<i>Autres composés Organiques Volatils précurseurs de l'ozone.....</i>	<i>77</i>
<b>I. EPISODES DE POLLUTION .....</b>	<b>78</b>
<i>Procédure d'information et d'alerte régionale.....</i>	<i>78</i>
<i>Indice de qualité de l'air réglementaire ATMO .....</i>	<i>84</i>
<i>Indices de qualité de l'air européens CITEAIR .....</i>	<i>86</i>
<b>II. BILAN METEOROLOGIQUE 2014 EN ILE-DE-FRANCE .....</b>	<b>88</b>
<i>Journées de fortes températures.....</i>	<i>89</i>
<i>Durée d'insolation.....</i>	<i>90</i>
<i>Température moyenne .....</i>	<i>91</i>
<i>Précipitations .....</i>	<i>92</i>
<i>Vent.....</i>	<i>93</i>

# 2014, une légère baisse, toujours insuffisante

En 2014, les concentrations de particules et de dioxyde d'azote en Ile-de-France restent problématiques, avec des dépassements importants des valeurs limites. L'année 2014 confirme toutefois une baisse des niveaux de pollution chronique pour ces polluants.

Du point de vue de la météorologie, l'année 2014 est l'année la plus chaude depuis 1900. Elle se caractérise par des températures supérieures aux normales saisonnières sur l'ensemble de l'année, à l'exception des mois estivaux, qui ont été frais, nuageux et pluvieux. Cette météorologie particulière a fortement impacté la qualité de l'air francilienne (diminution des émissions locales, peu de photochimie).

Les niveaux de pollution moyens de 2014 sont, globalement, légèrement inférieurs à ceux de 2013. Pour les particules, une nette diminution est enregistrée.

→ En proximité au trafic routier, les valeurs limites journalières et annuelles pour les particules PM<sub>10</sub> sont toujours largement dépassées. Au total en 2014, **ce sont environ 400 000 habitants situés dans l'agglomération et qui résident au voisinage de grands axes de circulation qui sont potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM<sub>10</sub>**. C'est beaucoup moins qu'en 2013. Ceci est lié à un nombre de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> sensiblement plus faible qu'en 2013.

Pour les particules fines PM<sub>2,5</sub>, 11,1 millions de Franciliens sont potentiellement concernés en 2014 par le dépassement de l'objectif de qualité. Les teneurs sont en moyenne 1,5 fois supérieures à l'objectif en situation de fond, éloignée des axes de circulation, et jusqu'à environ 2,5 fois en proximité au trafic routier. Le seuil de la valeur limite applicable en 2014 est respecté en situation de fond et, pour la première fois, sur les trois sites trafic, le site d'Autoroute A1 étant égal à cette valeur.

→ 2014 confirme une légère baisse des niveaux de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'agglomération parisienne à proximité du trafic. En situation éloignée du trafic, les niveaux sont globalement stables.

A proximité du trafic, sur les axes les plus chargés, les niveaux sont toujours en moyenne deux fois supérieurs à la valeur limite annuelle. **La valeur limite est ainsi très largement dépassée sur près de 1500 km de voirie, soit près de 15 % du réseau francilien modélisé par Airparif.** Sur la plupart des sites de mesure, les niveaux sont proches de 2013. Certaines stations, notamment la station du Boulevard périphérique Auteuil, enregistrent néanmoins des baisses de l'ordre de 10%. **La valeur limite est également toujours dépassée dans le cœur de l'agglomération, en situation éloignée du trafic.**

**Au total, 2,3 millions de Franciliens sont potentiellement exposés en 2014 au dépassement de la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub>, dont plus de 9 parisiens sur 10.**

Après une période de stabilité, une légère baisse des niveaux de fond de dioxyde d'azote semble également se confirmer dans l'agglomération. Ceci est cohérent avec la baisse des émissions franciliennes d'oxydes d'azote (trafic routier, industrie, chauffage).

→ S'agissant de l'ozone, l'ensemble de l'Ile-de-France connaît, comme tous les ans, des dépassements de l'objectif de qualité de l'air pour ce polluant, plus particulièrement dans les zones périurbaines et rurales, malgré un été 2014 dans l'ensemble frais et nuageux.

→ **Après une longue période de forte baisse amorcée à la fin des années 1990, les niveaux de benzène continuent de diminuer lentement sur l'ensemble de la région, en particulier le long du trafic routier.** Si en situation de fond l'objectif de qualité est partout respecté, ce n'est pas le cas en proximité au trafic routier où cet objectif est dépassé sur environ 130 km de voirie régionale. **D'une manière générale, ce sont environ 100 000 Franciliens, situés dans l'agglomération et habitant au voisinage du trafic routier qui sont potentiellement concernés par le dépassement de l'objectif annuel de qualité pour le benzène.**

→ Du point de vue des épisodes de pollution, **16 journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte ont été enregistrées en 2014**. C'est plus de deux fois moins qu'en 2013.

Ces déclenchements sont dus quasi-exclusivement aux particules PM<sub>10</sub> : 11 jours de dépassement du seuil d'information et 4 jours de dépassement du seuil d'alerte, dont 12 entre le 6 mars et le 1<sup>er</sup> avril. Cet épisode de forte pollution a conduit à la mise en place de la circulation alternée le 17 mars 2014. Un dépassement du seuil d'information en NO<sub>2</sub> a également été enregistré au cours de cette période. Aucun dépassement du seuil d'information pour l'ozone n'a été enregistré en été.

Le tableau ci-dessous regroupe les tendances et la situation de l'année 2014 vis-à-vis des normes.

	Normes à respecter		Normes à respecter dans la mesure du possible				Tendances	
	Valeur limite		Valeur cible		Objectif de qualité		2000-2014	
	Loin du trafic	Le long du trafic	Loin du trafic	Le long du trafic	Loin du trafic	Le long du trafic	Loin du trafic	Le long du trafic
<b>PM<sub>10</sub></b>	Respectée	Dépassée			Respecté	Dépassé	↘	↘
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Respectée	Respectée	Respectée	Dépassée	Dépassé	Dépassé	↘	↘
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dépassée	Dépassée			Dépassé	Dépassé	↘	↘
<b>O<sub>3</sub></b>			Respectée		Dépassé		→	
<b>Benzène</b>	Respectée	Respectée			Respecté	Dépassé	↘	↘



# I. Pollution chronique : la qualité de l'air par polluant en 2014

La qualité de l'air dépend en grande partie de l'intensité des émissions polluantes ainsi que de la météorologie qui conditionne notamment la dispersion des polluants ou au contraire leur accumulation.

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

Le contexte climatique 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. A l'inverse, un hiver doux réduira les émissions de polluants.

Les conditions météorologiques peuvent également placer l'Ile-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. L'import de pollution sur la région, qui s'ajoute aux émissions locales, peut ainsi contribuer pour une bonne part aux fortes concentrations enregistrées certains jours même s'il est difficile de chiffrer précisément cette part.

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 de la mise en place d'actions d'amélioration. 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, distinction est faite entre les **situations de fond** (points de mesure éloignés des sources et représentant le niveau de pollution général d'un secteur géographique) et les **situations de proximité notamment au trafic, le long des axes de circulation (zones maximales d'exposition)**.

## Situation de l'Ile-de-France par rapport aux normes de qualité de l'air pour les différents polluants réglementés

La **Figure 1** indique si, en 2014, les normes de qualité de l'air sont respectées ou dépassées en Ile-de-France pour les différents polluants réglementés.

Polluants	Valeur limite		Valeur cible		Objectif de qualité	
	Fond	Proximité trafic	Fond	Proximité trafic	Fond	Proximité trafic
PM <sub>10</sub>	Respectée	Dépassée			Respecté	Dépassé
PM <sub>2,5</sub>	Respectée	Respectée	Respectée	Respectée	Dépassé	Dépassé
NO <sub>2</sub>	Dépassée	Dépassée			Dépassé	Dépassé
NOx (végétation)	Respectée					
O <sub>3</sub>			Respectée		Dépassé	
Benzène	Respectée	Respectée			Respecté	Dépassé
CO	Respectée	Respectée				
SO <sub>2</sub>	Respectée	Respectée			Respecté	Respecté
Benzo(a) pyrène			Respectée	Respectée		
Plomb	Respectée	Respectée			Respecté	Respecté
Arsenic			Respectée	Respectée		
Cadmium			Respectée	Respectée		
Nickel			Respectée	Respectée		

Figure 1 : situation des différents polluants réglementés par rapport aux normes de qualité de l'air en Ile-de-France en 2014

Les définitions des seuils réglementaires (valeur limite, valeur cible,...) ainsi que le détail de l'ensemble des normes de qualité de l'air européennes et françaises applicables en 2014 sont présentés dans l'[annexe 1](#).

## Evolution générale des niveaux de pollution en Ile-de-France depuis vingt ans

La **Figure 2** donne les tendances observées en Ile-de-France pour les concentrations des différents polluants réglementés.

Polluants	Tendance long terme (1990-2014)		Tendance période récente (2007-2014)		Evolution 2014 / 2013	
	Fond	Proximité trafic	Fond	Proximité trafic	Fond	Proximité trafic
PM <sub>10</sub>	nd	nd	↘	↘	↘	↘
PM <sub>2,5</sub>	nd	nd	↘	↘	↘	↘
NO <sub>2</sub>	↘	↘	↘	↘	→	↘
O <sub>3</sub>	↗↗	nd	→	nd	→	nd
Benzène	↘↘	↘↘	↘	↘	↘	↘
Benzo(a)pyrène	→	↘↘	→	↘	↘	↘
Plomb	nd	↘↘	→	nd	→	nd
Arsenic	nd	nd	↘	nd	↘	nd
Cadmium	nd	nd	→	nd	↘	nd
Nickel	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CO	↘↘	↘↘	↘	↘	↘	↘
SO <sub>2</sub>	↘↘	↘↘	↘	↘	→	→

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

Figure 2 : tendances observées pour les concentrations des différents polluants réglementés en Ile-de-France

# Polluants dépassant les normes de qualité de l'air de façon récurrente

## Particules PM<sub>10</sub> et 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 sont le secteur résidentiel et tertiaire (notamment le chauffage au bois), le trafic routier, les chantiers et carrières et l'agriculture. Elles peuvent également être d'origine naturelle.

La contribution du secteur résidentiel et tertiaire aux émissions de PM<sub>2.5</sub> est plus importante que pour les PM<sub>10</sub> et à l'inverse la contribution de l'agriculture et des chantiers est plus faible. Cela s'explique par la nature des phénomènes prépondérants dans la formation des particules. Les particules PM<sub>2.5</sub> sont majoritairement formées par des phénomènes de combustion (secteur résidentiel et tertiaire et trafic routier). Les activités mécaniques, telles que le secteur agricole (labours, moissons et phénomènes d'abrasion par les engins agricoles) et les chantiers favorisent la formation de particules de taille plus importante (PM<sub>10</sub>) [Airparif, 2012].

Les sources de particules sont également indirectes : transformations chimiques de polluants gazeux (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, COV...) qui réagissent entre eux pour former des particules secondaires, transport à travers l'Europe, ou encore remise en suspension des poussières déposées au sol.



### Effets sur la santé :

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 [OMS, 2011]. Les particules fines peuvent véhiculer des substances toxiques capables de passer la barrière air/sang au niveau des alvéoles pulmonaires [ORS, 2007].

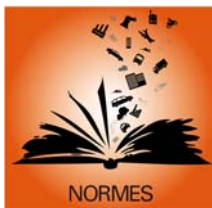
Des études récentes montrent sur le long terme des associations entre concentrations de particules et mortalité à des niveaux bien en-dessous du niveau de recommandation annuel de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup> en PM<sub>2.5</sub>) [OMS, 2013]. De plus, plusieurs études se sont intéressées à l'effet de seuil et à la relation dose-réponse aux PM<sub>2.5</sub>. Les données indiquent clairement l'absence d'un seuil en-dessous duquel personne ne serait affecté.

Par ailleurs, les échappements des moteurs Diesel sont classés cancérigènes pour l'homme par l'OMS depuis Juin 2012, sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon. Les échappements des moteurs essence sont quant à eux classés cancérigènes possibles pour l'homme [OMS/IARC, 2013].



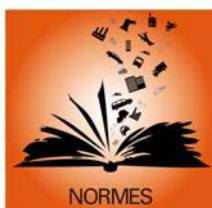
### Effets sur l'environnement :

- Dégradation des bâtiments
- Les particules ont un impact direct sur le climat par absorption/diffusion du rayonnement solaire, et un effet indirect par leur rôle dans la formation des nuages.



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

Valeur limite annuelle	Protection de la santé	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
Valeur limite journalière	Protection de la santé	50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne jour, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an
Objectif de qualité	Protection de la santé	30 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle



### Particules PM<sub>2.5</sub>

Valeur limite annuelle	Protection de la santé	2014 : 26 µg/m <sup>3</sup> en moy annuelle
Valeur cible	Protection de la santé	20 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
Objectif de qualité	Protection de la santé	10 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle



	1999 - 2014	2007 - 2014
Loin du trafic	↘	↘
Le long du trafic	↘	↘

	Normes à respecter		Norme à respecter dans la mesure du possible
	Valeur limite annuelle	Valeur limite journalière	Objectif de qualité
<b>PM<sub>10</sub></b>			
Loin du trafic	Respectée	Respectée	Respecté
Le long du trafic	Dépassée	Dépassée	Dépassé

	Normes à respecter	Normes à respecter dans la mesure du possible	
	Valeur limite annuelle	Valeur cible	Objectif de qualité
<b>PM<sub>2.5</sub></b>			
Loin du trafic	Respectée	Respectée	Dépassé
Le long du trafic	Respectée	Dépassée	Dépassé

Au-delà des émissions, l'impact des conditions météorologiques d'une année à l'autre est très marqué sur les particules compte tenu de l'importance de la chimie atmosphérique et des phénomènes d'import pour ces polluants. En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, les teneurs de particules montrent une tendance à la baisse en Ile-de-France entre 1999 et 2014. Après une période de stabilité, les niveaux de 2014 confirment la baisse enregistrée depuis 2012.

En moyenne, les niveaux sur l'année sont sensiblement inférieurs à 2013. Le nombre de jours de dépassement du seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les  $\text{PM}_{10}$  est également sensiblement plus faible qu'en 2013, avec néanmoins un épisode de pollution intense et de longue durée en mars.

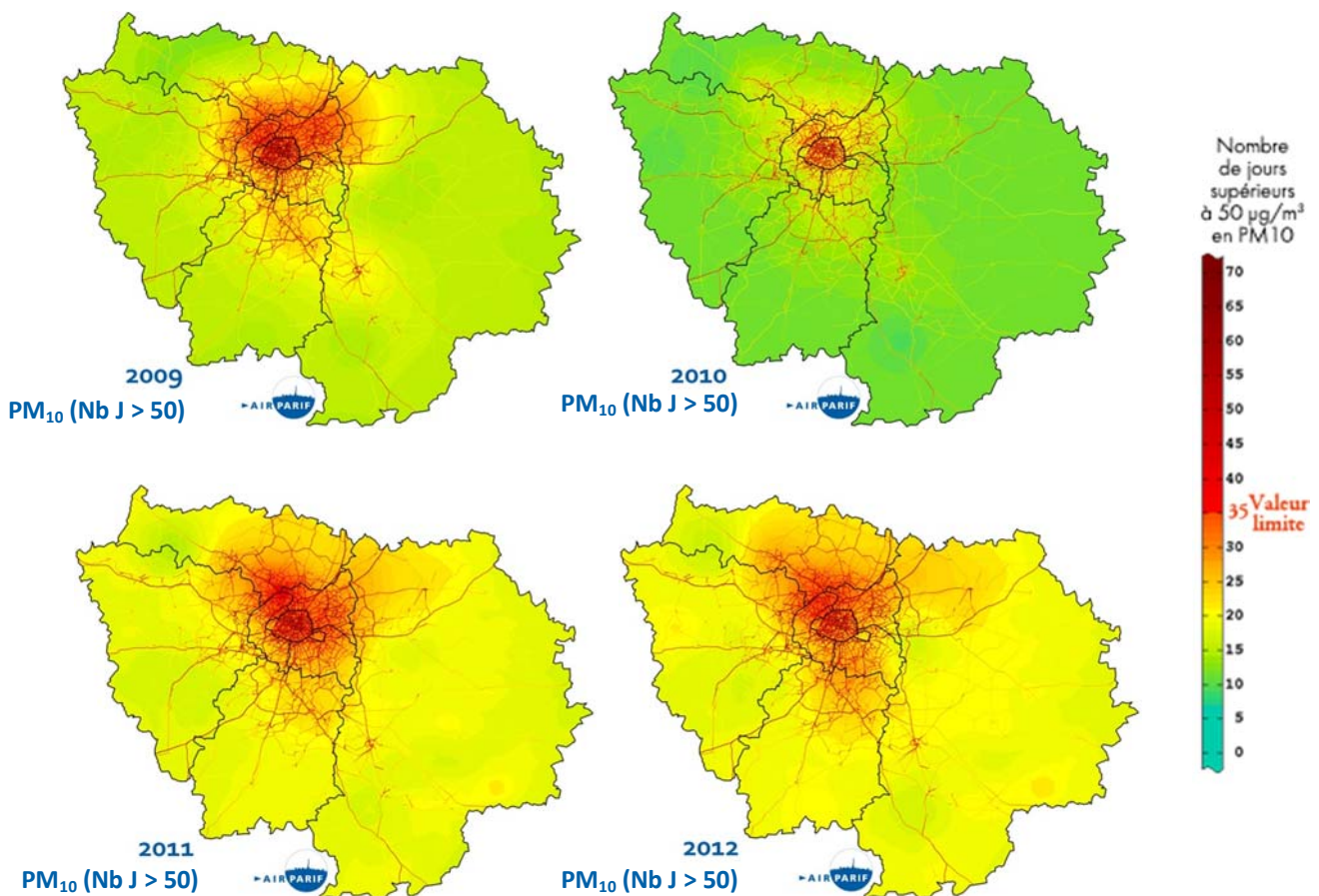
## Particules $\text{PM}_{10}$

### Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures

#### Sur l'ensemble de l'Ile-de-France

La [Figure 3](#) représente les cartes du nombre de jours de dépassement du seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de 2009 à 2014 en Ile-de-France.

En 2014, les travaux d'harmonisation au niveau national des outils de cartographie se sont poursuivis. De nouvelles échelles de couleur, communes à l'ensemble des acteurs de la surveillance de la qualité de l'air en France, ont notamment été mises en place. Les cartographies ont également connu de nouvelles évolutions méthodologiques entraînant une modification de la plupart des indicateurs associés aux dépassements des valeurs réglementaires qui sont estimés grâce à ces cartographies. Afin de reconstituer un historique comparable, l'ensemble des cartographies ont été réalisées depuis 2007 en prenant en compte ces évolutions méthodologiques et les indicateurs associés ont été recalculés, l'impact de ces évolutions est décrit en [annexe 2](#).



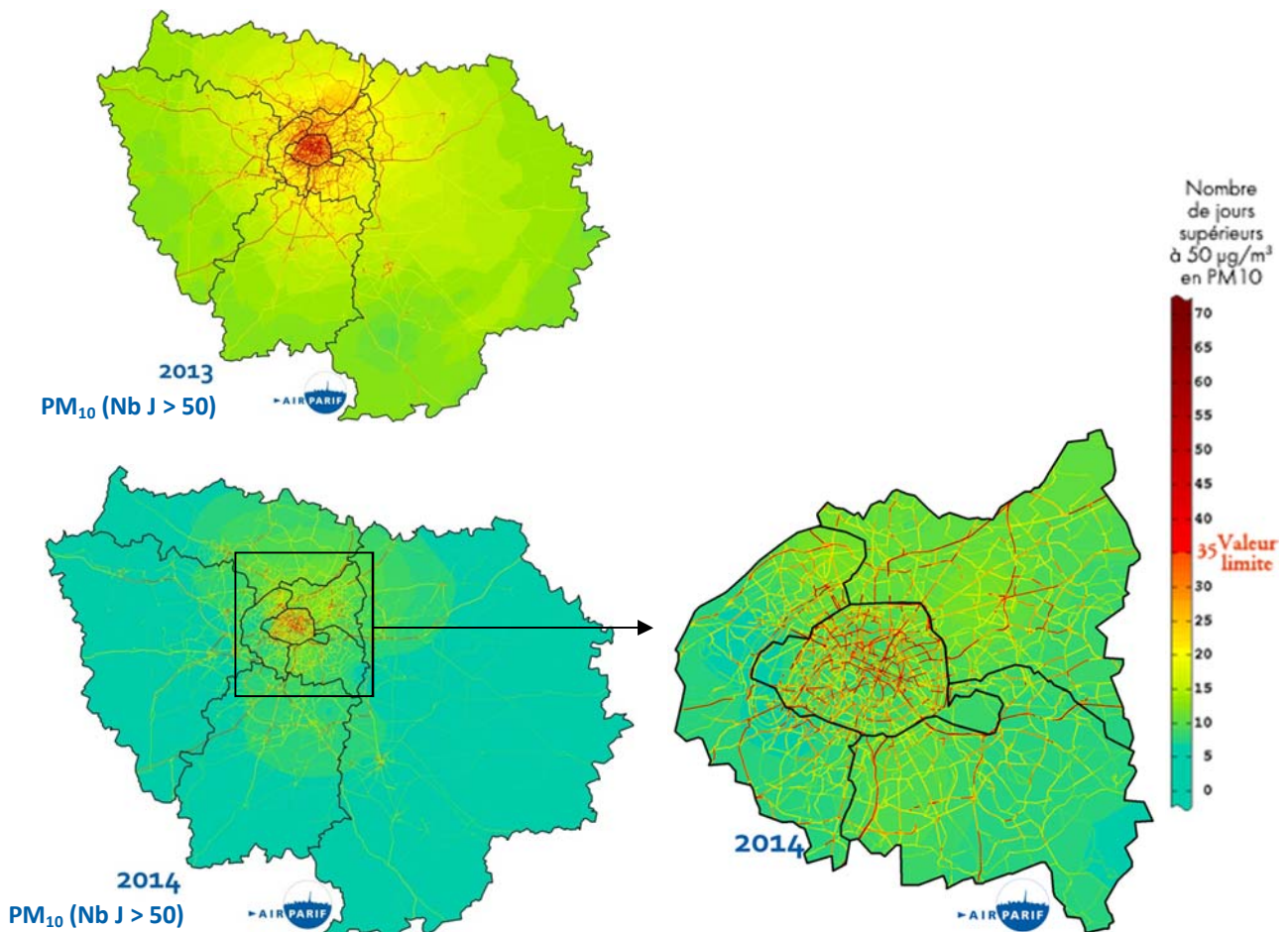


Figure 3 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> en particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France de 2009 à 2014

En 2014, le nombre de jours de dépassement en situation de fond est largement inférieur à 35 sur l'ensemble de la région. En revanche, la valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m<sup>3</sup> autorisés) est toujours dépassée le long des axes majeurs de l'agglomération parisienne et de la grande couronne. Le dépassement de la valeur limite journalière est ainsi constaté en 2014 sur environ 6 % des axes routiers franciliens soit environ 700 km de voirie. En 2007, plus de 40 % du réseau régional (5000 km) était concerné, et plus de 30 % en 2009 (environ 3800 km) (Figure 4). 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.

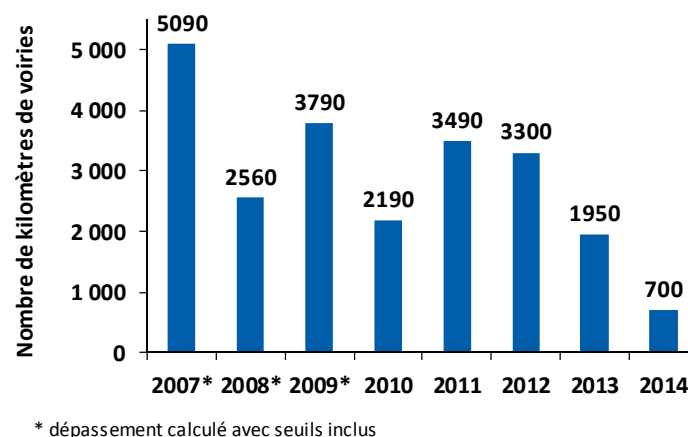
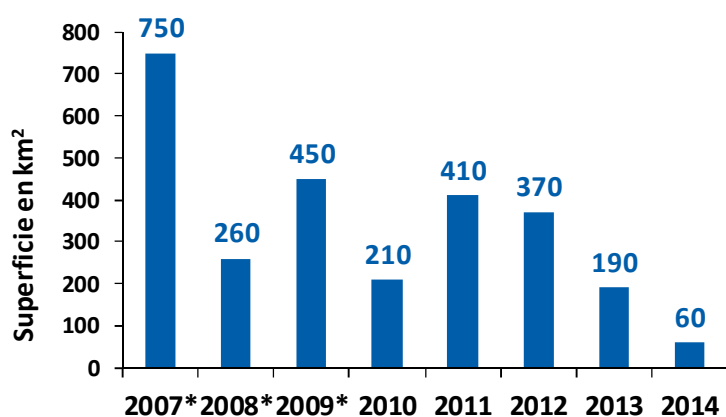


Figure 4 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite journalière PM<sub>10</sub> en Ile-de-France de 2007 à 2014

Les [Figure 5](#) et [Figure 6](#) représentent l'évolution de la superficie et du nombre d'habitants soumis à un dépassement potentiel de la valeur limite journalière en PM<sub>10</sub> de 2007 à 2014.

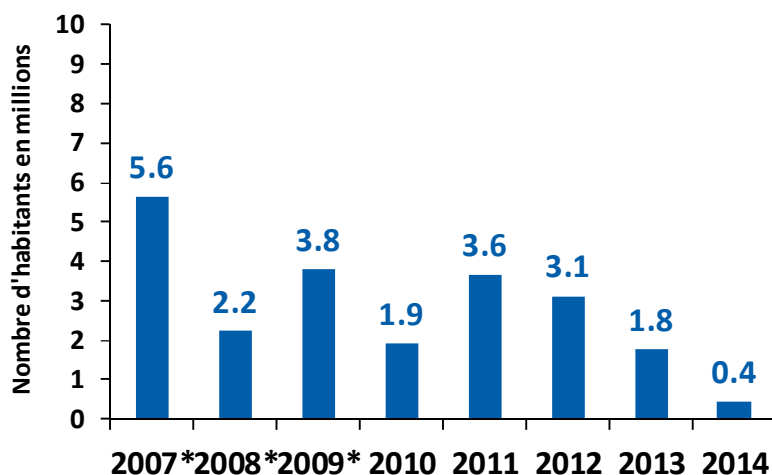
La superficie concernée par le dépassement des 35 jours est estimée à environ 60 km<sup>2</sup>, soit moins de 1 % de la superficie régionale ([Figure 5](#)). Environ 400 000 personnes sont potentiellement exposées à un dépassement<sup>1</sup>, soit environ 3 % de la population francilienne ([Figure 6](#)).

La superficie et le nombre d'habitants potentiellement exposés sont les plus faibles de tout l'historique 2007-2014. Les variations interannuelles, parfois importantes, s'expliquent principalement par l'évolution des niveaux de fond, très dépendants des conditions météorologiques. L'année 2014 présente un nombre de dépassements sensiblement plus faible que 2013.



\* dépassement calculé avec seuil inclus

**Figure 5 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France de 2007 à 2014**



\* dépassement calculé avec seuil inclus

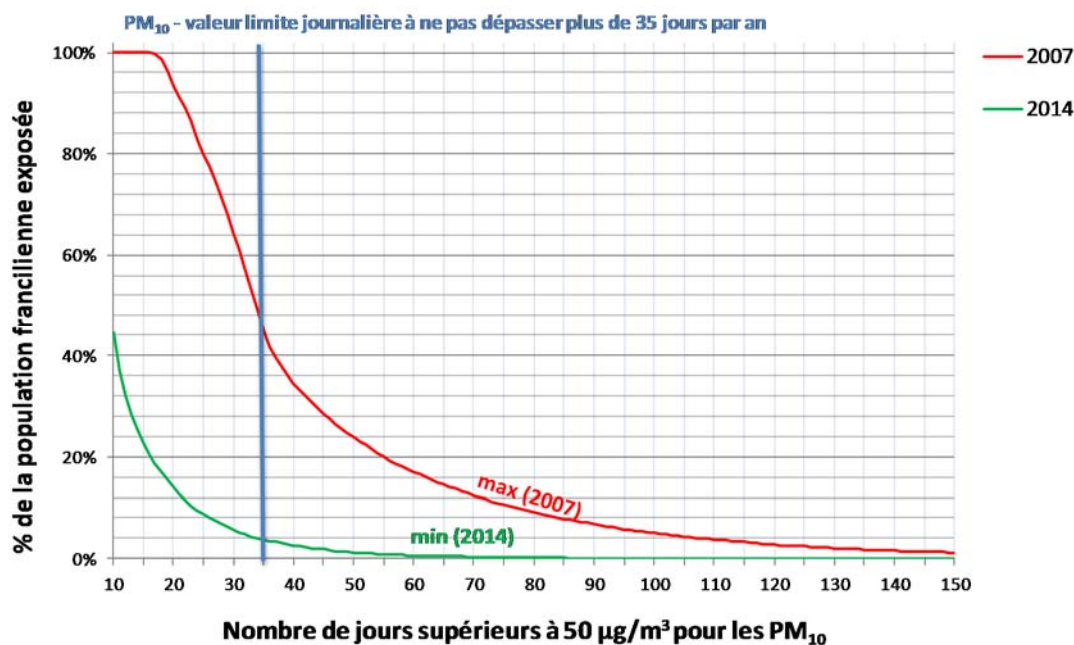
**Figure 6 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France de 2007 à 2014**

Les cartographies permettent également d'estimer le nombre d'habitants exposés suivant les différentes classes de concentrations mesurées en Ile-de-France. Ces estimations sont réalisées sur la période 2007 à 2014. Les courbes correspondant à l'année la moins polluée, l'année courante et l'année la plus polluée sont présentées.

<sup>1</sup> exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au niveau de leur domicile

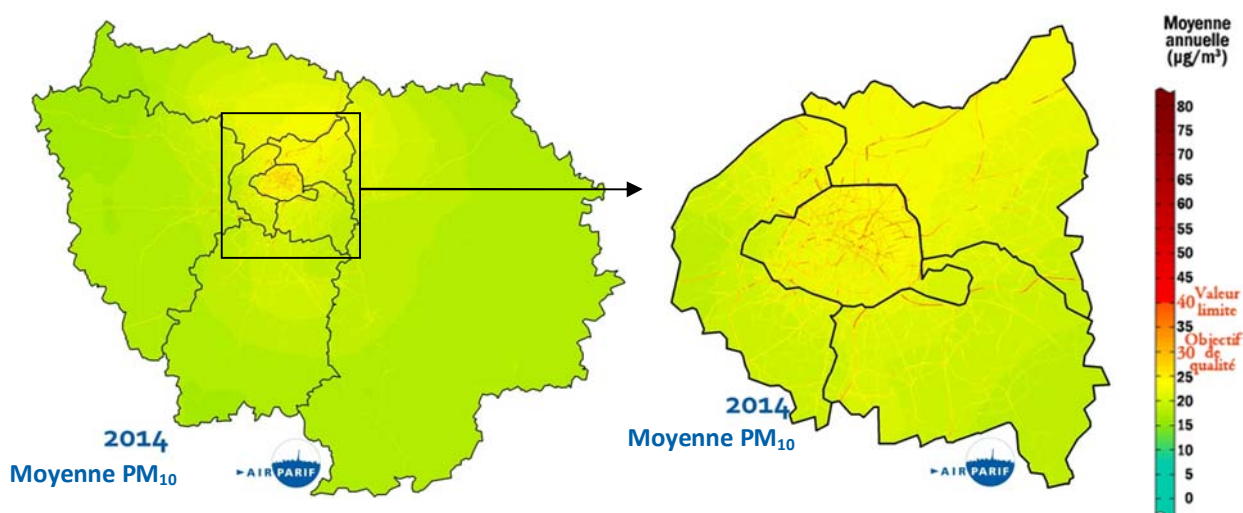
La **Figure 7** illustre ainsi le pourcentage de la population francilienne selon le nombre de jours où la moyenne journalière en PM<sub>10</sub> est supérieure à 50 µg/m<sup>3</sup> pour les années 2007 (exposition maximale<sup>2</sup>) et 2014 (exposition minimale<sup>2</sup> et année courante).

Le dépassement de la valeur limite journalière étant soumis à une fluctuation annuelle importante selon les conditions météorologiques, l'année 2007 est l'année où l'exposition des Franciliens a été la plus importante. La totalité des Franciliens étaient alors soumis à 17 jours de dépassement contre 14 % en 2014. La valeur limite journalière a été dépassée pour 4 % des Franciliens en 2014 contre 40 % en 2007.



**Figure 7 : Pourcentage de la population francilienne exposée selon le nombre de jours où la moyenne journalière en PM<sub>10</sub> est supérieure à 50 µg/m<sup>3</sup> pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (exposition minimale et année courante)**

Les cartes de la **Figure 8** illustrent la concentration moyenne annuelle en particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne.



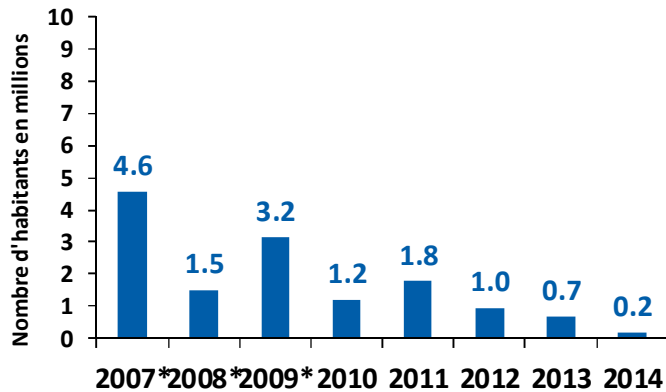
**Figure 8 : concentration moyenne annuelle de particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne, fond et proximité au trafic routier, en 2014**

Les concentrations les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens.

<sup>2</sup> Les années minimales et maximales sont déterminées en calculant l'aire sous les courbes.



En 2014, près de 2 % de la population francilienne, soit environ 200 000 habitants, sont potentiellement exposés<sup>3</sup> à un air excédant l'objectif de qualité annuel pour les particules PM<sub>10</sub> (Figure 9). Le nombre d'habitants soumis à un dépassement de l'objectif de qualité annuel est sept fois plus faible qu'en 2010. C'est la valeur la plus faible depuis 2007.



\* dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 9 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel en particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France de 2007 à 2014

La Figure 10 illustre le pourcentage de la population francilienne exposée en fonction de la concentration annuelle en particules PM<sub>10</sub> en 2007 (exposition maximale<sup>4</sup>) à 2014 (exposition minimale<sup>4</sup> et année courante).

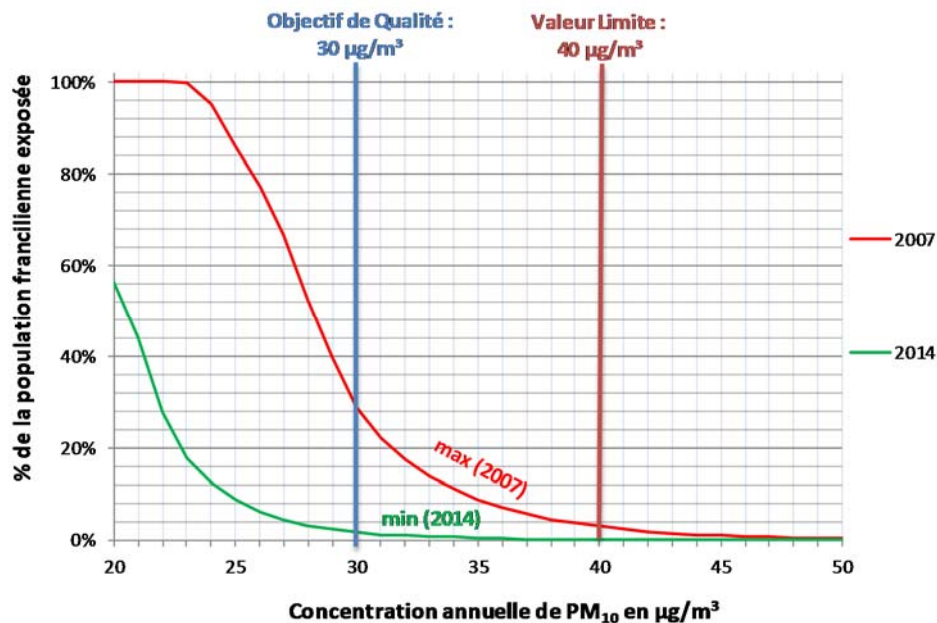


Figure 10 : Pourcentage de la population francilienne potentiellement exposée selon les concentrations annuelles de particules PM<sub>10</sub> pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (exposition minimale et année courante)

En 2007, près de 30 % de la population francilienne était exposée à des niveaux de particules PM<sub>10</sub> supérieurs à l'objectif de qualité tandis qu'en 2014, 2 % de la population francilienne sont concernés par ce dépassement. Au-delà de l'évolution par rapport à l'objectif de qualité, les différences d'expositions sont marquées pour les teneurs plus faibles. En effet, en 2007, 86 % des Franciliens étaient soumis à des teneurs annuelles de PM<sub>10</sub> supérieures à 24 µg/m<sup>3</sup>, alors qu'en 2014 ce niveau d'exposition potentielle ne concerne que 9 % des Franciliens. Les études sanitaires se basant sur les concentrations massiques indiquent clairement qu'il n'y a pas de seuil en-dessous

<sup>3</sup> exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur de leur domicile

<sup>4</sup> Les années minimales et maximales sont déterminées en calculant l'aire sous les courbes

duquel les particules ne sont pas nocives. Ces différences d'exposition représentent donc un enjeu important en termes de santé publique.

La superficie et le nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle en PM<sub>10</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) sont très faibles pour l'année 2014. Compte-tenu des incertitudes de la méthode d'estimation employée, ces chiffres ne sont pas significatifs.

### Zoom sur les stations de mesure

La **Figure 11** détaille le nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> sur l'ensemble des stations de mesure des PM<sub>10</sub> en Ile-de-France en 2014.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2014, une nouvelle station de mesure des particules en situation de fond a été mise en service dans le parc omnisport Suzanne Lenglen. Bien qu'appartenant au 15<sup>ème</sup> arrondissement de Paris, ce parc est situé à l'extérieur de l'enceinte du périphérique parisien. Rappelons également l'ouverture de la station trafic RD934-Coulommiers, fin 2013. Par ailleurs, la mesure de PM<sub>10</sub> de Gonesse et de Zone rurale Sud-Est Forêt de Fontainebleau ont été transformées en PM<sub>2,5</sub> afin de rééquilibrer la surveillance PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>.

Comme le montrent les cartographies, la valeur limite correspondant à 35 dépassements du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière est largement respectée en situation de fond en 2014. La station de Gennevilliers enregistre, en 2014, 12 jours de dépassement, soit 11 jours de moins qu'en 2013. Notons que la quasi-totalité de ces dépassements ont eu lieu entre le 6 mars et le 1<sup>er</sup> avril 2014. Le nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> est également en forte baisse sur la majorité des stations trafic. Six stations trafic respectent ainsi la valeur limite en 2014, contre une seule en 2013. Néanmoins, les dépassements de la valeur limite journalière restent sévères à proximité du trafic routier (**Figure 11**) : de 41 à 92 jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> (pour 35 dépassements autorisés) sur quatre des dix stations trafic franciliennes. Sur la plus forte station (Autoroute A1), le seuil est ainsi dépassé un jour sur quatre.

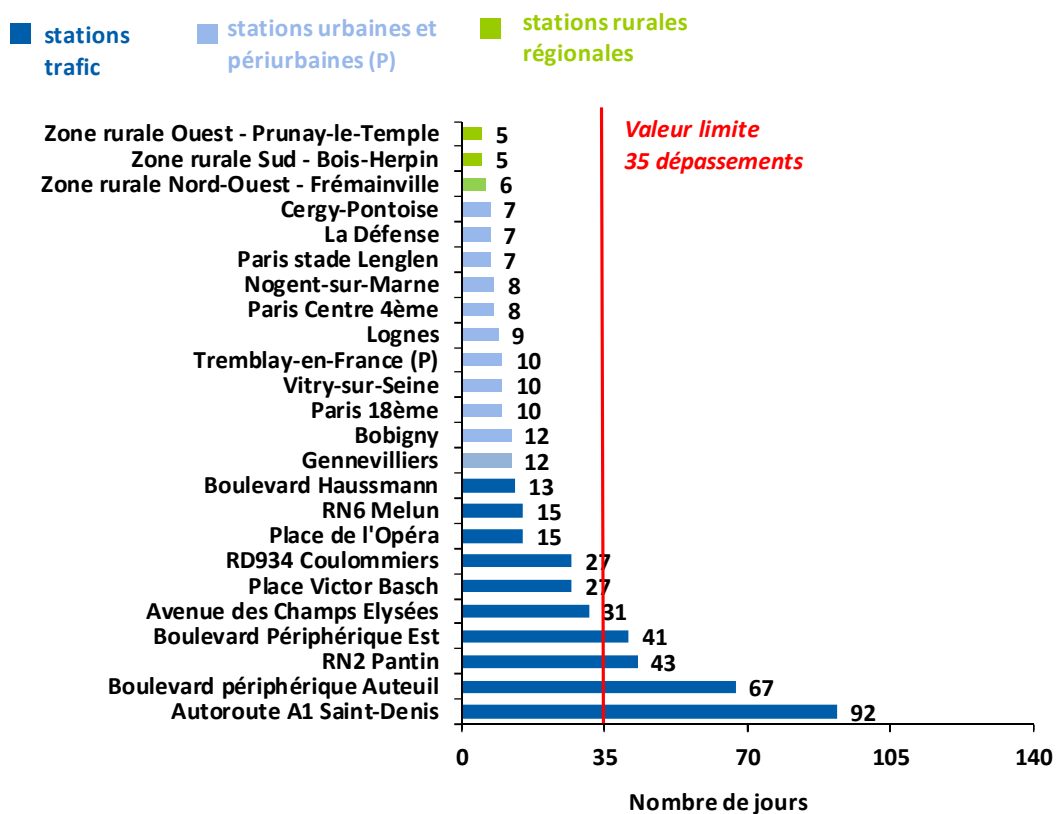
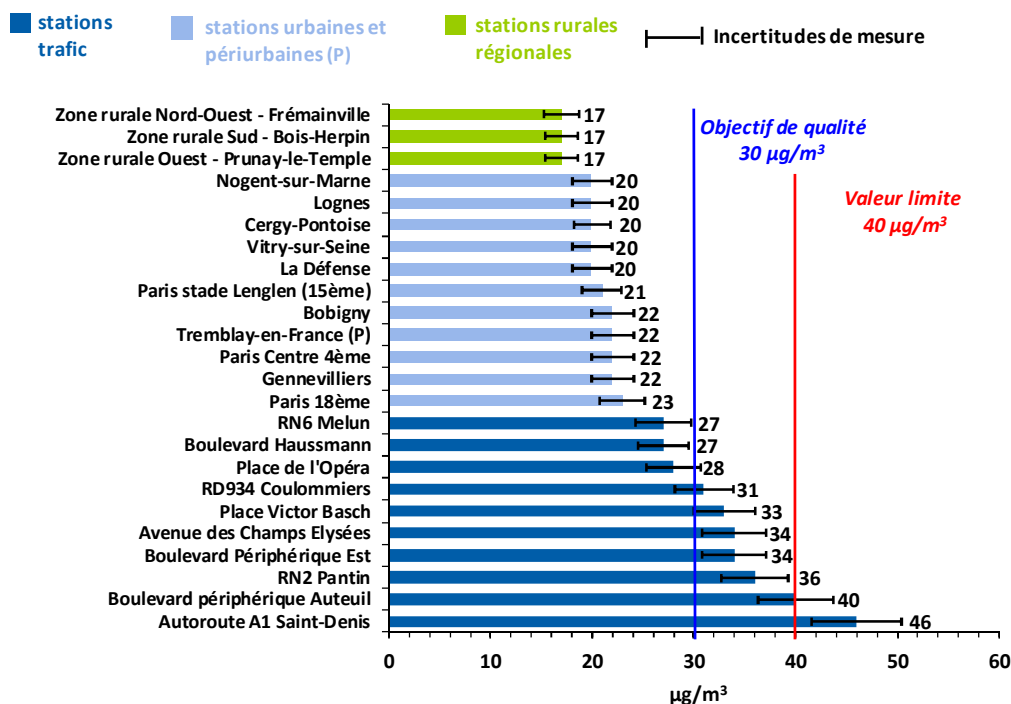


Figure 11 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> en particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France en 2014

La **Figure 12** détaille la concentration moyenne annuelle sur l'ensemble des stations de mesure des PM<sub>10</sub> en Ile-de-France en 2014. Les stations de mesure de l'agglomération enregistrent une baisse d'environ 10 % par rapport à 2013 à la fois en fond et à proximité du trafic routier.



**Figure 12 : concentrations moyennes annuelles de particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France en 2014**

Comme le traduisent les cartes de la **Figure 8**, les résultats des stations de mesure montrent des niveaux assez homogènes en situation de fond (entre 20 et 23 µg/m³), avec une légère décroissance entre les stations du cœur dense de l'agglomération (Paris, Gennevilliers, La Défense) et celles de la périphérie (Cergy-Pontoise, Lognes...). Les concentrations mesurées en zone rurale sont également homogènes, égales à 17 µg/m³. Le seuil de l'objectif de qualité annuel (30 µg/m³) n'est pas dépassé en situation de fond.

**A proximité du trafic routier, les concentrations peuvent être jusqu'à deux fois supérieures à celles relevées en situation de fond** (de 27 à 46 µg/m³). En 2014, trois stations trafic sont inférieures au seuil de l'objectif de qualité. Les autres stations trafic le dépassent (de 1 à 1,5 fois selon les stations). La station Boulevard périphérique Est enregistre des teneurs sensiblement inférieures à la station de la Porte d'Auteuil du fait d'un éloignement plus important par rapport aux voies de circulation et une configuration plus favorable à la dispersion des polluants.

**En 2014, une seule station dépasse la valeur limite annuelle (40 µg/m³) : la station trafic Autoroute A1- Saint-Denis, avec 46 µg/m³ (Figure 12).** La moyenne annuelle est égale à la valeur limite le long du Boulevard périphérique à la porte d'Auteuil. Elle est largement respectée sur les autres stations.

## Evolution en moyenne sur le long terme

Les teneurs moyennes de **particules PM<sub>10</sub>** d'une année sur l'autre sont très impactées par le contexte météorologique. Les années 2008 et 2010 ont connu une météorologie favorable n'ayant pas entraîné d'épisodes intenses de particules. A l'inverse, en 2007 et en 2009, des situations particulièrement défavorables, couplées à des émissions accrues de particules (notamment le chauffage au bois pendant les épisodes hivernaux), ont conduit à de forts niveaux en hiver et au printemps. En 2014, les conditions météorologiques ont été globalement favorables. L'année a connu peu de périodes de froid durable en hiver, et les températures ont été nettement supérieures aux normales saisonnières en hiver. Ceci induit un recours moins important au chauffage, entraînant une diminution des émissions liées à cette source. On peut ainsi estimer sur la base de l'inventaire des émissions 2012, que la faible rigueur climatique de l'année 2014 a entraîné une diminution des émissions du secteur résidentiel et tertiaire de l'ordre de 15% par rapport à une

année « normale ». En revanche, le mois de mars 2014 est marqué par une période très peu favorable à la dispersion des polluants, au cours de laquelle la procédure d'information et d'alerte a été déclenchée durant 10 jours consécutifs. Cela explique que, bien que les niveaux moyens aient globalement baissé en 2014, les concentrations moyennes journalières maximales sont supérieures à celles enregistrées en 2013. En situation de fond, elles sont de  $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en situation de proximité au trafic routier, enregistrées toutes deux le 14 mars 2014 (Figure 13). Elles restent néanmoins bien inférieures à 2009, où elles avaient atteint  $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en fond et  $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en proximité.

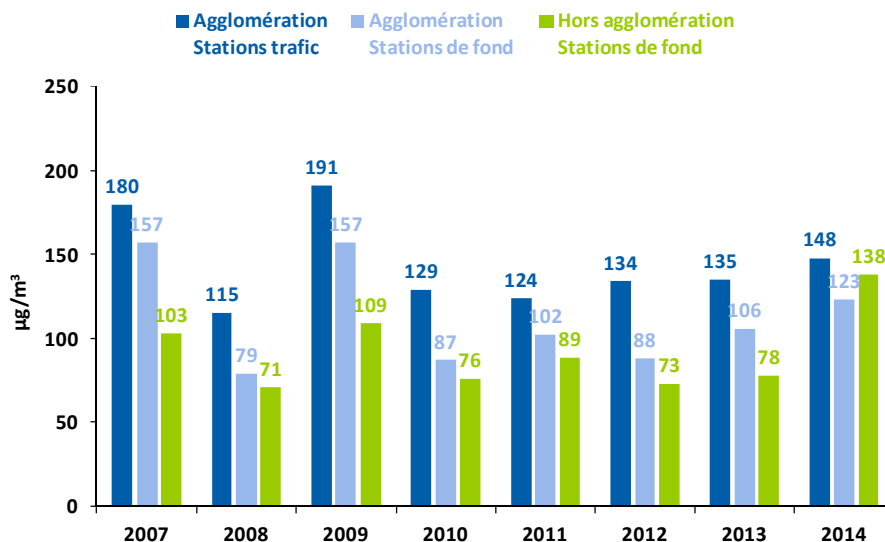
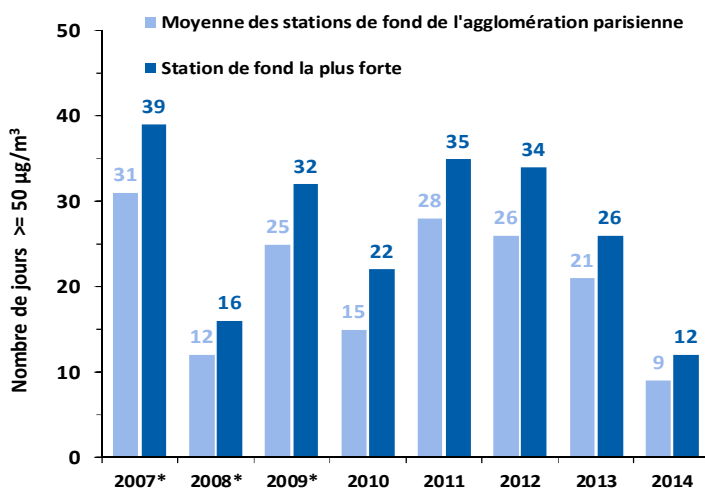


Figure 13 : concentrations moyennes journalières de  $\text{PM}_{10}$  les plus fortes pour chaque année de 2007 à 2014 en Ile-de-France (réseau évolutif)

### En situation de fond

La Figure 14 montre qu'en situation de fond, le nombre de jours de dépassement du seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est très variable selon les années.



\* dépassements calculés avec le seuil inclus

Figure 14 : évolution du nombre de jours de dépassement du seuil journalier de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en particules  $\text{PM}_{10}$  en moyenne et pour la plus forte station de fond de l'agglomération parisienne de 2007 à 2014

Ces variations reflètent clairement les différences de conditions météorologiques et d'émissions décrites au paragraphe précédent. En moyenne, en 2014, les stations de fond de l'agglomération parisienne ont dépassé 12 jours le seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . C'est deux fois moins qu'en 2013, et même moins qu'en 2008 et 2010, années marquées par des conditions météorologiques très dispersives. Ceci s'explique essentiellement par des températures très douces au cours des mois d'hiver, que ce soit en début ou en fin d'année, ayant engendré des émissions liées au chauffage moindres, et

une absence de conditions météorologiques stables avec vent très faible propices à une accumulation des polluants émis sur l'Ile-de-France. En particulier, le mois de mars a été exceptionnellement doux et ensoleillé, et s'apparente à des conditions météorologiques printanières. Un seul dépassement du seuil d'information a été enregistré en conditions hivernales, le 31 décembre 2014, contre une quinzaine en 2013.

Une étude de caractérisation de l'origine des particules en Ile-de-France [Airparif, LSCE, 2011] a montré que l'occurrence des jours de dépassement en situation de fond est liée à une augmentation de la contribution urbaine, qui s'ajoute à l'import parfois important de particules sur la région Ile-de-France.

Cette contribution urbaine plus importante est liée à deux facteurs :

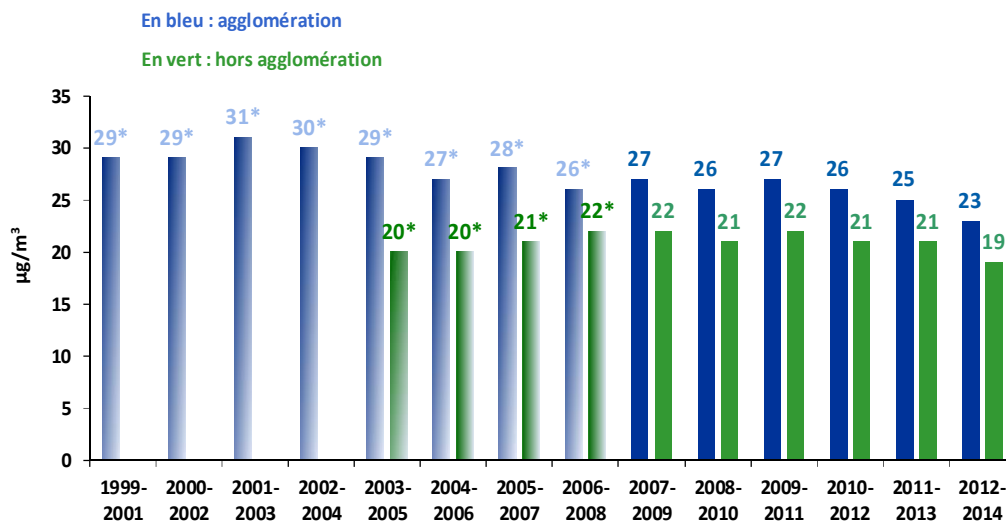
- **des émissions potentiellement plus importantes.** L'impact du chauffage (et du chauffage au bois en particulier) a été mis en évidence l'hiver ainsi que celui d'activités agricoles au printemps.
- **des situations météorologiques peu favorables à la dispersion des polluants.** Toutes les sources participent ainsi à une augmentation des niveaux d'une manière générale ; la pollution est accentuée par le fait que les polluants stagnent à l'échelle de l'Ile-de-France.

A proximité du trafic, c'est l'impact direct et relativement stable tout au long de l'année du trafic local, qui s'ajoute au niveau de fond urbain et régional, et explique le nombre très important de dépassements.

Cette analyse plaide en faveur d'actions chroniques pour abaisser la contribution du trafic local et de l'agglomération.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, afin de mieux prendre en compte les particules semi-volatiles et de se conformer aux prescriptions des directives européennes, la méthode de mesure des particules a été modifiée. Le changement de méthode de mesure a induit une hausse des teneurs mesurées en particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>. Cette hausse est évaluée à environ 30 % en moyenne en situation de fond et 20 % en proximité au trafic. Du fait du changement de la rupture d'historique induite par ce changement de méthode, le calcul des tendances sur les moyennes 3 ans n'avait pu être réalisé jusque-là. Après 7 ans de comparaison de mesures TEOM et TEOM-FDMS, le recul permet aujourd'hui à Airparif de reconstituer l'historique en estimant les concentrations moyennes annuelles de 1999 à 2007 à partir des mesures TEOM.

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 au cours des 15 dernières années (Figure 15)**. Entre 1999-2001 et 2012-2014, ces niveaux ont ainsi baissé de -20%. En revanche, les niveaux moyens mesurés hors de l'agglomération sont globalement stables depuis 2003.



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

Figure 15 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans en fond en particules PM<sub>10</sub> de 1999-2001 à 2012-2014 dans l'agglomération parisienne (en bleu) et hors agglomération (en vert), en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile, échantillon évolutif de stations

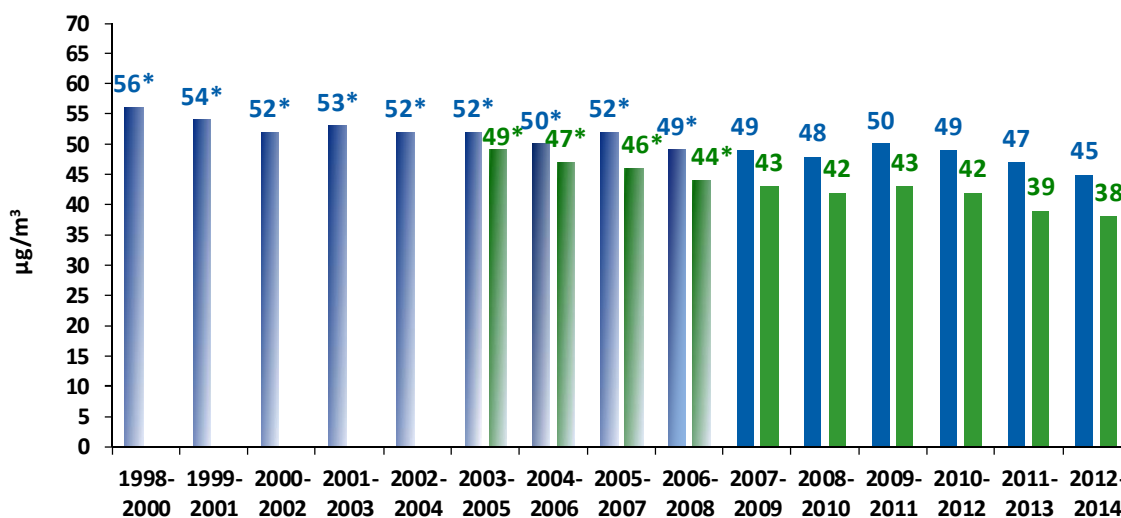
Cette évolution des niveaux en zone urbaine est à mettre en relation avec la baisse des émissions franciliennes de particules, de près de - 50 % entre 2000 et 2012.

### En proximité au trafic routier

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 16** montre une baisse des niveaux de PM<sub>10</sub> sur ces deux stations de proximité au trafic routier, de l'ordre de -20% Place Victor Basch et -10% Porte d'Auteuil entre 2005 et 2014. Sur cette dernière, la baisse est de l'ordre de - 20 % entre 1998-2000 et 2012-2014. Cette baisse peut s'expliquer par une diminution plus importante des émissions de particules par le trafic routier, d'environ - 55 % entre 2000 et 2012, notamment liée à l'introduction progressive des filtres à particules sur les véhicules diesel.

En bleu : boulevard périphérique Porte d'Auteuil

En vert : Place Victor Basch



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

Figure 16 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM<sub>10</sub> sur 2 stations trafic à Paris de 1998-2000 à 2012-2014, en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile

### Records

La **Figure 17** indique les concentrations en particules PM<sub>10</sub> les plus fortes sur l'historique de mesures depuis 2007.

historique 2007-2014	Fond		Proximité trafic	
	Valeur	Où et quand ?	Valeur	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte (µg/m³)	30	Paris 1er les Halles, Paris 18ème, Gennevilliers, La Défense, 2007 ; Bobigny, 2009	62	Boulevard périphérique Auteuil, 1997
Concentration horaire maximale (µg/m³)	287*	Zone rurale Sud - Bois Herpin, le 27 septembre 2013 à 17h légales	660**	Boulevard périphérique Auteuil, le 7 septembre 2013 à 24h légales
Concentration journalière la plus forte (µg/m³)	157	Nogent-sur-Marne, le 23 décembre 2007 ; Cergy-Pontoise, le 11 janvier 2009	191	Boulevard périphérique Auteuil, le 11 janvier 2007
Nombre de jours de dépassement de 50 µg/m³ le plus fort (jours)	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

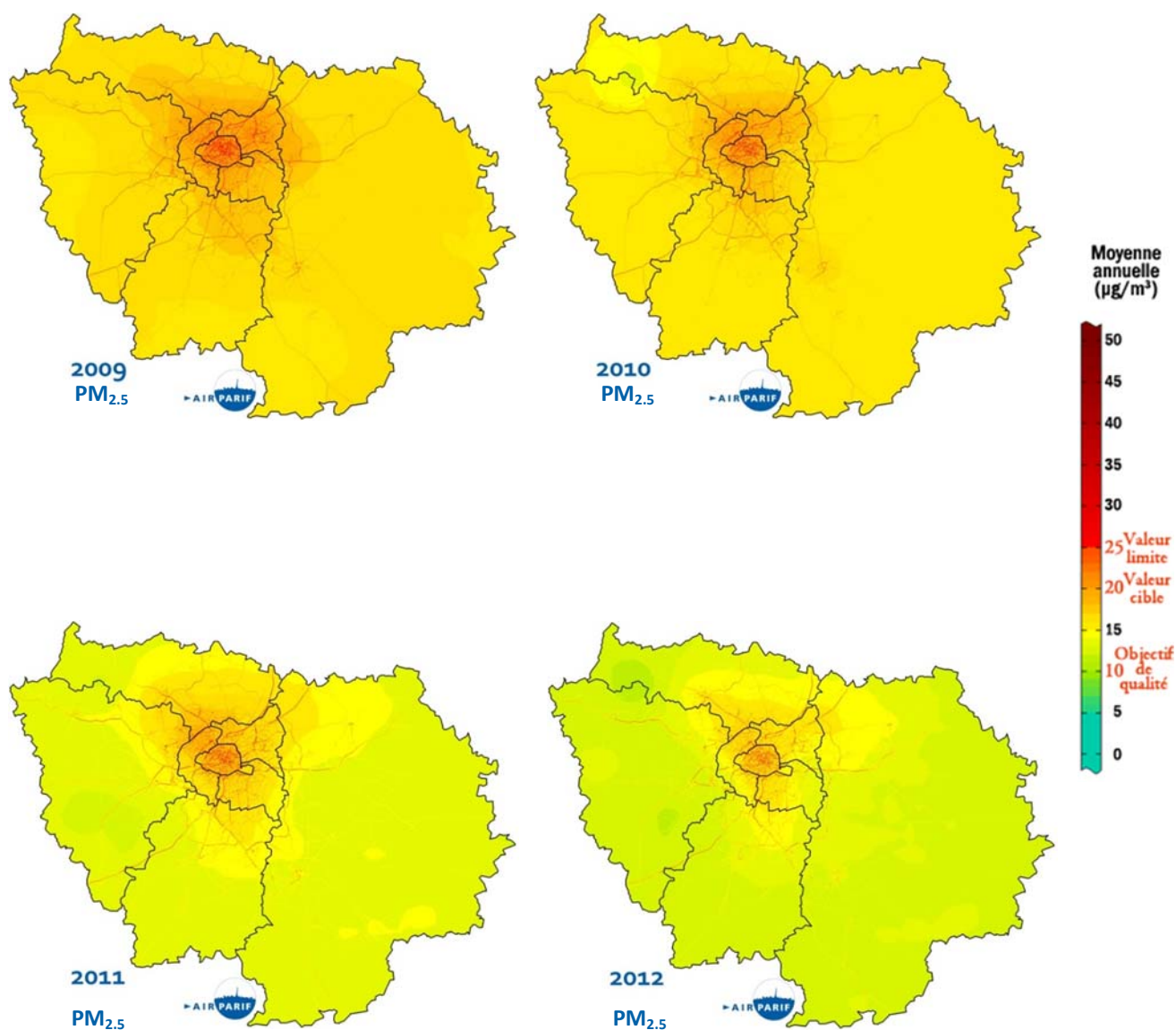
Figure 17 : records annuels pour les particules PM<sub>10</sub> en Ile-de-France

Particules PM<sub>2.5</sub>

## Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures

Sur l'ensemble de l'Ile-de-France

Les cartes de la [Figure 18](#) illustrent les concentrations moyennes annuelles en particules fines PM<sub>2.5</sub> de 2009 à 2014 en Ile-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne.



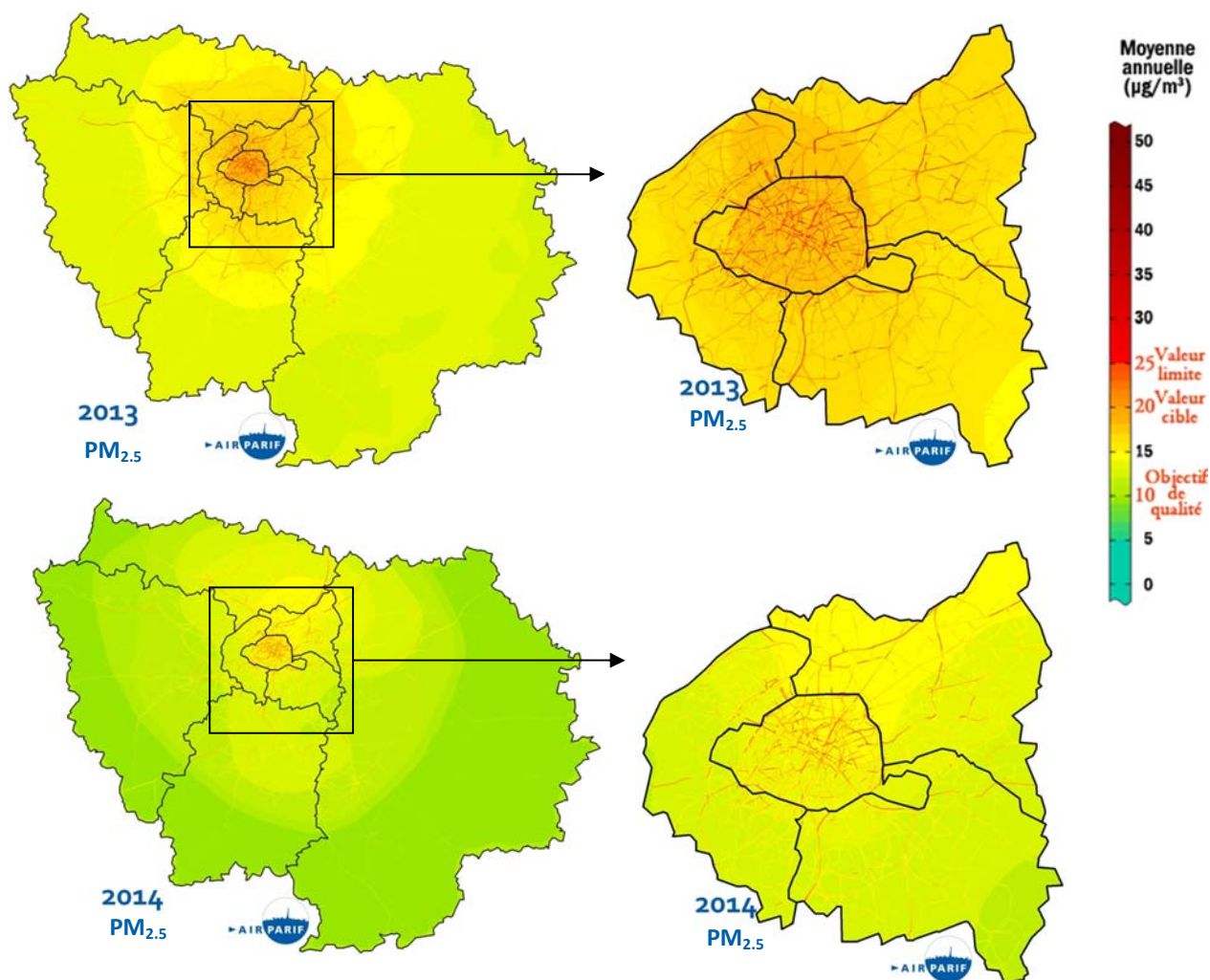


Figure 18 : concentration moyenne annuelle de particules fines PM<sub>2.5</sub> de 2009 à 2014 en Ile-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne, fond et proximité au trafic routier.

Une faible différence apparaît entre l'agglomération et la zone rurale. Les concentrations les plus élevées sont relevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne au voisinage des grands axes routiers.

11,1 millions, soit plus de 90 % des Franciliens, sont potentiellement concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel (10 µg/m<sup>3</sup>).

En 2014, environ 100 000 habitants, soit moins de 1 % de la population francilienne, sont potentiellement exposés<sup>5</sup> à un air excédant la valeur cible annuelle pour les particules PM<sub>2.5</sub> (Figure 19). Ce nombre est environ 10 fois plus faible qu'en 2010. Les habitants concernés sont quasi-exclusivement situés dans l'agglomération parisienne.

<sup>5</sup> exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur de leur domicile



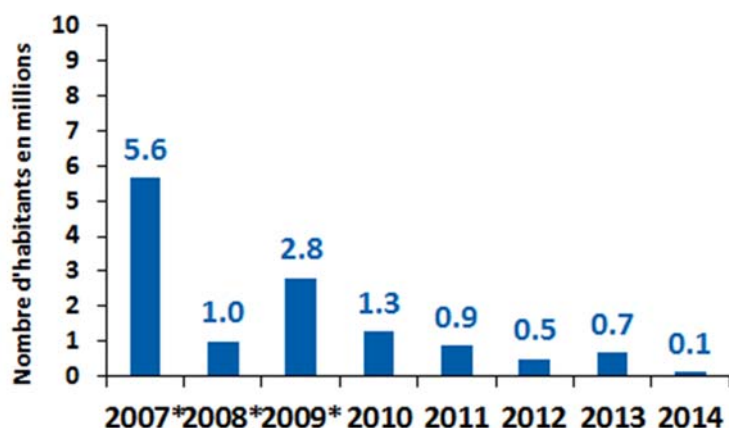


Figure 19 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur cible annuelle en particules PM<sub>2.5</sub> en Ile-de-France de 2007 à 2014

La Figure 20 représente le pourcentage de la population francilienne potentiellement exposée en fonction des concentrations annuelles de particules PM<sub>2.5</sub> pour les années 2007 (exposition maximale<sup>6</sup>), 2014 (exposition minimale<sup>6</sup> et année courante).

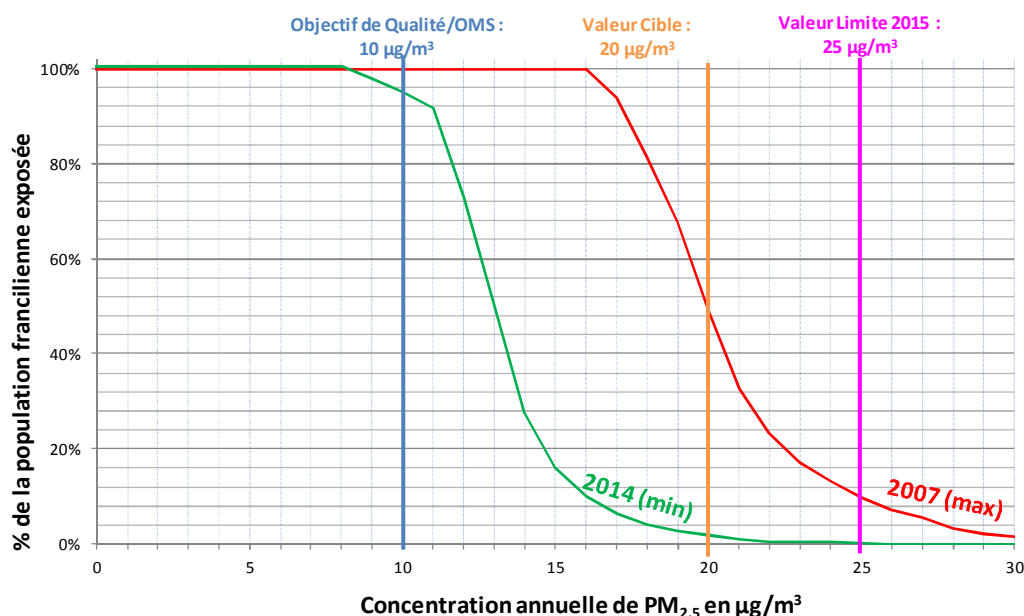


Figure 20 : Pourcentage de la population francilienne potentiellement exposée selon les concentrations annuelles de particules PM<sub>2.5</sub> pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (année minimale et année courante).

Pour les particules PM<sub>2.5</sub>, en 2007, près de la moitié de la population était exposée à des teneurs supérieures à la valeur cible tandis qu'en 2014, 1 % de la population est concernée. La plus forte évolution de l'exposition des Franciliens en 2007 et 2014 concerne les teneurs moyennes de PM<sub>2.5</sub> au-delà de 16 µg/m<sup>3</sup>. En effet, si l'ensemble des Franciliens était soumis à au moins 16 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> en 2007, 10 % de personnes sont exposées à un tel niveau en 2014. Les études sanitaires se basant sur les concentrations massiques indiquant 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.

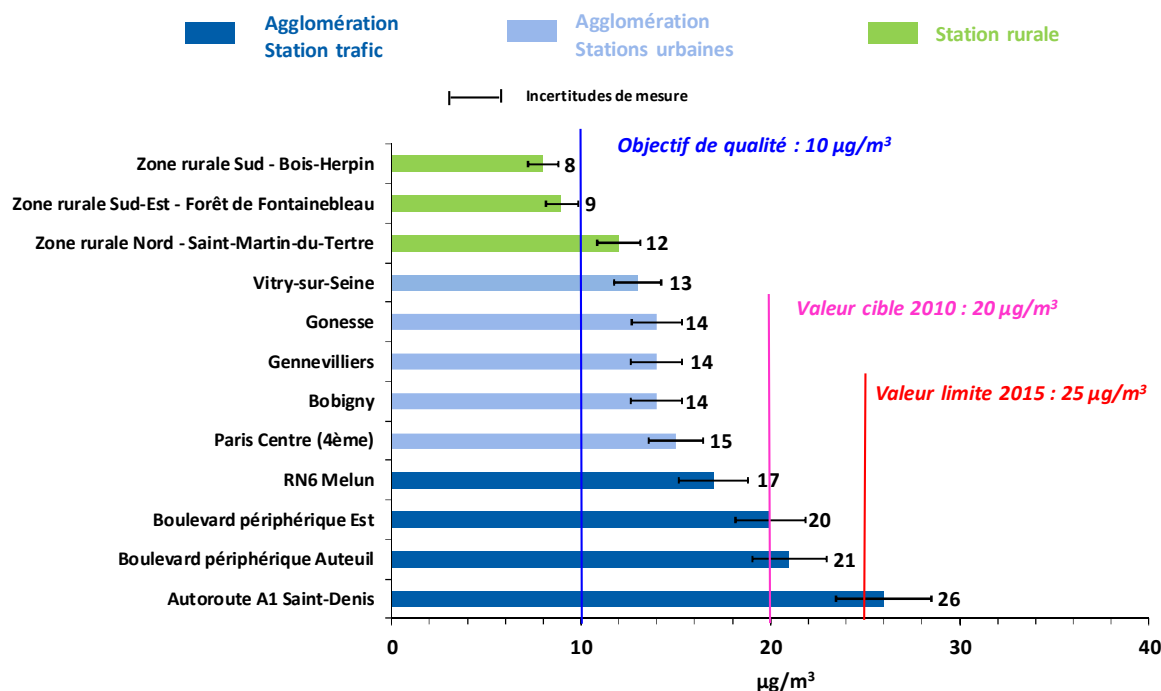
La superficie et le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle en PM<sub>2.5</sub> (26 µg/m<sup>3</sup> en 2014) sont très faibles pour l'année 2014. Compte-tenu des incertitudes de la méthode d'estimation employée, ces chiffres ne sont pas significatifs.

<sup>6</sup> Les années minimales et maximales sont déterminées en calculant l'aire sous les courbes.

## Zoom sur les stations de mesure

La [Figure 21](#) illustre les concentrations moyennes en PM<sub>2.5</sub> sur les douze stations mesurant ce polluant en Ile-de-France en 2014. En 2014, le réseau de mesure a été renforcé avec les stations rurales Sud-Est (Forêt de Fontainebleau) et Nord (Saint-Martin-du-Tertre), et la station de Gonesse (transformation du PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>)

La teneur moyenne annuelle est comprise entre 8 et 12 µg/m<sup>3</sup> en zone rurale, 13 et 15 µg/m<sup>3</sup> sur les sites urbains de fond, et entre 17 et 26 µg/m<sup>3</sup> à proximité du trafic routier.



**Figure 21 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM<sub>2.5</sub> en Ile-de-France en 2014**

La valeur limite applicable en 2014 est égale à 26 µg/m<sup>3</sup>, cette valeur sera égale à 25 µg/m<sup>3</sup> en 2015. Les stations de fond respectent ces deux valeurs. Pour la première fois, la valeur limite applicable en 2014 est également respectée sur les trois sites trafic, le site d'Autoroute A1 étant égal à cette valeur ([Figure 21](#)).

Les teneurs en fond urbain sont 1,3 à 1,5 fois supérieures au seuil de l'objectif de qualité (10 µg/m<sup>3</sup>). Cet objectif de qualité est également dépassé sur la station rurale de Saint-Martin du Tertre, mais respecté sur les deux autres stations rurales du réseau. En 2013, cette valeur était dépassée en tout point de l'Ile-de-France. Sur les stations trafic, les moyennes 2014 sont de 1,7 à 2,6 fois supérieures à cet objectif de qualité.

## Evolution en moyenne sur le long terme

Comme pour les PM<sub>10</sub>, des variations importantes liées à la survenue d'épisodes de pollution plus ou moins intenses sont observées pour les **particules fines PM<sub>2.5</sub>**. La [Figure 22](#) montre que les teneurs journalières maximales fluctuent sensiblement d'une année à une autre. En 2007, l'épisode de pollution en PM<sub>10</sub> intervenu à Noël avait conduit à des niveaux record de particules fines en Ile-de-France (jusqu'à 135 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière). Un épisode de pollution courant janvier 2009 avait engendré des teneurs maximales journalières proches de celles enregistrées en décembre 2007 : jusqu'à 130 µg/m<sup>3</sup> en situation de fond dans l'agglomération. L'absence d'épisode de pollution important en 2008 et 2010 a conduit à des teneurs journalières maximales de PM<sub>2.5</sub> inférieures à 90 µg/m<sup>3</sup>. Comme pour les PM<sub>10</sub>, les valeurs maximales de 2014 sont plus importantes qu'en 2013, en raison de l'épisode de pollution intense du mois de mars 2014.

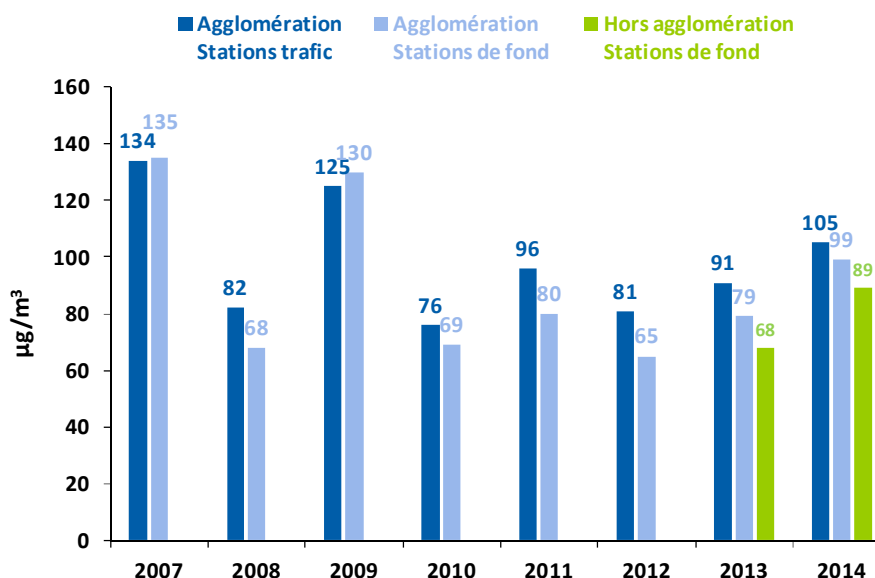
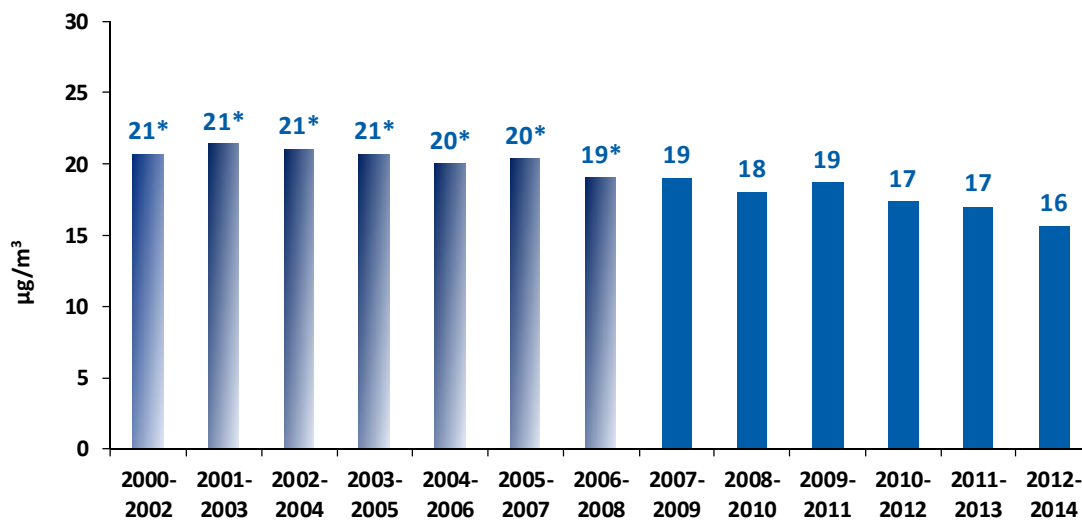


Figure 22 : concentrations moyennes journalières de PM<sub>2,5</sub> les plus fortes pour chaque station de mesure de 2007 à 2014

### En situation de fond

Comme pour les PM<sub>10</sub>, les teneurs annuelles de **particules PM<sub>2,5</sub>** fluctuent du fait des conditions météorologiques. Néanmoins, en s'affranchissant de ces variations météorologiques, (Figure 23), les niveaux moyens annuels de PM<sub>2,5</sub> montrent une baisse de l'ordre de -25 % entre 2000/2002 et 2012/2014.



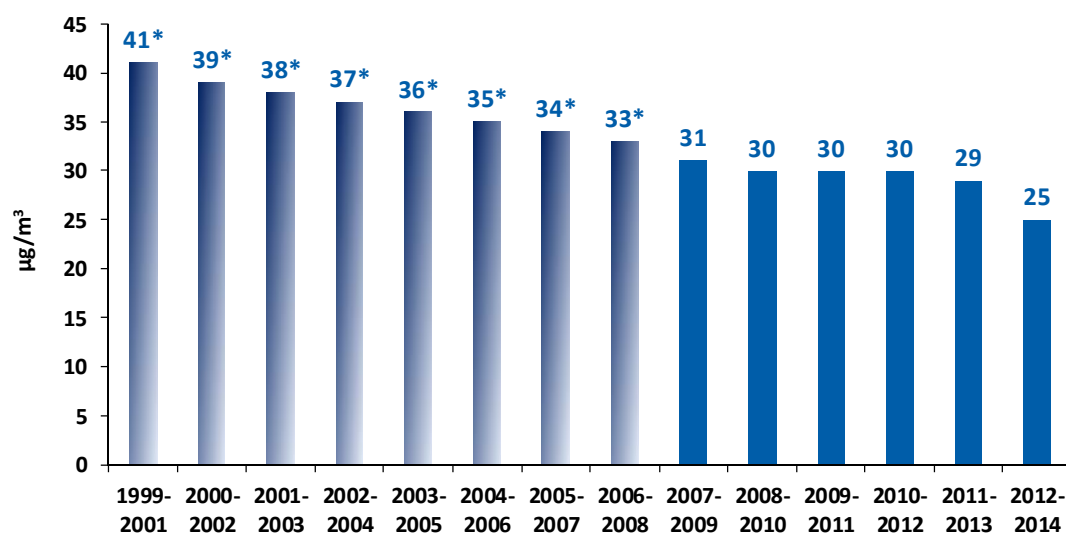
\* Moyennes recalculées pour intégrer la fraction volatile et permettre une comparaison avec les mesures postérieures à 2006

Figure 23 : 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 2012-2014 en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile

### En proximité au trafic routier

La baisse des concentrations en PM<sub>2,5</sub> est plus marquée sur la station trafic du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil (Figure 24). Une baisse de l'ordre de 40 % est ainsi relevée entre 1999/2001 et 2012/2014. Comme pour les PM<sub>10</sub>, cette baisse s'explique par la diminution des particules émises à l'échappement des véhicules diesel (environ 60 % entre 2000 et 2012). La baisse est plus importante que pour les PM<sub>10</sub> car la majorité des PM<sub>2,5</sub> sont émises à l'échappement. 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.



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

Figure 24 : évolution de la concentration moyenne annuelle de particules fines PM<sub>2,5</sub> sur la station trafic du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil de 1999 à 2014, en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile

## Records

La Figure 25 indique les concentrations en particules les plus fortes sur l'historique de mesures depuis 1997 (rappelons le changement de méthode de mesure intervenu en 2007).

historique 2007-2014	Fond		Proximité trafic	
	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?
Concentration moyenne annuelle la plus forte	22	Bobigny, 2007	33	Boulevard périphérique Auteuil, 2007 Autoroute A1 Saint-Denis, 2011
Concentration horaire maximale	245*	Zone rurale Sud - Bois-Herpin le 27 septembre 2013 à 17h légales	503**	Boulevard périphérique Auteuil, le 7 septembre 2013 à 24h légales
Concentration journalière la plus forte	135	Bobigny, le 23 décembre 2007	134	Boulevard périphérique Auteuil, le 23 décembre 2007

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

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

Figure 25 : records annuels pour les particules PM<sub>2,5</sub> en Ile-de-France

## 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. Le prélèvement de fumées noires s'opère sans coupure granulométrique précise. Le principe d'analyse ne retient que les particules noires et carbonées, en particulier les suies issues des processus de combustion (chauffage, industrie, trafic routier diesel) et s'apparente au principe de mesure utilisé pour le carbone suie (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 Ile-de-France afin de continuer la série historique. C'est par ailleurs un indicateur souvent utilisé par des études épidémiologiques, même si aujourd'hui la plupart s'intéressent 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 été divisés par 8 à Paris. 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 Ile-de-France pour la production d'électricité et le chauffage. Depuis quinze ans, les niveaux moyens de fumées noires dans l'agglomération parisienne évoluent peu : ils sont compris entre 10 et 20 µg/m<sup>3</sup> en teneur annuelle (Figure 26). Les teneurs de 2011 à 2014 sont les plus faibles de l'historique.

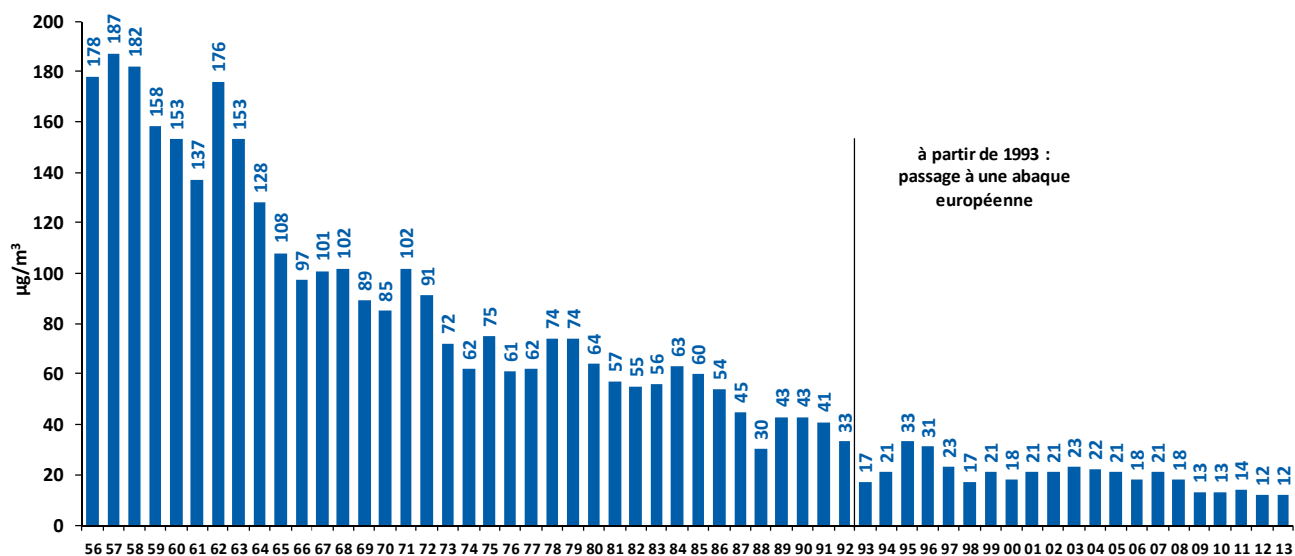


Figure 26 : évolution des concentrations hivernales de fumées noires dans l'agglomération parisienne de 1956-1957 à 2013-2014

### Vers une mesure du Carbone suie par aethalomètre

Fin 2014, la mesure du Carbone Suie s'est développée sur le réseau de mesure d'Airparif, avec la mise en place d'appareils type « aethalomètre » sur 5 sites de mesure : deux sites trafic (Autoroute A1, Boulevard périphérique Est), deux sites urbains de fond (Paris 13<sup>ème</sup>, Gennevilliers) et un site rural (Zone rurale Sud – Bois-Herpin). Un sixième site (Boulevard Haussmann) devrait être équipé en cours d'année 2015.

Au-delà 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 aethalomètres, dont le principe de mesure s'apparente à celui des fumées noires, permettent de distinguer le carbone suie émis par le trafic et celui émis par le chauffage au bois. Par ailleurs, le suivi de cet indicateur peut permettre de suivre l'efficacité de mesure de réduction sur les sources locales de combustion, en particulier sur le trafic.

## En résumé pour les particules

400 000 Franciliens sont toujours potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite journalière en  $PM_{10}$ .

Des dépassements récurrents et importants des valeurs limites pour les  $PM_{10}$  à proximité du trafic.

Les teneurs de fond en  $PM_{2.5}$  sont environ 1,5 fois supérieures au seuil de l'objectif de qualité, elles sont deux à trois fois supérieures à ce seuil en proximité au trafic. Plus de 90% des Franciliens, soit 11,1 millions de personnes, sont concernés par un dépassement de ce seuil.

Une tendance à la baisse se dessine néanmoins, en particulier en proximité au trafic routier, où la valeur limite annuelle n'est pas dépassée pour la première année

	2014			2007-2013		
	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic
<b>Particules (<math>PM_{10}</math>)</b>						
Dépassement de l'objectif de qualité annuel						
Dépassement de la valeur limite annuelle						
Dépassement de la valeur limite journalière				2007 2009 : station max = seuil		
<b>Particules (<math>PM_{2.5}</math>)</b>						
Dépassement de l'objectif de qualité						
Dépassement de la valeur cible française				2007, 2009		
Dépassement de la valeur limite 2015						tous les ans
Dépassement de la valeur limite 2014				non applicable		

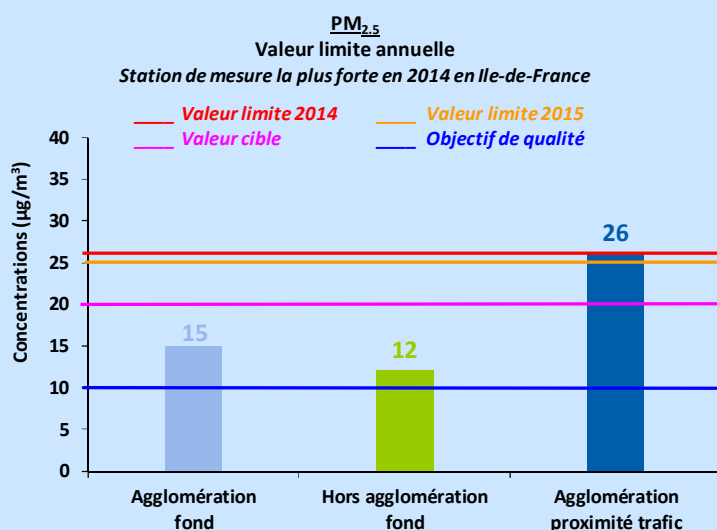
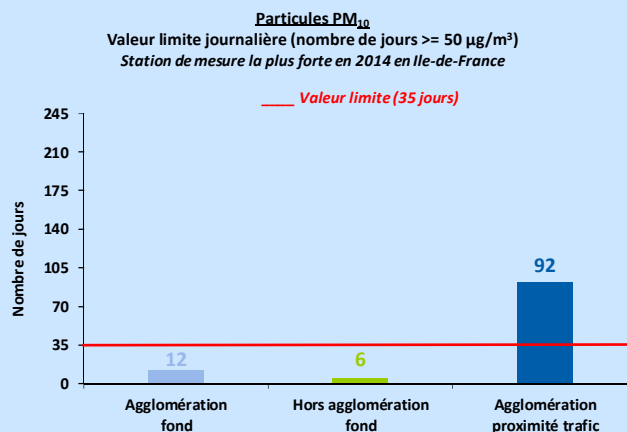
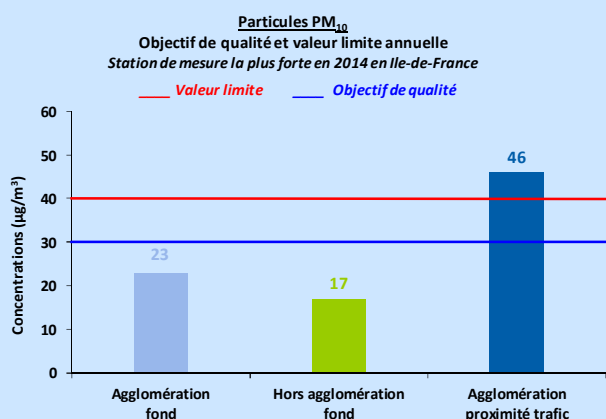


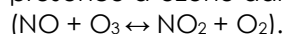
Figure 27 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en particules en Ile-de-France



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



Le dioxyde d'azote, qui fait partie des oxydes d'azote (NOx), est un polluant indicateur des activités de combustion, notamment du trafic routier. Il est en effet directement émis par les sources motorisées de transport (émission directe ou « primaire »), et dans une moindre mesure par le chauffage résidentiel. 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 dans l'air.



A la différence du NO<sub>2</sub>, le monoxyde d'azote (NO) n'est pas considéré comme un polluant dangereux pour la santé.



### Effets sur la santé :

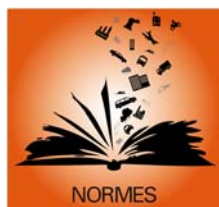
Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO<sub>2</sub>. Une diminution de la fonction pulmonaire est également associée aux concentrations actuellement mesurées dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord.

A 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 [OMS, 2011].

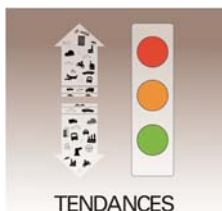


### Effets sur l'environnement :

- Contribution au phénomène des pluies acides, qui appauvrissent les milieux naturels (sols et végétaux)
- Contribution à la formation de l'ozone



Valeur limite annuelle Objectif de qualité	Protection de la santé	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
Valeur limite horaire	Protection de la santé	200 µg/m <sup>3</sup> moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois par an



	Tendances		Normes à respecter	
	1996 2014	2007 2014	Valeur limite annuelle	Valeur limite horaire
Loin du trafic	↘	↘	Dépassée	Respectée
Le long du trafic	↘	↘	Dépassée	Dépassée

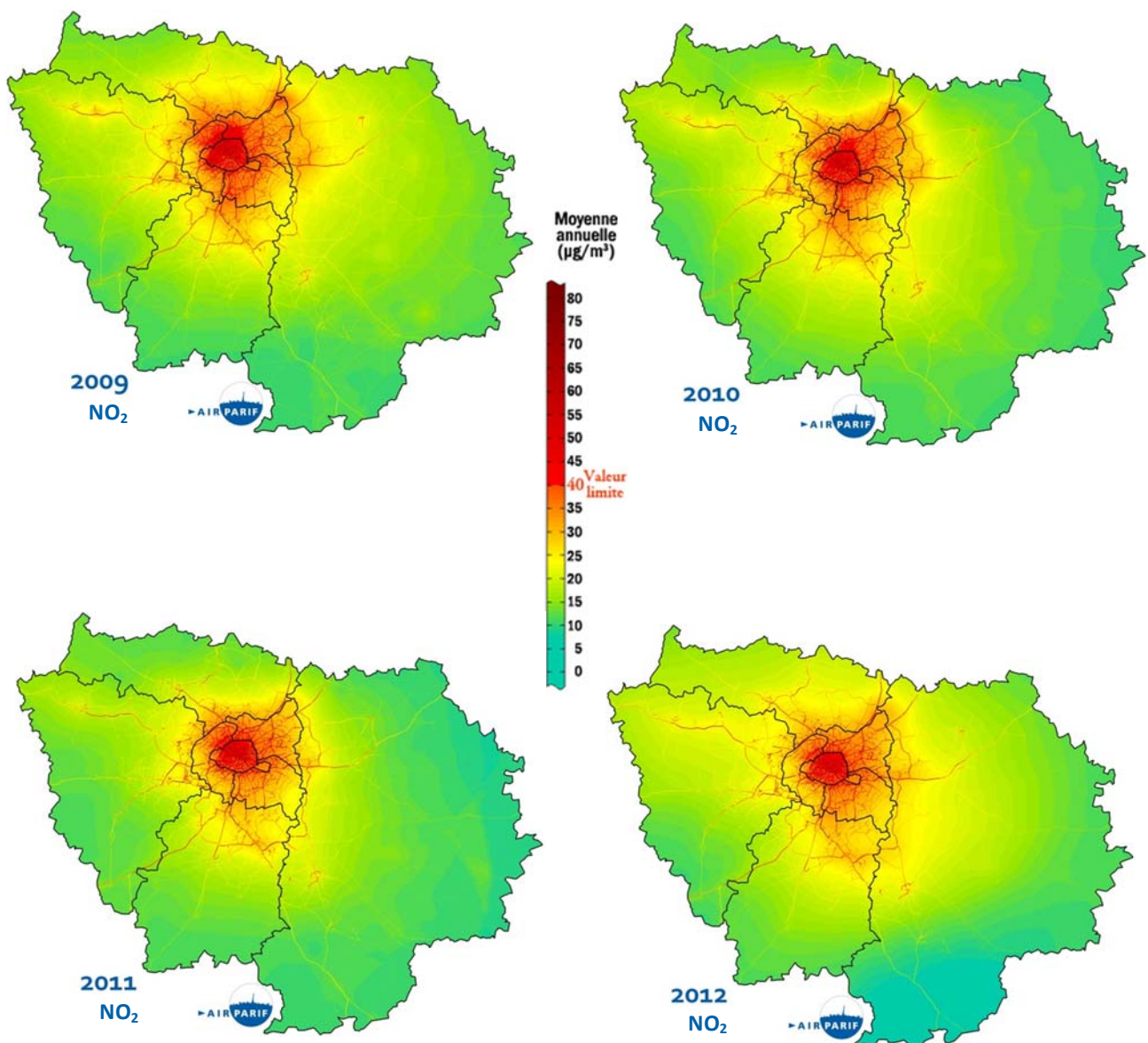


Une situation toujours insatisfaisante mais avec un fort contraste selon l'endroit où l'on se trouve dans la région. Les niveaux de 2014 sont en légère baisse par rapport à 2013.

Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures

Sur l'ensemble de l'Ile-de-France

La [Figure 28](#) illustre les teneurs moyennes annuelles de dioxyde d'azote en Ile-de-France de 2009 à 2014 avec un zoom pour Paris et la petite couronne. L'historique des cartes de 2007 à 2014 est disponible sur le site internet d'Airparif.



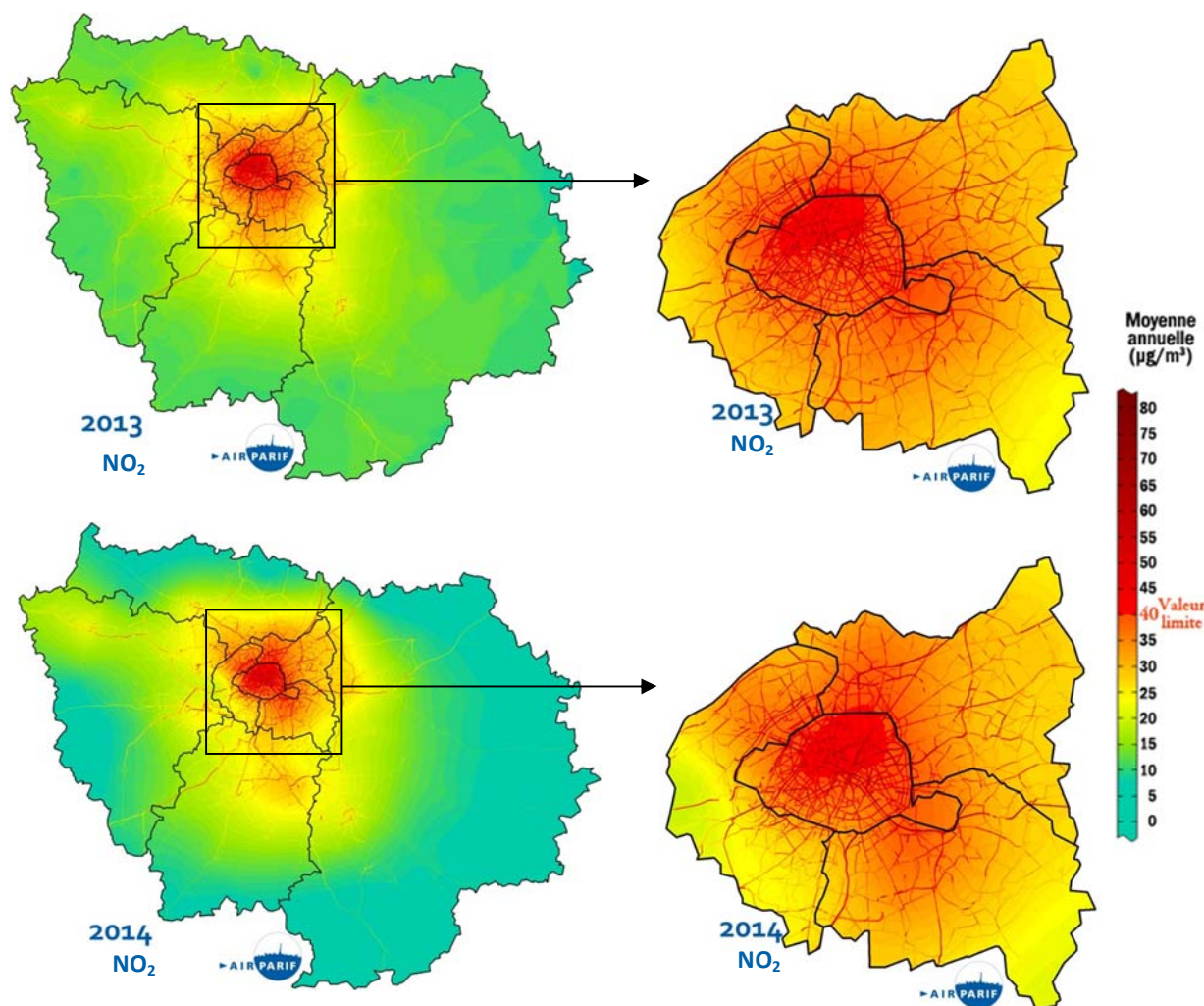


Figure 28 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) de 2009 à 2014 en Ile-de-France, zoom sur Paris et la petite couronne parisienne

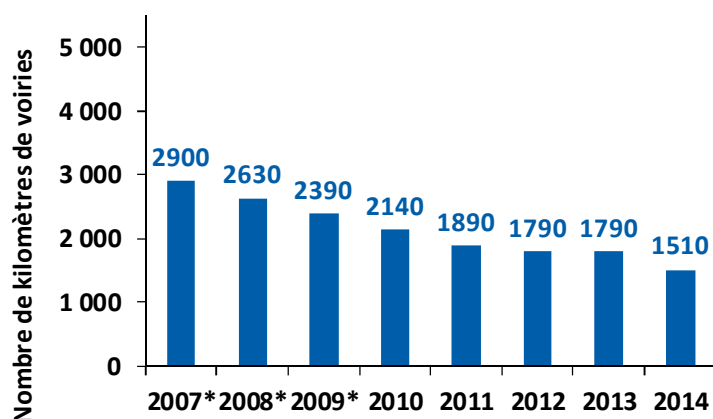
En 2014, les travaux d'harmonisation au niveau national des outils de cartographie se sont poursuivis. De nouvelles échelles de couleur, communes à l'ensemble des acteurs de la surveillance de la qualité de l'air en France, ont notamment été mises en place. Les cartographies ont également connu de nouvelles évolutions méthodologiques entraînant une modification de la plupart des indicateurs associés aux dépassements des valeurs réglementaires qui sont estimés grâce à ces cartographies. Afin de reconstituer un historique comparable, l'ensemble des cartographies ont été réalisées depuis 2007 en prenant en compte ces évolutions méthodologiques et les indicateurs associés ont été recalculés. L'impact de ces évolutions est décrit en [annexe 2](#).

La [Figure 28](#) montre que les concentrations sur les six dernières années sont proches avec un motif similaire. Les légères nuances d'une année sur l'autre sont à relier aux variations annuelles des conditions météorologiques. Les concentrations les plus importantes sont relevées dans l'agglomération parisienne au voisinage des grands axes de circulation (autoroutes, routes nationales et importantes voies départementales) et dans le nord du cœur dense de l'agglomération parisienne. Dans Paris, la rive droite de la Seine est globalement plus polluée que la rive gauche, le réseau routier y étant plus dense et constitué d'axes de plus grande importance.

**Au voisinage des axes routiers, une tendance à la diminution des niveaux est observée entre 2007 et 2014 pour l'ensemble des axes, et plus particulièrement hors du cœur dense de l'agglomération parisienne et pour une grande partie des axes parisiens.** Les niveaux y sont néanmoins plus de deux fois supérieurs à ceux relevés hors influence directe de ces axes (situation de fond).

Les dépassements des valeurs limites sont relevés au droit et au voisinage des grands axes routiers, généralement des axes parisiens ainsi que dans le centre de l'agglomération parisienne.

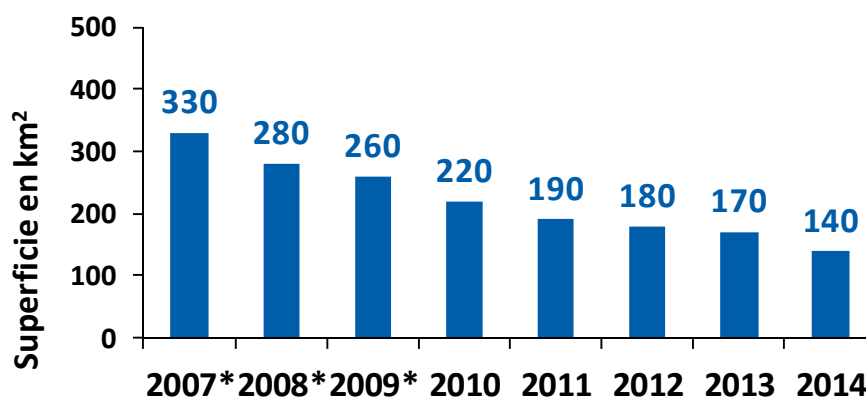
La valeur limite est dépassée en 2014 sur environ 1500 km de voirie (Figure 29), soit près de 15 % du réseau francilien modélisé par Airparif (environ 11 000 kilomètres comprenant notamment les principaux axes régionaux). Ces axes sont principalement situés dans l'agglomération parisienne et représentent dans cette zone environ 20 % du réseau routier modélisé. Dans Paris, 590 km sont concernés, soit près de 80 % du réseau parisien modélisé.



\* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 29 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Ile-de-France de 2007 à 2014

Le dépassement de la valeur limite annuelle en Ile-de-France en 2014 représente une superficie d'environ 140 km<sup>2</sup> (Figure 30), soit environ 1 % de la superficie régionale.

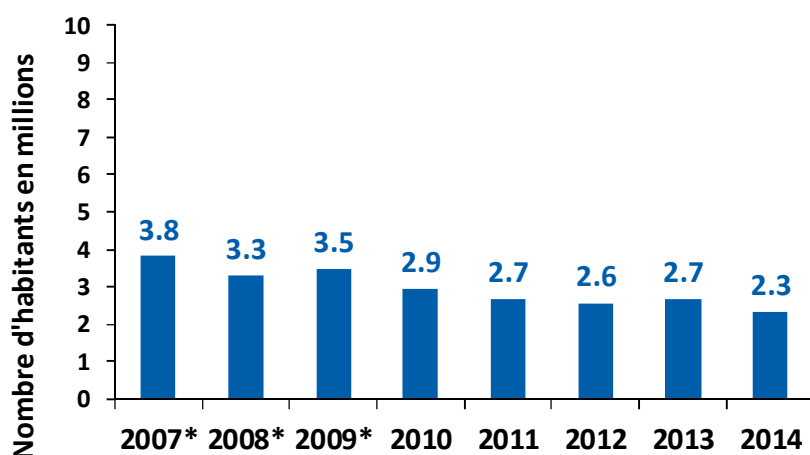


\* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 30 : 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 Ile-de-France de 2007 à 2014

La Figure 31 indique qu'environ 2,3 millions de Franciliens sont potentiellement exposés<sup>7</sup> à un air dépassant la valeur limite annuelle en 2014. Ils résident exclusivement dans l'agglomération parisienne. L'agglomération parisienne représente l'essentiel de la zone sensible francilienne (cf. annexe 4). Cela concerne plus de 9 Parisiens sur 10.

<sup>7</sup> exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au niveau de leur domicile



\*dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 31 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Ile-de-France de 2007 à 2014

La Figure 32 illustre le pourcentage de la population francilienne potentiellement exposée en fonction de la concentration annuelle en dioxyde d'azote en 2007 (exposition maximale<sup>8</sup>) à 2014 (exposition minimale<sup>8</sup> et année courante). Ces estimations sont réalisées sur la période 2007 à 2014. Les courbes correspondant à l'année la moins polluée, l'année courante et l'année la plus polluée sont présentées.

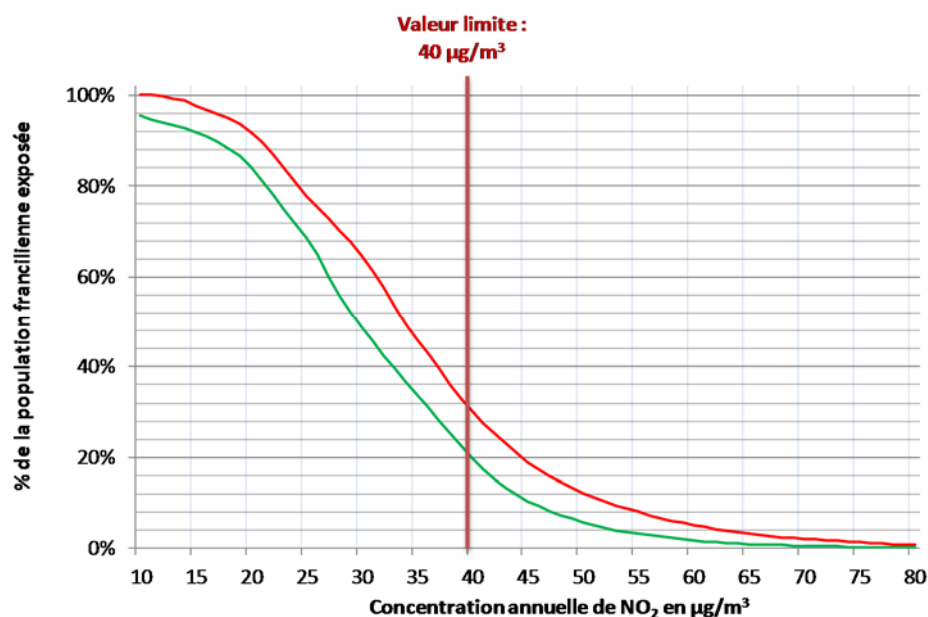


Figure 32 : Pourcentage de la population francilienne exposée selon les concentrations annuelles de dioxyde d'azote pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (exposition minimale et année courante).

Les concentrations annuelles en NO<sub>2</sub> ont évolué globalement légèrement à la baisse depuis 2007 avec cependant des variations interannuelles dues aux conditions météorologiques. Ainsi, l'année 2007 présente les teneurs moyennes de NO<sub>2</sub> les plus importantes de l'historique avec 30 % de la population francilienne exposée en 2007 à des niveaux supérieurs à la valeur limite fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>. Globalement l'année 2014 présente au contraire les teneurs de NO<sub>2</sub> les plus faibles. Cette tendance à la baisse depuis plusieurs années est marquée pour les teneurs les plus fortes. La part des Franciliens exposés à des concentrations supérieures à une fois et demi la valeur limite (60 µg/m<sup>3</sup>) est ainsi passée de 5 % à 2 % entre 2007 et 2014, soit un gain de près de 400 000 Franciliens.

<sup>8</sup> Les années minimales et maximales sont déterminées en calculant l'aire sous les courbes.

Du fait de la densité du réseau routier en Ile-de-France (environ 11 000 km de réseau modélisés), les outils de modélisation ne permettent pas à l'heure actuelle d'estimer 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 in fine d'estimer le kilométrage de voirie, la superficie et le nombre de Franciliens exposés à un dépassement de cette valeur limite horaire. Notons que sur le réseau de mesure fixe, ce seuil est dépassé sur une station trafic.

### **Zoom sur les stations de mesure**

Les stations de mesure illustrent aussi la variabilité spatiale du NO<sub>2</sub> et révèlent ponctuellement les dépassements de la valeur limite annuelle. La [Figure 33](#) détaille la concentration moyenne annuelle mesurée en 2014 sur l'ensemble des sites de mesure du réseau Airparif.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2014, une nouvelle mesure de NO<sub>2</sub> en situation de fond a été mise en service dans le parc omnisport Suzanne Lenglen. Bien qu'appartenant au 15<sup>ème</sup> arrondissement de Paris, ce parc est situé à l'extérieur de l'enceinte du périphérique parisien. En proximité au trafic routier, la station Boulevard Soult a été également ouverte. En revanche, le site de mesure automatique en continu prévu en bordure de la RN20 n'a pas pu être ouvert dans les délais prévus initialement. Il sera mis en service début 2015.

En complément des mesures en continu toute l'année, AIRPARIF réalise depuis 2007 des mesures discontinues de dioxyde d'azote sur 5 sites urbains de fond et 13 sites trafic répartis sur l'ensemble de l'agglomération. Les axes routiers surveillés sont des rues ou des places en centre-ville avec une circulation fréquemment congestionnée ou des axes plus roulants. Tous sont caractérisés par une fréquentation piétonne ou par la présence d'habitations riveraines au voisinage immédiat de l'axe. Les mesures sont effectuées au moyen de tubes à diffusion passive durant 7 semaines non continues en été (avril à septembre) et 7 semaines non continues en hiver. Pour ces sites, les résultats indiqués représentent la moyenne de ces quatorze semaines.

Les stations de proximité au trafic (en bleu foncé) 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 (vitesse, composition du parc roulant), de topographie qui conditionne la capacité à disperser plus ou moins facilement les polluants émis, mais aussi des différences de niveaux de fond.

**La valeur limite annuelle est largement dépassée sur la totalité des stations trafic franciliennes ([Figure 33](#)).** Pour cinq stations, le seuil est dépassé de plus d'un facteur 2.

C'est le cas en particulier des sites où le trafic, dont celui des poids lourds, est très important comme les autoroutes, les rocade et le Boulevard périphérique, pour lesquelles à la fois le nombre élevé de véhicules et la vitesse de circulation engendrent de fortes émissions d'oxydes d'azote.

C'est aussi le cas des sites du centre de Paris 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). Le site implanté sur la RD7 à Courbevoie enregistre des niveaux proches de 80 µg/m<sup>3</sup>. La nouvelle station implantée en bordure du Boulevard périphérique intérieur, entre la porte de Saint-Mandé et la Porte Dorée, est sensiblement plus faible que la station de la Porte d'Auteuil du fait d'un éloignement plus important par rapport à la voie et d'une configuration plus favorable à la dispersion des polluants.

Quant aux places parisiennes (Victor Basch et Opéra), elles associent un débit de circulation élevé du fait du cumul de circulation de plusieurs axes convergeant sur la place, à un positionnement du point de mesure au cœur du trafic sur un îlot piétonnier : cette configuration explique également les niveaux relevés.

Pour les axes de plus faible débit de circulation, ou ceux présentant des conditions de dispersion plus favorables, comme le Quai des Célestins, l'Avenue des Champs-Élysées..., les niveaux moyens restent toutefois 1,5 fois supérieurs au fond environnant. Pour la station de la Rue Bonaparte, le faible débit de circulation de cette rue est compensé par une configuration de type rue canyon, qui lui confère de très mauvaises conditions de dispersion par effet d'accumulation locale de la pollution. Enfin le site de Boulevard Soult est le site parisien le plus faible, avec 47 µg/m<sup>3</sup>. Ces résultats s'expliquent par le fait que la station est implantée en façade d'immeuble, et non pas en bordure immédiate du trottoir comme les autres sites trafic. De plus, le boulevard est séparé en deux par une voie de tram qui permet une dilution plus importante des émissions générées par l'axe routier.

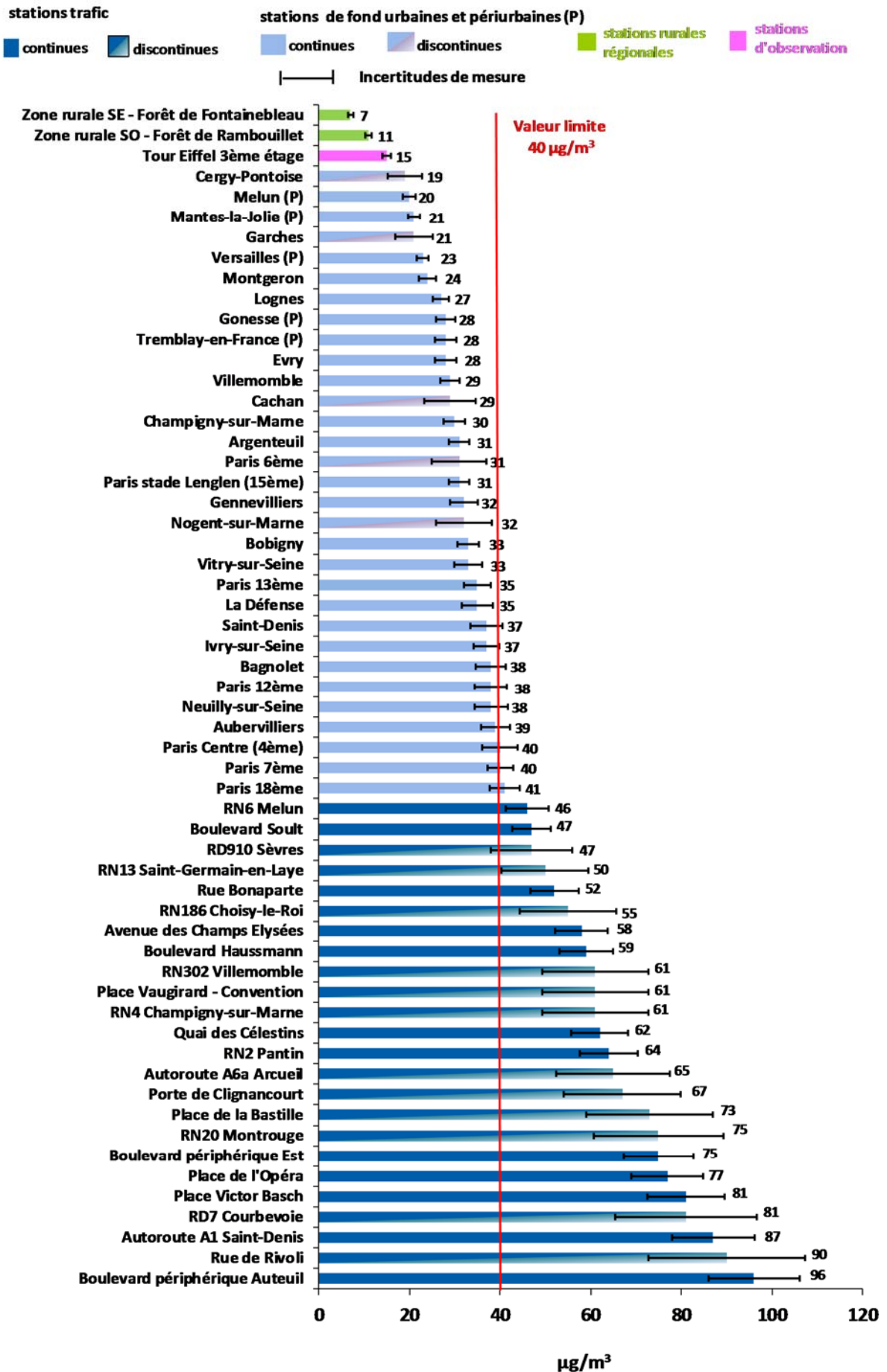


Figure 33 : concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) pour l'ensemble des stations de mesure en Ile-de-France en 2014

La station RN6 Melun relève 46 µg/m<sup>3</sup>. C'est sensiblement moins que sur certains axes parisiens. Cela n'est pas dû à un trafic moins important, mais à un niveau de fond plus faible du fait de l'éloignement du centre de l'agglomération. Alors que le niveau de fond en NO<sub>2</sub> est proche de 40 µg/m<sup>3</sup> dans Paris, il est de l'ordre de 20 µg/m<sup>3</sup> en grande couronne. En ajoutant cet écart de 20 µg/m<sup>3</sup>, le niveau est identique à celui d'un axe de circulation comparable en proche couronne (RN2 Pantin).

La **valeur limite** établie en moyenne annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) est toujours dépassée en 2014 en situation de fond. Les concentrations moyennes sont proches de 2013. En 2014, une station de fond urbaine située dans le cœur de l'agglomération (Paris 18<sup>ème</sup>) est concernée par un dépassement de ce seuil, comme en 2012 (Figure 34). Les moyennes des stations de Paris Centre et Paris 7<sup>ème</sup> sont égales au seuil de la valeur limite (40 µg/m<sup>3</sup>).

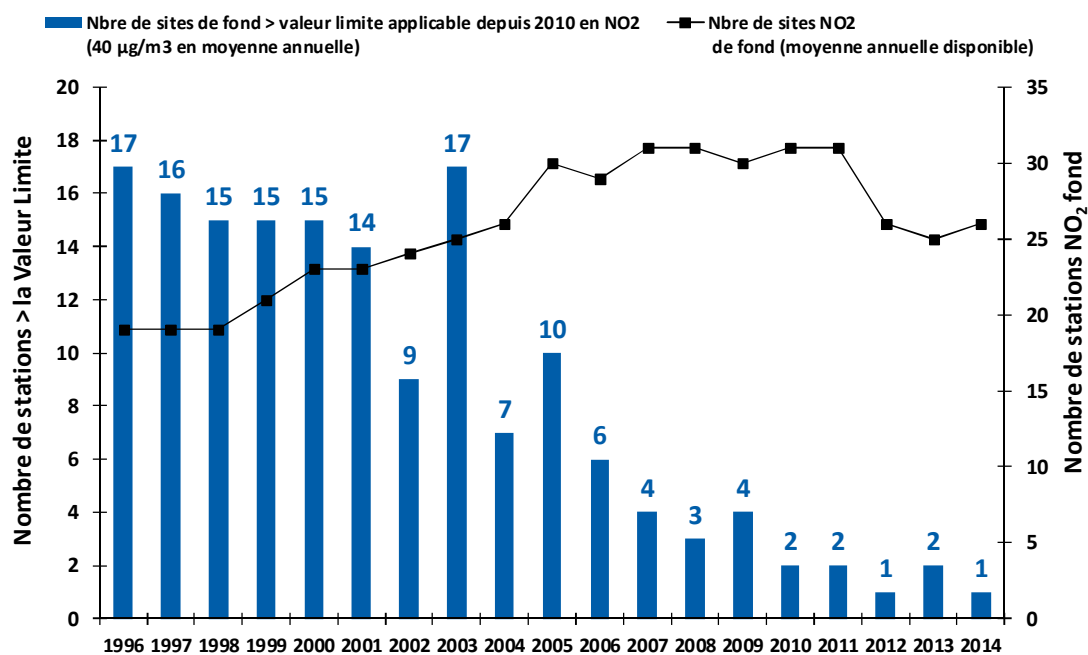


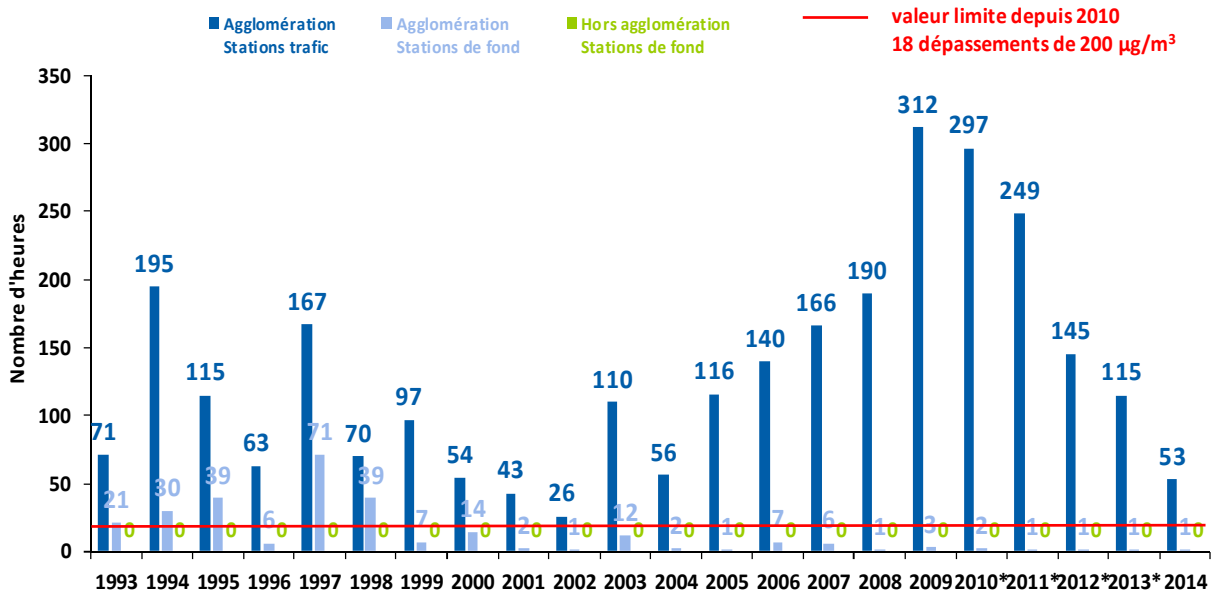
Figure 34 : nombre de sites de mesure de fond du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dont la moyenne est supérieure à la valeur limite applicable depuis 2010 et évolution du nombre de sites NO<sub>2</sub> de fond dans l'agglomération parisienne de 1996 à 2014

En situation de fond, il existe un gradient important entre le centre de l'agglomération parisienne et les zones rurales franciliennes. Alors que les niveaux dans l'agglomération peuvent dépasser 40 µg/m<sup>3</sup>, le **niveau de fond régional** moyen est proche de 10 µg/m<sup>3</sup> en 2014.

Pour respecter la **valeur limite horaire**, une station de mesure ne doit pas comptabiliser sur l'année plus de 18 heures où la concentration est supérieure à 200 µg/m<sup>3</sup>.

En 2014, seule la station trafic du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil ne respecte pas la valeur limite horaire (53 dépassements), malgré une nette diminution du nombre de jours de dépassements sur cette station par rapport à 2013. En 2013, deux stations trafic dépassaient la valeur limite horaire, et cinq stations en 2011. La station du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil ne permet pas, au regard des critères européens, d'évaluer le dépassement de la valeur limite horaire, 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. **La valeur limite horaire est largement respectée en situation de fond** sur toutes les stations franciliennes. Une seule heure de dépassement du seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> a été constaté en situation de fond, sur la station d'Evry, le 6 mars 2014.

La Figure 35 montre que le nombre d'heures de dépassement du seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> a fortement augmenté entre 2005 et 2009. Après deux années historiquement fortes en 2009 et 2010, on observe une forte baisse du nombre d'heures dépassant le seuil horaire. L'année 2014 enregistré un nombre de dépassements plus de deux fois plus faible qu'en 2013 et proche de l'année 2004.



\* dépassement calculé avec le seuil exclu

Figure 35 : plus forts nombres d'heures de dépassement du seuil horaire de 200 µg/m<sup>3</sup> en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Ile-de-France de 1993 à 2014

Les plus fortes moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> (Figure 36) suivent la même tendance : la plus forte station de proximité (Boulevard périphérique Porte d'Auteuil), après avoir connu une baisse relative à la fin des années 90, a relevé pendant 11 ans des valeurs supérieures ou égales à 100 µg/m<sup>3</sup>. Les teneurs sont de nouveau en baisse depuis 4 ans. La teneur en 2014 (96 µg/m<sup>3</sup>) est inférieure à celle de l'année 2013, et repasse en-dessous des 100 µg/m<sup>3</sup>. Elle reste néanmoins plus de deux fois supérieure à la valeur limite annuelle.

En revanche, une baisse sensible est observée en situation de fond dans l'agglomération entre 1993 et 2014. La valeur la plus forte en 2014 (41 µg/m<sup>3</sup>) est ainsi 30 à 40 % plus faible que pour les années 1995-1999, où la plus forte station de fond relevait entre 60 et 66 µg/m<sup>3</sup> en teneur moyenne annuelle de NO<sub>2</sub>. Depuis 4 ans, le maximum observé est plutôt stable.

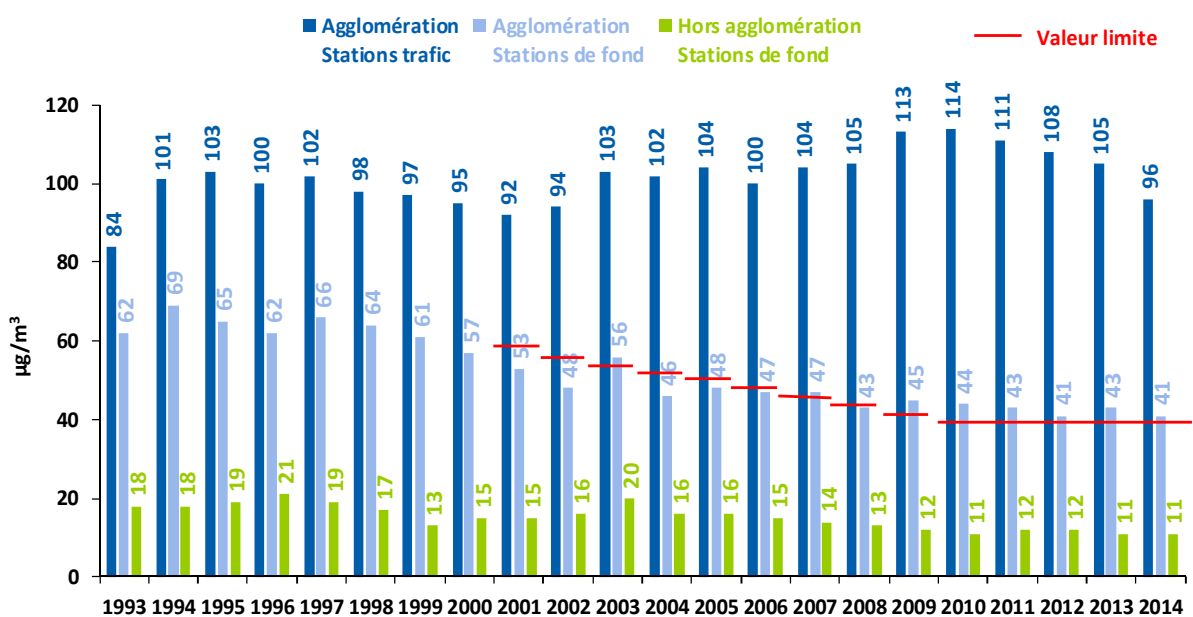


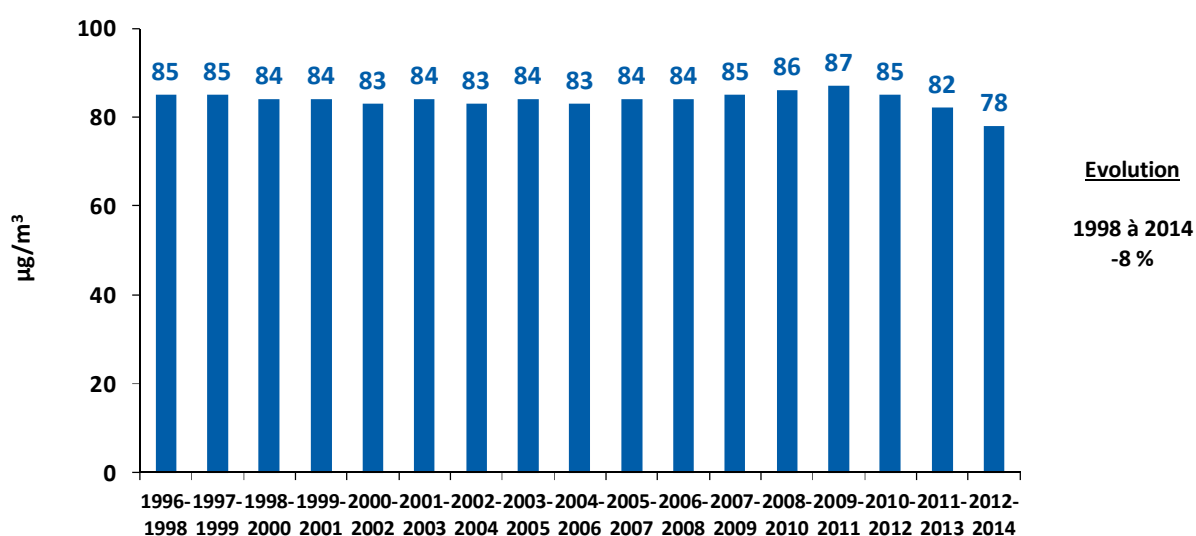
Figure 36 : plus fortes concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Ile-de-France de 1993 à 2014



## Evolution en moyenne sur le long terme

### En proximité au trafic routier

En lissant les effets météorologiques avec des moyennes sur 3 ans, il apparaît sur la [Figure 37](#) que la moyenne à échantillon constant de 5 stations trafic est en légère baisse sur la toute fin de l'historique de mesure. Néanmoins, les tendances sont différentes selon les stations. Ainsi, sur les grandes voies de circulation (Boulevard périphérique et Autoroute A1), les niveaux sont en légère augmentation entre 1998 et 2014 (+ 8 % pour la Porte d'Auteuil et + 2 % pour A1). En revanche, les stations parisiennes enregistrent une baisse de - 18 %. Une légère baisse est observée ces trois dernières années sur l'ensemble des stations, la moyenne 2012-2014 des 5 stations étant la plus faible de l'historique.



**Figure 37 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2012-2014**

Ces différences peuvent s'expliquer d'une part par les aménagements réalisés dans Paris ayant abouti à une diminution générale du trafic (- 15 à - 20%) [Airparif, 2013]. D'autre part, la composition du parc routier dans Paris intra-muros est différente de celle des grandes voies de circulation, avec en particulier moins de véhicules diesel sur les axes parisiens, notamment de poids lourds (voir paragraphe ci-dessous).

A l'inverse du NO<sub>2</sub>, une diminution sensible des concentrations moyennes est observée pour les oxydes d'azote<sup>9</sup> (NO<sub>x</sub>) à proximité du trafic. Entre 1998 et 2014, cette diminution est égale à - 39 % ([Figure 38](#)). Entre 1998 et 2006, le rythme annuel moyen de baisse est d'environ - 4 %. Néanmoins, le rythme annuel de baisse s'est ralenti de 2006 à 2014 (- 2 % par an), et les niveaux sont relativement stables depuis 2010. La valeur de 2012-2014 est néanmoins la plus faible de l'historique.

<sup>9</sup> Les oxydes d'azote représentent le principal indicateur de la pollution liée aux transports, et en tout premier lieu le trafic routier (voir Inventaire des émissions en Ile-de-France [http://www.airparif.asso.fr/\\_pdf/publications/inventaire-emissions-idf-2012-150121.pdf](http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/inventaire-emissions-idf-2012-150121.pdf)). Les oxydes d'azote représentent la somme du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Alors que le dioxyde d'azote est un polluant nocif pour la santé, le monoxyde d'azote n'est pas normé dans l'air ambiant car aucun effet de ce polluant sur la santé n'est reconnu. Les émissions de NO<sub>x</sub> par les véhicules sont normées dans les Normes Euro.

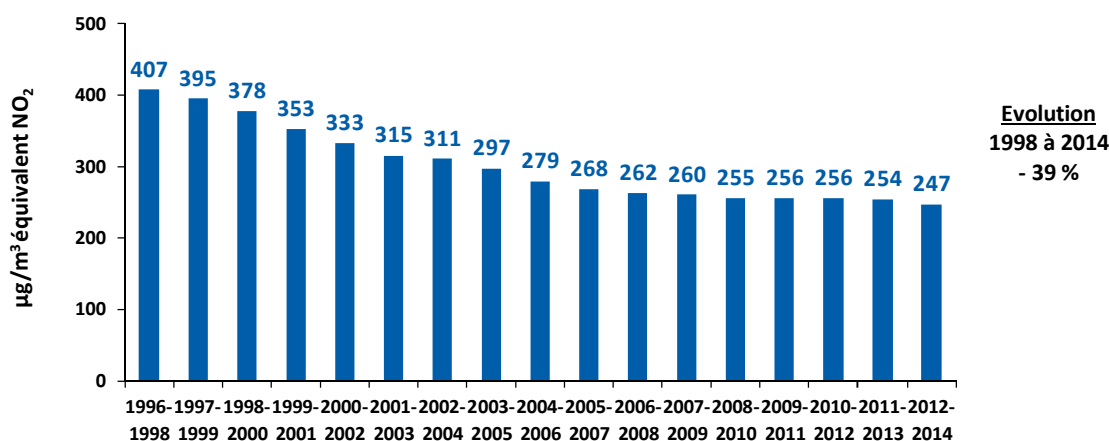


Figure 38 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2012-2014

Le dioxyde d'azote est un polluant complexe, lié pour une part aux émissions directes (secteur des transports, industries) et pour une autre part aux équilibres chimiques avec d'autres polluants dans l'air, en particulier l'ozone. La stabilité globale de ces niveaux sur l'historique s'explique par différents facteurs :

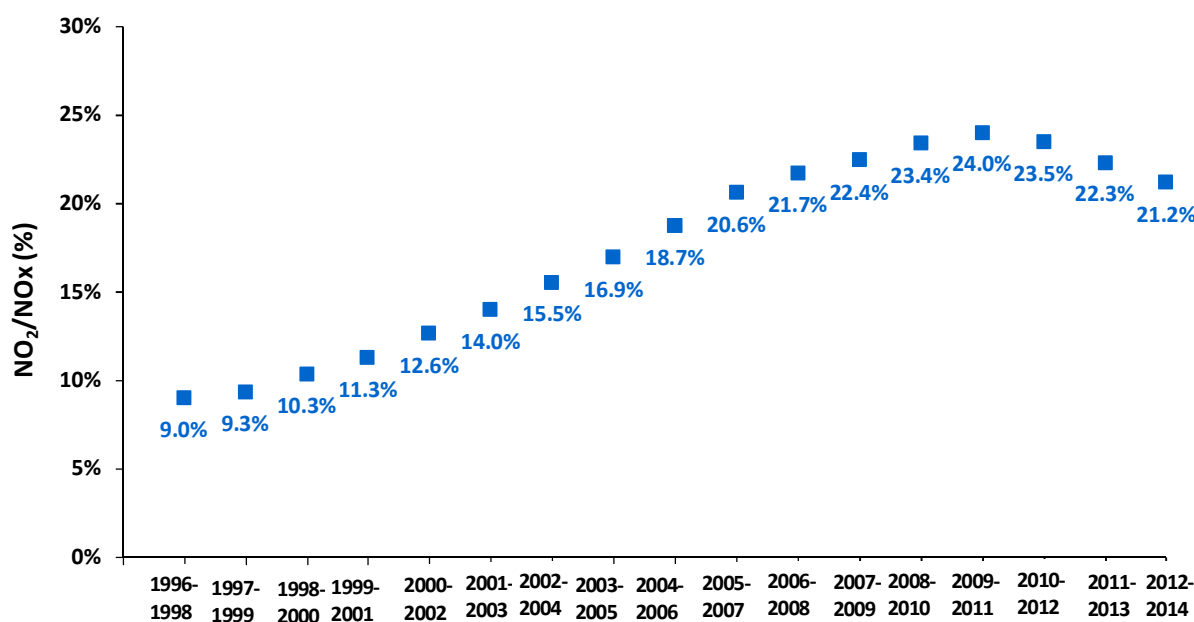
- Bien qu'en diminution depuis plusieurs années, **les teneurs élevées de monoxyde d'azote (NO) et de NO<sub>x</sub>, polluant émis par les véhicules routiers, en bordure de voies de circulation, associées à un niveau de fond d'ozone toujours soutenu (NO + O<sub>3</sub> => NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>), conduisent au maintien de niveaux soutenus de dioxyde d'azote le long des grands axes de circulation.** Le renforcement d'actions de réduction sur les précurseurs d'ozone, en Europe mais également à l'échelle de l'hémisphère nord où les niveaux de fond d'ozone ont été multipliés par 5 en l'espace d'un siècle, présenterait un double bénéfice pour l'ozone et le dioxyde d'azote.
- La baisse importante des concentrations annuelles en NO<sub>x</sub>, enregistrée depuis la fin des années 1990 aussi bien en situation de fond qu'à proximité immédiate du trafic routier (Figure 38), s'explique notamment par l'augmentation progressive du nombre de véhicules catalysés (aussi bien essence que diesel) dans le parc roulant. La relative stabilité observée depuis quelques années pourrait s'expliquer par un parc roulant catalysé déjà largement prédominant. Les gains obtenus pour des normes Euro plus récentes sont à présent plus faibles.
- Autre facteur défavorable pour le NO<sub>2</sub> le long du trafic : la diésélisation du parc routier. D'après de nombreuses études [Affset, 2009] [Kousoulidou et al, 2008], si les filtres à particules catalysés équipant aujourd'hui la grande majorité des nouveaux véhicules diesel diminuent les émissions de particules, ceux utilisant la technique prépondérante de la catalyse d'oxydation augmentent en revanche la part du dioxyde d'azote dans les émissions d'oxydes d'azote. Or, la part de ces véhicules augmente d'année en année avec le renouvellement du parc. D'autres agglomérations européennes comme celle de Londres ont observé en quelques années des hausses sensibles des teneurs en dioxyde d'azote sur certains sites. Il s'agit le plus souvent de sites de centre ville avec un fort trafic diesel composé notamment de bus, ou d'axes routiers importants supportant un gros débit et/ou une vitesse élevée de circulation engendrant de plus fortes émissions de NO<sub>x</sub>. La méthodologie de calcul des émissions COPERT 4 publiée en août 2007 [EEA, 2007 et 2003] évoque une fraction de NO<sub>2</sub> dans les émissions de NO<sub>x</sub>, croissante pour les véhicules les plus récents. Les normes d'émission sont en effet basées sur les NO<sub>x</sub> et non sur le NO<sub>2</sub>. Par exemple, la fraction NO<sub>2</sub> des émissions de NO<sub>x</sub> d'un véhicule utilitaire léger diesel ou d'un véhicule particulier diesel à la norme<sup>10</sup> Euro 3 est estimée à 25 %. Elle est estimée à 55 % pour un véhicule diesel Euro 4. Pour les véhicules diesel Euro 5 et 6, les estimations sont très incertaines et varient de 5 à 70 %. Des estimations plus récentes indiquent une fraction de NO<sub>2</sub> de 30 à 40 % pour ce type de véhicules. Comparativement, un véhicule plus ancien conforme à la norme Euro 1 ou Euro 2, a une fraction

<sup>10</sup> Les normes européennes d'émission, dites normes Euro sont des règlements de l'Union européenne qui fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants. Il s'agit d'un ensemble de normes de plus en plus strictes s'appliquant aux véhicules neufs. Leur objectif est de réduire la pollution atmosphérique due au transport routier.

moyenne de NO<sub>2</sub> de 11 %. Les véhicules à motorisation essence quant à eux, quels que soient leur norme Euro et leur type, émettent seulement entre 2 et 6 % des oxydes d'azote sous forme de NO<sub>2</sub>.

La **Figure 39** illustre l'évolution du ratio des concentrations de NO<sub>2</sub> sur les concentrations de NO<sub>x</sub> relevées sur les stations trafic en Ile-de-France, après avoir retranché les teneurs de fond pour se rapprocher le plus possible du ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> à l'émission (impact). Alors que l'impact en NO<sub>2</sub> en proximité au trafic représentait moins de 10 % en 1998, celui-ci a plus que doublé en 10 ans (24 % en 2011). Néanmoins, ce ratio montre une baisse depuis 2012. Sur les stations parisiennes, le ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> a stagné entre 2007 et 2012. En revanche, sur la station du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil, le ratio a régulièrement augmenté jusqu'en 2011 et a baissé de manière moins importante. Sur la station Autoroute A1, le ratio reste constant après une augmentation importante. Une explication de ces variations peut être liée à l'évolution de la composition du parc routier, avec des taux de deux-roues et de diesel différents. Sur la dernière décennie, les stations parisiennes ont vu une augmentation du pourcentage de deux-roues (+16 % de 2003 à 2012<sup>11</sup> [Mairie de Paris, 2013]) et sont moins concernées que le Boulevard périphérique et les axes autoroutiers par l'essor du diesel. Précisons que le ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> est plus faible sur les deux-roues. Une étude plus approfondie de la composition du parc routier permettrait de conforter ces hypothèses.

Outre la baisse des émissions de NO<sub>x</sub>, **un des enjeux majeurs des évolutions des niveaux de dioxyde d'azote, tant en situation de fond qu'en proximité au trafic routier, est lié à la prise en compte des émissions primaires de NO<sub>2</sub> des véhicules diesel.**



**Figure 39 : ratio des concentrations NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, une fois les teneurs de fond retranchées, en moyenne sur 3 ans sur les stations de proximité au trafic routier en Ile-de-France de 1998 à 2014**

### En situation de fond

En moyennes sur 3 ans, la **Figure 40** montre une baisse des niveaux de NO<sub>2</sub> depuis la fin des années 1990. Les améliorations technologiques sur les différentes sources d'émission (trafic, chauffage, industrie) expliquent cette baisse, en particulier la généralisation progressive des pots catalytiques (essence et diesel) sur les véhicules. De 2000 à 2006, la baisse annuelle moyenne est de 4 %. Depuis, la baisse est beaucoup plus lente (- 1 % par an en moyenne).

<sup>11</sup> Moyenne sur 6 sites du nombre de deux-roues journalier entre 8h et 20h

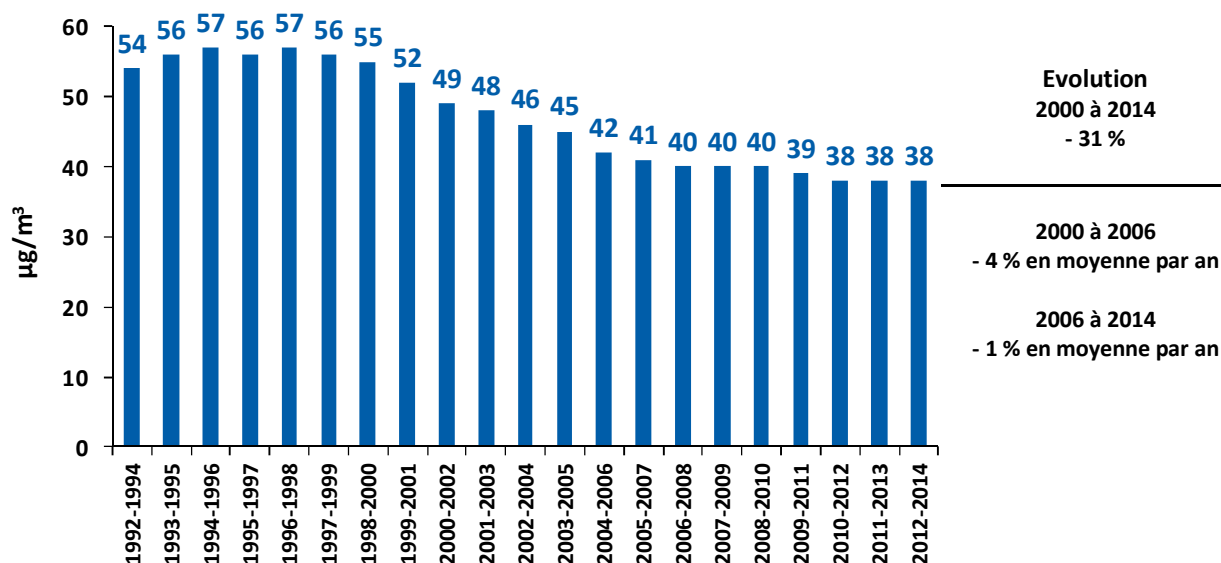


Figure 40 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyennes sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2012-2014

Une diminution encore plus sensible des concentrations moyennes de fond est observée pour les oxydes d'azote entre 1994 et 2014 (- 45 %) (Figure 41). La baisse s'amorce à la fin des années 90. Entre 1998 et 2006 le rythme annuel moyen de baisse est de - 4,5 %. Depuis 2006, la baisse est atténuée, le rythme annuel de baisse se limitant à - 2 %.

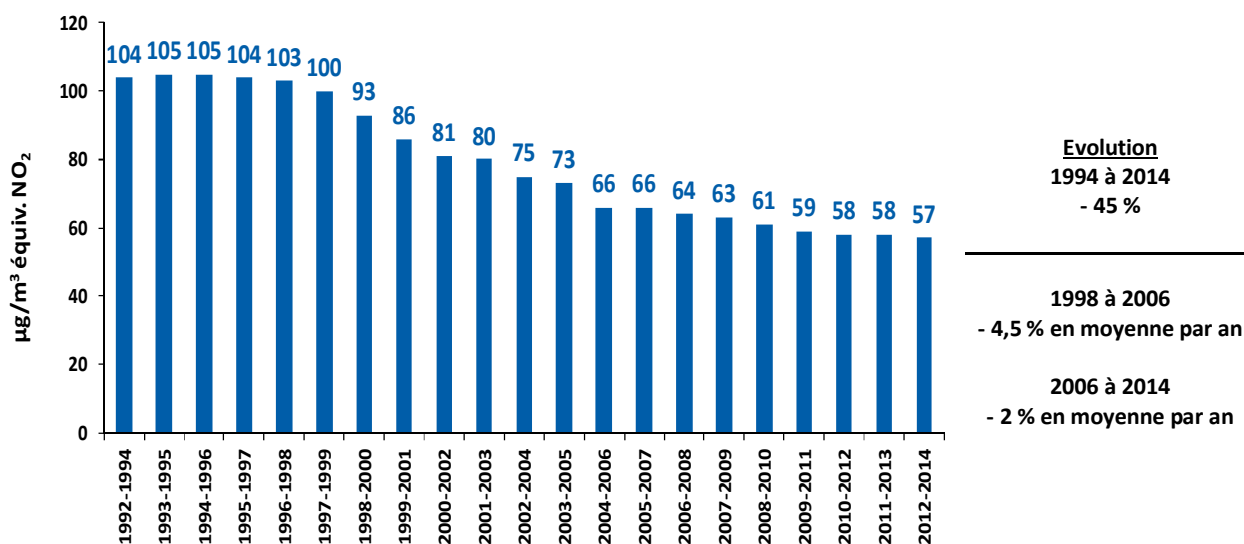


Figure 41 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en oxydes d'azote (NOx) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2012-2014

## Records

La [Figure 42](#) donne les concentrations les plus fortes 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 1991-2014	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 1991-2014	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 42 : records annuels pour le dioxyde d'azote \(NO<sub>2</sub>\) et les oxydes d'azote \(NO<sub>x</sub>\) en Ile-de-France](#)

## En résumé pour le dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote reste une problématique marquée en Ile-de-France : en 2014, 2.3 millions de Franciliens situés dans le cœur dense de l'agglomération sont potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite annuelle.

Des dépassements récurrents des valeurs limites, notamment à proximité du trafic où ils sont particulièrement importants.

Les niveaux sont globalement stables en situation de fond dans l'agglomération entre 2013 et 2014, et en légère baisse en grande couronne. Après une décroissance significative des teneurs de fond observée depuis le début des années 2000, la baisse des niveaux s'est ralentie depuis plusieurs années.

Le dioxyde d'azote reste majoritairement lié au trafic routier, les niveaux le long des grands axes de circulation pouvant être plus de deux fois supérieurs aux exigences réglementaires.

En proximité au trafic routier, une légère tendance à la baisse se dessine. L'année 2014 confirme une diminution de la part du NO<sub>2</sub> dans les concentrations d'oxydes d'azote, qui sont essentiellement liées aux véhicules diesel équipés de filtres à particules à catalyse d'oxydation.

Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	2014			2001-2013		
	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic
Dépassement de la <b>valeur limite</b> annuelle *	modérément	pas de dépassement	très largement	2003, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013	pas de dépassement	tous les ans
Dépassement de la <b>valeur limite</b> horaire *	pas de dépassement	pas de dépassement	très largement	pas de dépassement	pas de dépassement	depuis 2006

\* en prenant en compte les marges de dépassement décroissantes d'année en année

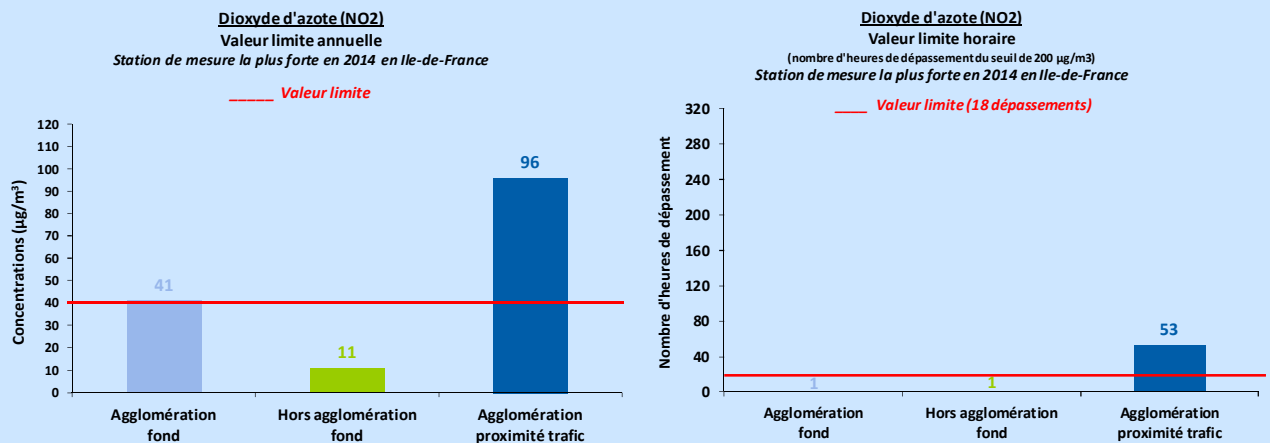


Figure 43 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Ile-de-France

## 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).

L'ozone réagit chimiquement avec le monoxyde d'azote, émis en grande partie par le trafic routier. Les teneurs en ozone sont donc très faibles à proximité immédiate du trafic routier. C'est pourquoi ce polluant n'est mesuré que sur les stations de fond et pas sur les stations trafic.

La formation de l'ozone nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent. C'est pourquoi les niveaux moyens d'ozone sont plus soutenus en zone rurale que dans l'agglomération où leurs précurseurs ont été produits.



### Effets sur la santé :

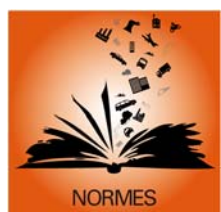
À des concentrations élevées, l'ozone a des effets marqués sur la santé de l'homme : problèmes respiratoires, déclenchement de crises d'asthme, diminution de la fonction pulmonaire et apparition de maladies respiratoires. Plusieurs études européennes ont signalé un accroissement de la mortalité quotidienne de + 0,3 % et des maladies cardiaques de + 0,4 % pour chaque augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> de la concentration en ozone [OMS, 2011].

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. [OMS, 2013].



### Effets sur l'environnement :

- perturbation de la photosynthèse, conduisant à une baisse du rendement des cultures,
- nécroses sur les feuilles et les aiguilles d'arbres,
- dégradation des matériaux de construction,
- contribution à l'effet de serre.



Objectif de qualité Objectif à long terme	Protection de la santé	120 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur 8 heures
Objectif de qualité Objectif à long terme	Protection de la végétation	AOT40* = 6000– µg/m <sup>3</sup> .h de mai à juillet
Valeur cible	Protection de la santé	120 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser + de 25 jours par an en moy sur 3 ans
Valeur cible	Protection de la végétation	AOT40* = 18000 µg/m <sup>3</sup> .h de mai à juillet en moyenne sur 5 ans

\* 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 9h et 21h légales, du 1er mai au 31 juillet de l'année considérée



	Tendances		Normes à respecter dans la mesure du possible			
	1992 2014	2007 2014	OQ / OLT santé	Valeur Cible santé	OQ / OLT végétation	Valeur Cible végétation
Loin du trafic	↗	→	Dépassé	Respectée	Dépassé	Respectée





De nombreux dépassements des critères de qualité sont toujours observés, malgré un été 2014 nuageux, pluvieux et frais.

## Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures

### Sur l'ensemble de l'Ile-de-France

L'ozone est un polluant dont les teneurs sont très influencées par les variabilités météorologiques interannuelles. Contrairement à l'été 2013, qui avait été globalement chaud et bien ensoleillé, l'été 2014 a été globalement nuageux, pluvieux et accompagné de températures nettement inférieures aux normales saisonnières. Il en résulte des teneurs globalement inférieures à celles enregistrées en 2013, en particulier les paramètres concernant les dépassements du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures.

### Protection de la santé

L'**objectif de qualité** annuel relatif à la protection de la santé (120 µg/m<sup>3</sup> sur une période de 8 heures) est dépassé chaque année en tout point de la région (Figure 44). Le dépassement est plus ou moins important selon les conditions météorologiques dominantes de l'année, en particulier les conditions estivales.

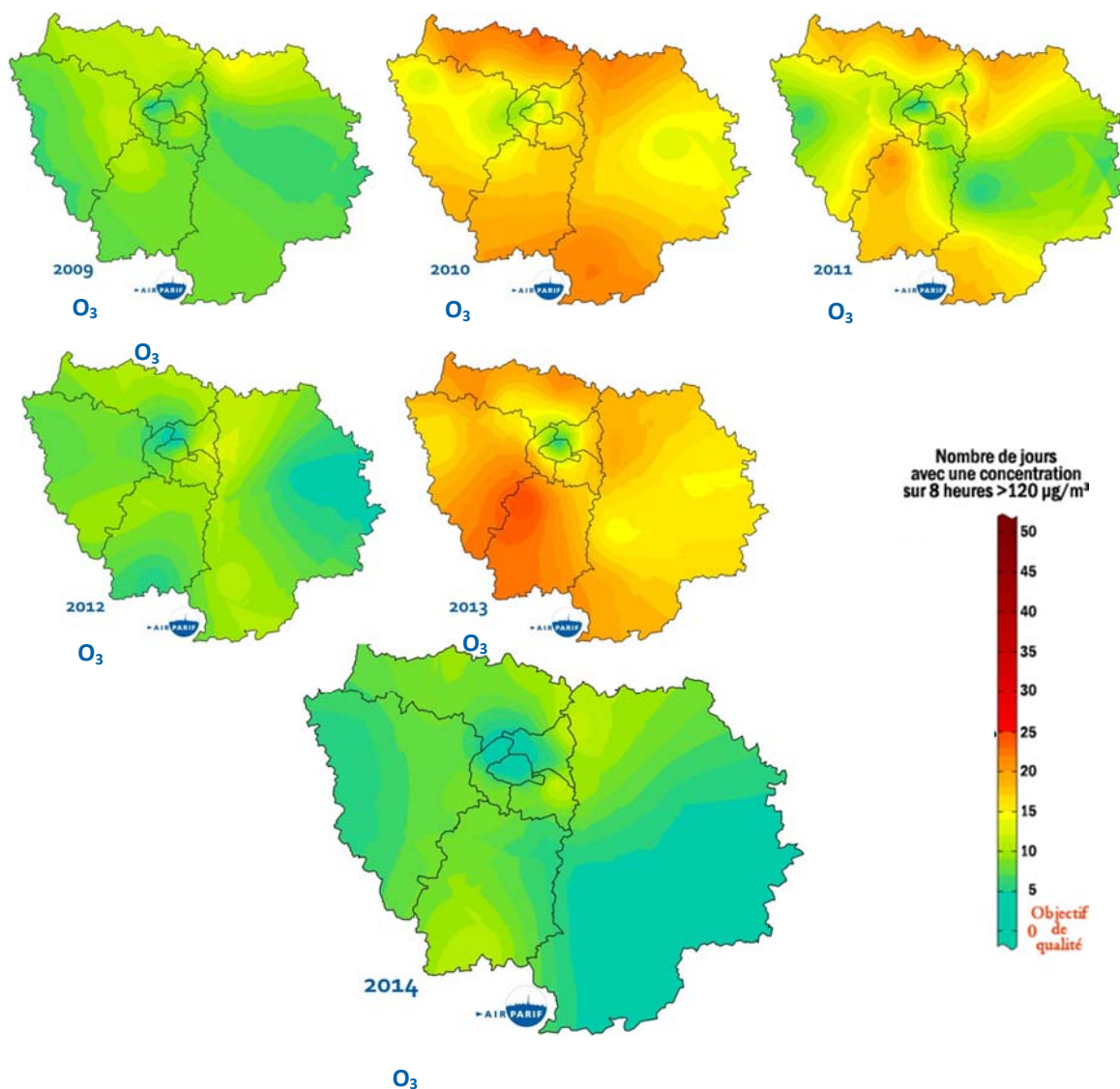


Figure 44 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O<sub>3</sub>) (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Ile-de-France de 2009 à 2014

La **valeur cible**, 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, la valeur cible n'est plus dépassée en Ile-de-France. Cela se confirme sur la période 2012-2014 (Figure 45).

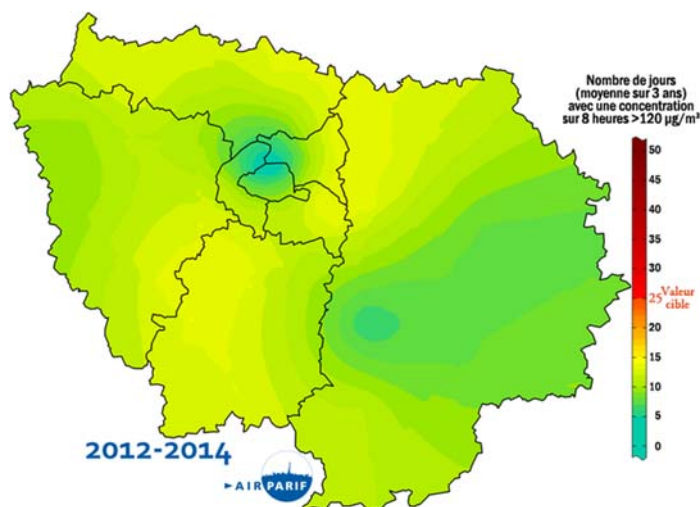


Figure 45 : situation de l'Ile-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O<sub>3</sub>) pour la santé (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Ile-de-France – période 2012-2014

### Protection de la végétation

De nombreuses études 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 et en particulier des forêts et zones d'intérêt écologique, mais aussi des cultures, en particulier les céréales. Le blé a par exemple fait l'objet de nombreux travaux [Feng et al, 2008] montrant des baisses de rendement associées à de forts niveaux d'ozone durant la période de croissance.

La réglementation intègre de ce fait des objectifs de qualité et valeurs cibles pour la végétation, calés sur les périodes de pleine végétation et de culture situées au printemps et au début de l'été. L'AOT 40 représente un cumul des concentrations dépassant un certain seuil sur l'ensemble de la période végétative, il s'exprime en µg/m<sup>3</sup>.h.

La situation de l'AOT par rapport au seuil de la **valeur cible** (18000 µg/m<sup>3</sup>.h) se juge en moyenne sur 5 ans, ce qui correspond à une période plus robuste que les 3 ans de la valeur cible pour la santé. La moyenne est de ce fait moins fluctuante d'une année à l'autre. **En 2014, le seuil de la valeur cible est largement respecté en tout point de l'Ile-de-France.**

### Zoom sur les stations de mesure

#### Protection de la santé

**Le dépassement généralisé de l'objectif de qualité annuel** sur l'ensemble de la région se retrouve évidemment sur toutes les stations de mesure, avec des dépassements souvent plus nombreux sur les stations périurbaines et rurales que dans le cœur de l'agglomération. Du fait de conditions météorologiques peu estivales de mai à août, l'année 2014 a enregistré deux fois moins de jours de dépassement de l'objectif de qualité qu'en 2013, et du même ordre qu'en 2012 (Figure 46).

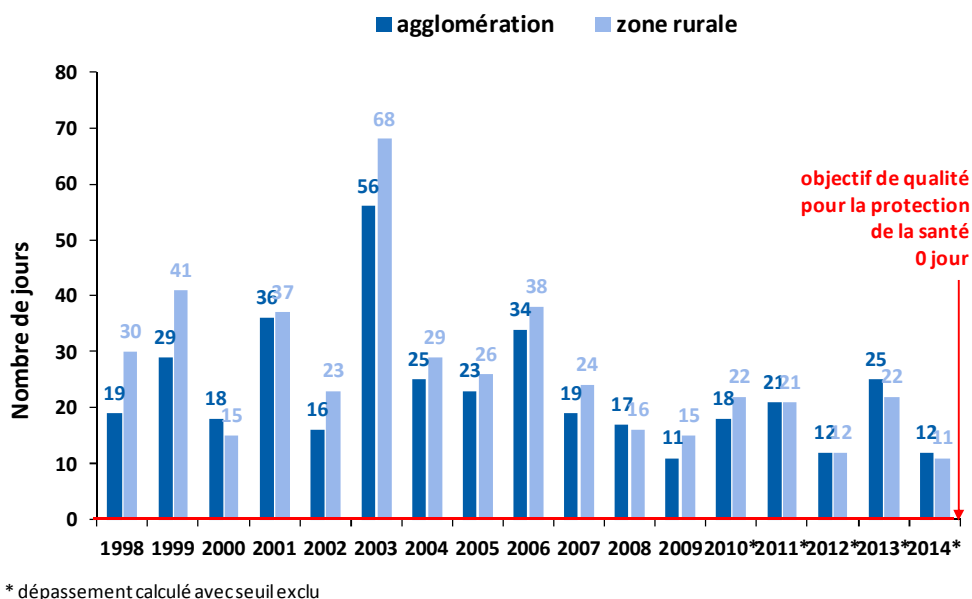


Figure 46 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O<sub>3</sub>) (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures), station de mesure la plus forte en Ile-de-France de 1998 à 2014

Concernant la **valeur cible pour la protection de la santé**, la moyenne du nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures reste en général plus élevée dans les zones rurales et périurbaines de l'agglomération (Figure 47). Les stations du cœur de l'agglomération, notamment celles où les émissions d'oxydes d'azote sont les plus importantes, observent le plus faible nombre de jours de dépassement en ozone. Cette observation est classique dans les grandes agglomérations. Elle est liée à l'effet "puits d'ozone" marqué des grandes métropoles, en comparaison avec les zones périphériques.

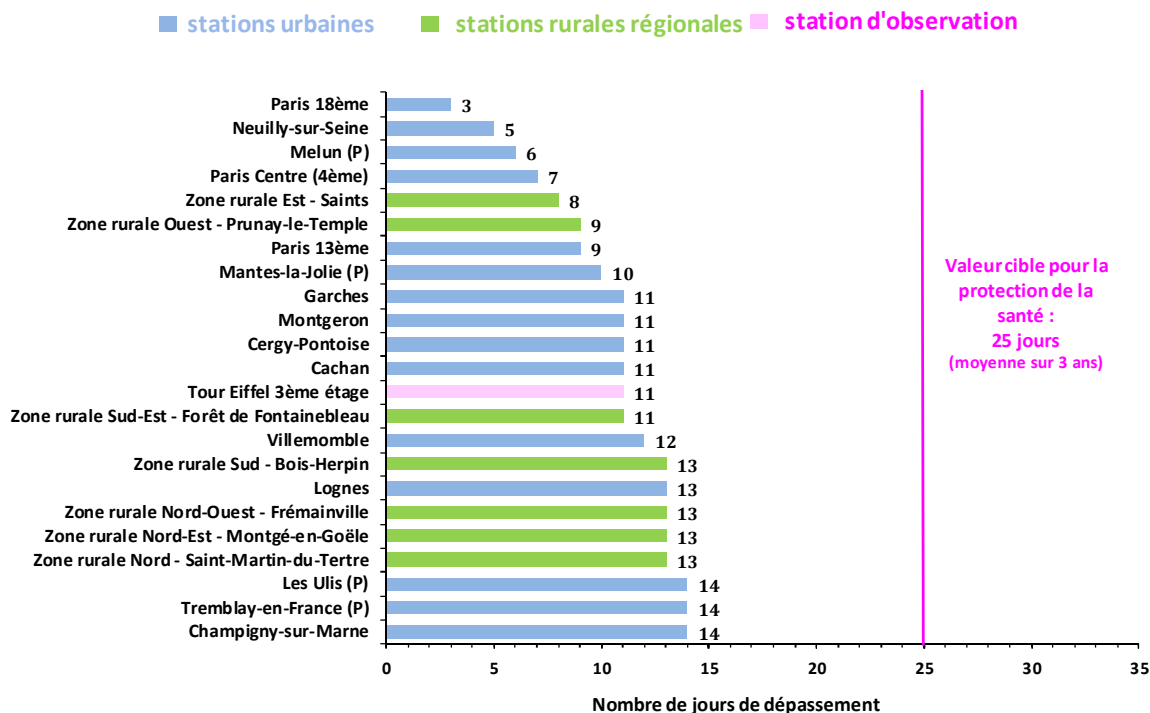


Figure 47 : nombre de jours de dépassement de la valeur cible en ozone (O<sub>3</sub>) pour la protection de la santé (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures) en Ile-de-France (moyenne 2012-2014)

## Protection de la végétation

En 2014, la valeur cible relative à la protection de la végétation (AOT 40, seuil de 18000 µg/m<sup>3</sup>.h en moyenne sur 5 ans) est largement respectée sur l'ensemble des stations de mesure, la plus forte moyenne enregistrée sur la période 2010-2014 étant de 13035 µg/m<sup>3</sup>.h.

En revanche, l'objectif de qualité français pour la protection de la végétation (équivalent à l'objectif à long terme européen) est de ne pas dépasser le seuil de 6000 µg/m<sup>3</sup>.h chaque année. Ce seuil est dépassé en Ile-de-France tous les ans. En 2014 (Figure 48), l'ensemble des stations de mesure franciliennes ne respectent pas l'objectif de qualité, tout particulièrement dans les zones rurales pour lesquelles s'applique ce seuil de protection, où les teneurs sont plus de deux fois supérieures à la norme.

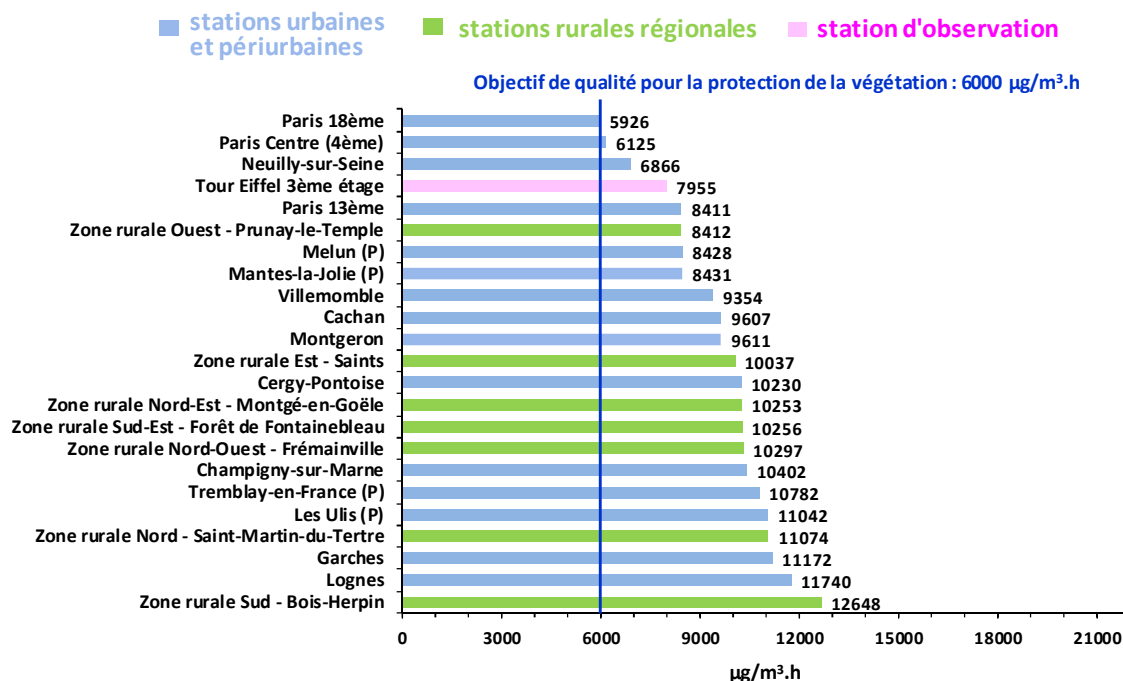


Figure 48 : situation par rapport à l'objectif de qualité en ozone (O<sub>3</sub>) pour la protection de la végétation (AOT<sub>40</sub>, seuil de 6000 µg/m<sup>3</sup>.h) en Ile-de-France en 2014

## Evolution en moyenne sur le long terme

Compte-tenu des fortes fluctuations interannuelles liées aux conditions météorologiques, la situation par rapport à la valeur cible pour la protection de la santé calculée sur 3 ans peut considérablement varier dans le temps. Néanmoins, **au vu des données des cinq dernières années, le dépassement de la valeur cible semble peu probable sur le long terme, même en zone rurale et périurbaine de l'Ile-de-France, hormis lors d'étés exceptionnels, très propices à de forts niveaux ozone.** La situation par rapport à cette norme ne peut s'évaluer de manière pertinente que sur le moyen terme. La valeur cible (moyenne sur 3 ans) est respectée dans l'agglomération et hors de l'agglomération, respectivement pour la huitième et la septième année consécutive (Figure 49). Cette observation est liée à des étés successifs sans excès d'ensoleillement ou de périodes durablement chaudes et peu venteuses. Au regard de l'évolution au cours des dernières années présentée en Figure 49, il ne semble pas que les niveaux moyens sur 8 heures connaissent une tendance à la baisse sur le long terme. Si l'été 2013, qui avait connu des conditions météorologiques plus estivales, montrait une légère hausse de ce paramètre, la moyenne 2012-2014 est la plus faible de l'historique.

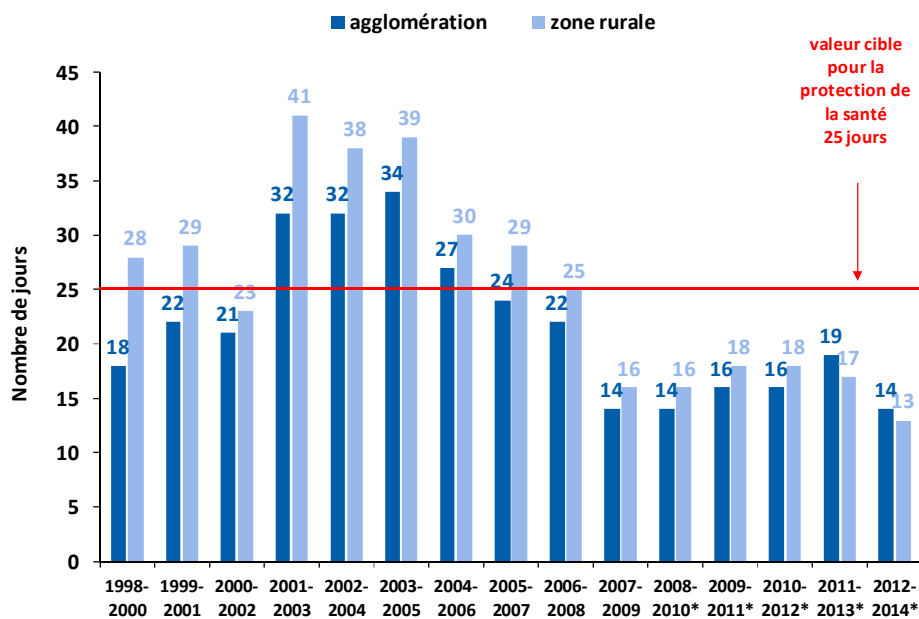
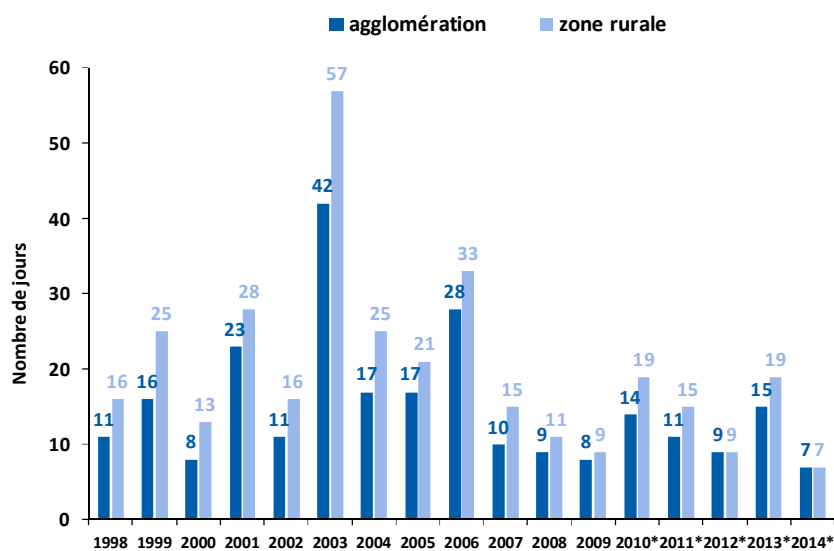


Figure 49 : nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures en ozone en moyenne sur 3 ans (valeur cible pour la protection de la santé), station de mesure la plus forte en Ile-de-France de 1998-2000 à 2012-2014

La même tendance est observée sur le nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité relatif à la protection de la santé. Malgré la succession de plusieurs étés peu propices à de forts niveaux d'ozone, le nombre de jours de dépassement ne montre pas de nette tendance à la baisse (Figure 50) et reste très supérieur à l'objectif de 0 dépassement. En 2014, plus de deux fois moins de jours de dépassements sont toutefois enregistrés par rapport à 2013. L'année 2014 est la plus faible enregistrée depuis 1998, à la fois dans l'agglomération et en zone rurale.



\* dépassement calculé avec seuil exclu

Figure 50 : 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 Ile-de-France de 1998 à 2014

La tendance de la Figure 51 est construite sur des moyennes glissantes par périodes de trois ans. Les niveaux moyens annuels d'ozone de l'agglomération ont augmenté de 80 % entre 1994 et 2014. La hausse a été observée 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 sont stables.

Cette hausse a été constatée en France mais aussi dans toute l'Europe. Elle est liée à deux phénomènes : le premier s'observe dans l'ensemble de l'hémisphère Nord et il tient à la hausse globale des émissions de précurseurs de l'ozone. Les scientifiques ne pronostiquent 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, 2011]. Le second tient paradoxalement à la diminution des niveaux d'oxydes d'azote dans les grandes agglomérations des pays les plus développés. La baisse régulière des niveaux de monoxyde d'azote, qui détruit chimiquement l'ozone, induit une hausse des niveaux moyens d'ozone. Il s'agit là des niveaux de tous les jours, pas des niveaux de pointe. Ces derniers ont plutôt tendance à légèrement diminuer dans et autour des grandes agglomérations européennes depuis dix ans, sans qu'il soit possible d'en évaluer précisément l'ampleur, compte-tenu du rôle majeur des conditions météorologiques estivales dans l'occurrence des forts niveaux d'ozone. Les modélisations sont peu nombreuses et souvent contradictoires quant aux niveaux de pointe d'ozone à attendre dans les prochaines années.

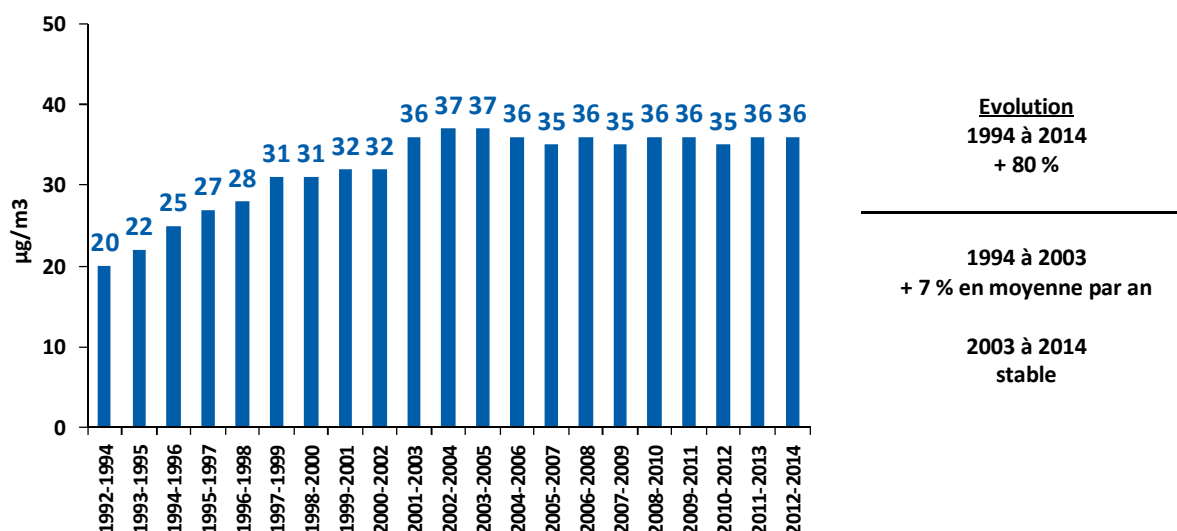


Figure 51 : évolution, à échantillon constant de trois stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone (O<sub>3</sub>) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2012-2014

Sur le moyen terme, l'ozone reste donc en Ile-de-France, comme dans l'ensemble des régions françaises et dans la majorité des pays européens, une problématique récurrente.

## Records

La Figure 52 indique les concentrations d'ozone les plus fortes relevées depuis 1992.

historique 1992-2014	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	55	Les Ulis, 2003	62	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 52 : records annuels pour l'ozone (O<sub>3</sub>) en Ile-de-France

## En résumé pour l'ozone

### Stabilisation des niveaux moyens

Les dépassements du seuil de l'objectif de qualité ont été sensiblement moins nombreux qu'en 2013, et sont proches des années 2009 et 2012, du fait d'une météorologie estivale peu ensoleillée et pluvieuse

intensité d'un dépassement      pas de dépassement

très largement	> + 50 %
largement	+ 30 à + 50 %
modérément	+ 10 à + 30 %
légerement	0 à + 10 %

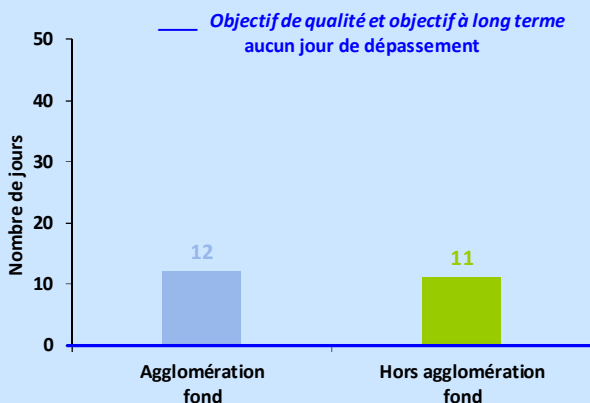
(O<sub>3</sub>)

	2014		
	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic
Dépassement de l' <b>objectif de qualité</b> (santé)			non mesuré
Dépassement de l' <b>objectif à long terme</b> applicable en 2020 (santé)			non mesuré
Dépassement de la <b>valeur cible</b> applicable en 2013 (santé)			non mesuré
Dépassement de l' <b>objectif de qualité</b> (végétation)			non mesuré
Dépassement de l' <b>objectif à long terme</b> applicable en 2020 (végétation)			non mesuré
Dépassement de la <b>valeur cible</b> applicable en 2013 (végétation)			non mesuré

	2001-2013		
	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic
Dépassement de l' <b>objectif de qualité</b> (santé)	tous les ans	tous les ans	non mesuré
Dépassement de l' <b>objectif à long terme</b> applicable en 2020 (santé)	tous les ans jusqu'en 2006	tous les ans jusqu'en 2006	non mesuré
Dépassement de la <b>valeur cible</b> applicable en 2013 (santé)	tous les ans	tous les ans	non mesuré
Dépassement de l' <b>objectif de qualité</b> (végétation)	tous les ans	tous les ans	non mesuré
Dépassement de l' <b>objectif à long terme</b> applicable en 2020 (végétation)	tous les ans	tous les ans	non mesuré
Dépassement de la <b>valeur cible</b> applicable en 2013 (végétation)			non mesuré

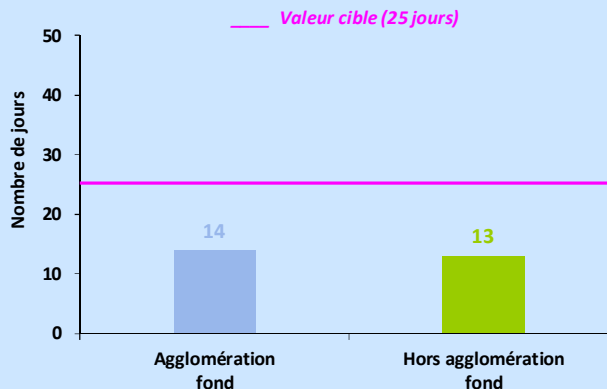
#### Ozone (O<sub>3</sub>) santé

Objectif de qualité et objectif à long terme  
Station de mesure la plus forte en 2014  
en Ile-de-France



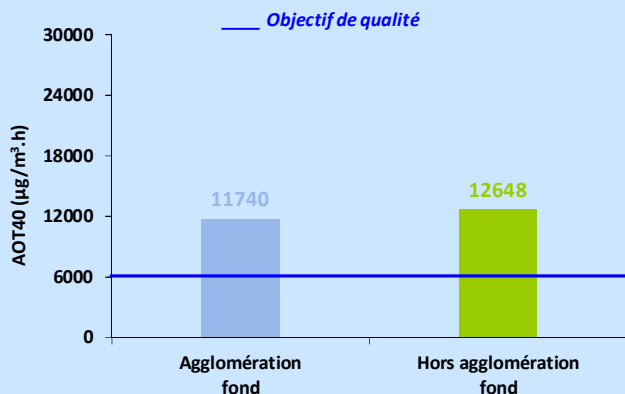
#### Ozone (O<sub>3</sub>) santé

Valeur cible  
Station de mesure la plus forte en 2014  
en Ile-de-France



#### Ozone (O<sub>3</sub>) végétation

Objectif de qualité et objectif à long terme  
Station de mesure la plus forte en 2014  
en Ile-de-France



#### Ozone (O<sub>3</sub>) végétation - Valeur cible

Station de mesure la plus forte en 2014  
en Ile-de-France

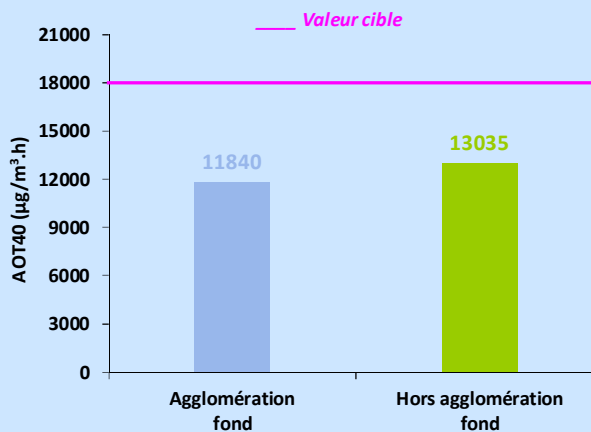


Figure 53 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en ozone (O<sub>3</sub>) en Ile-de-France





## 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.



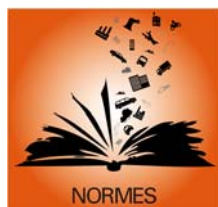
### Effets sur la santé :

Le benzène est **cancérogène** pour l'homme [IARC, 2012]. De plus, sa dégradation dans l'atmosphère produit des composés de type phénols, nitrophénols, nitrobenzène, peroxyacetyl nitrate qui ont également des effets toxiques et/ou cancérogènes.



### Effets sur l'environnement :

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



Valeur limite	Protection de la santé	5 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
Objectif de qualité	Protection de la santé	2 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle



	Tendances		Normes à respecter	Normes à respecter dans la mesure du possible
	1994 2014	2007 2014		
Loin du trafic	↘↘	↘	Valeur limite annuelle Respectée	Objectif de qualité Respecté
Le long du trafic	↘↘	↘	Respectée	Dépassé

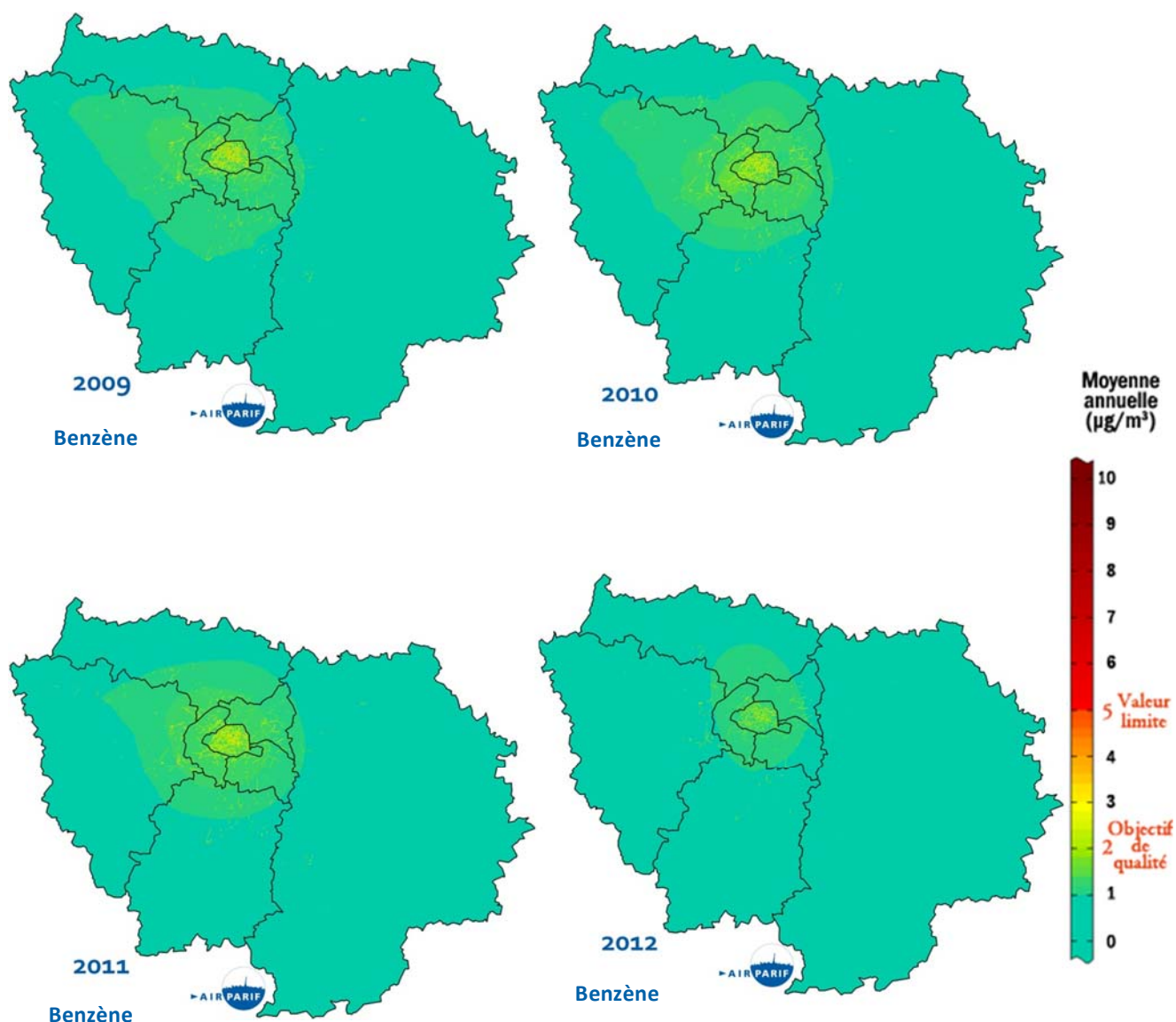
La baisse des niveaux se poursuit. L'objectif de qualité est respecté en situation de fond mais toujours pas en proximité au trafic routier.

## Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures

### Sur l'ensemble de l'Ile-de-France

Les cartes de la [Figure 54](#) illustrent les concentrations moyennes annuelles en benzène de 2009 à 2014 en Ile-de-France, ainsi qu'un zoom sur la petite couronne.

En 2014, les travaux d'harmonisation au niveau national des outils de cartographie se sont poursuivis. De nouvelles échelles de couleur, communes à l'ensemble des acteurs de la surveillance de la qualité de l'air en France, ont notamment été mises en place. Les cartographies ont également connu de nouvelles évolutions méthodologiques entraînant une modification de la plupart des indicateurs associés aux dépassements des valeurs réglementaires qui sont estimés grâce à ces cartographies. Afin de reconstituer un historique comparable, l'ensemble des cartographies ont été réalisées depuis 2007 en prenant en compte ces évolutions méthodologiques et les indicateurs associés ont été recalculés. L'impact de ces évolutions est décrit en [annexe 2](#).



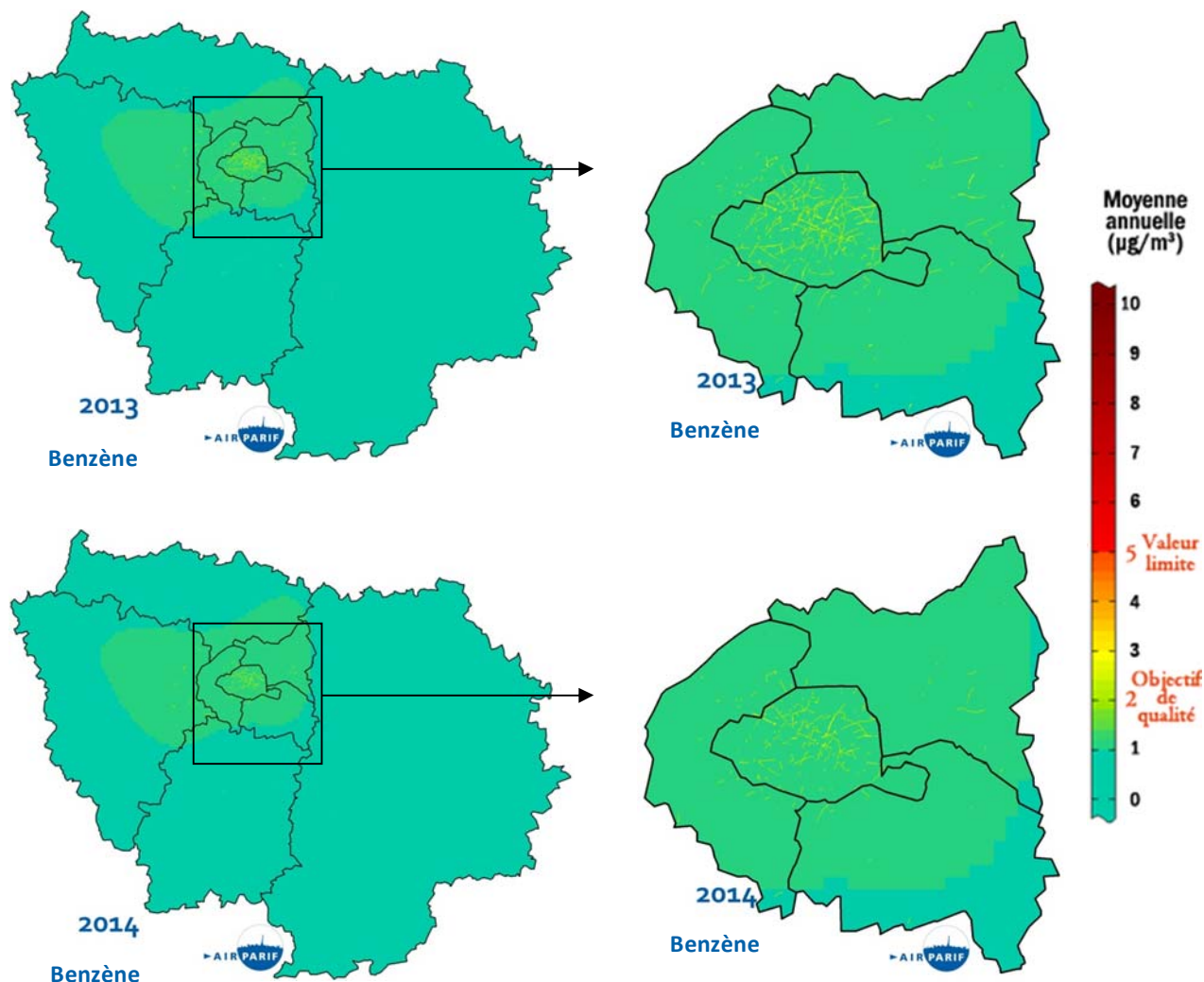


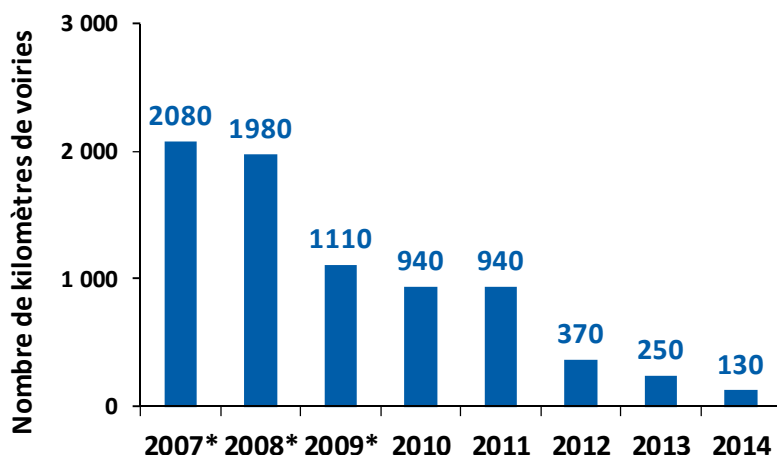
Figure 54 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Ile-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne, de 2009 à 2014

Les concentrations en benzène les plus importantes sont relevées 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 »). Elles peuvent également être élevées à proximité de sources ponctuelles.

Les concentrations de benzène en situation de fond sont légèrement plus élevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne. Une décroissance des niveaux est constatée au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre de l'agglomération parisienne.

Depuis quelques années, les niveaux en benzène continuent de baisser légèrement, en particulier le long du trafic.

Les outils de modélisation permettent d'estimer que l'objectif de qualité en benzène est dépassé sur environ 130 km de voiries, soit environ 1 % du réseau francilien modélisé par Airparif (Figure 55). Ces dépassements sont constatés exclusivement dans l'agglomération parisienne. La proportion du réseau routier modélisé dépassant l'objectif de qualité est d'environ 2 % dans l'agglomération. Dans Paris, environ 100 km de voiries sont concernés, soit près de 15 % du réseau parisien modélisé.

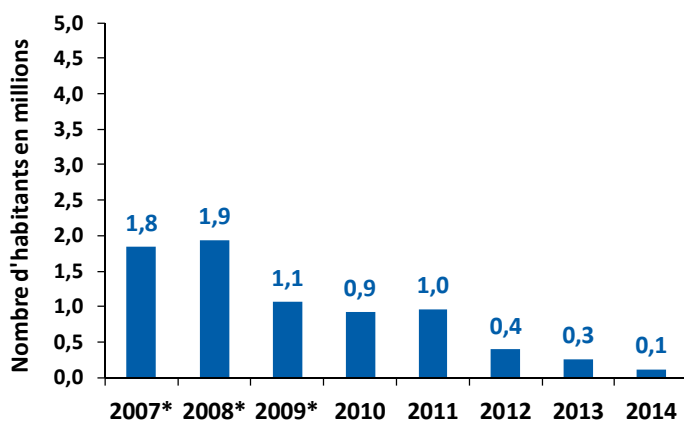


\* dépassements calculés avec le seuil inclus

Figure 55 : évolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant l'objectif de qualité en benzène en Ile-de-France de 2007 à 2014

En 2014, le dépassement potentiel de l'objectif de qualité en Ile-de-France concerne approximativement 100 000 habitants<sup>12</sup>. Ces derniers sont situés dans l'agglomération parisienne.

Le nombre de Franciliens potentiellement soumis à un dépassement de l'objectif de qualité (Figure 56) est en forte baisse. Il est compris entre 100 000 et 1,9 millions depuis 2007. Il est bien en deçà des chiffres constatés au début des années 2000. En 2002, 3,2 millions de Franciliens étaient en effet potentiellement concernés.



\* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 56 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de l'objectif de qualité en benzène en Ile-de-France de 2007 à 2014

La valeur limite en benzène n'est pas atteinte sur le réseau routier modélisé. 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 COV et plus particulièrement de benzène (type raffinerie, imprimerie ...).

<sup>12</sup> exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au niveau de leur domicile

## Zoom sur les stations de mesure

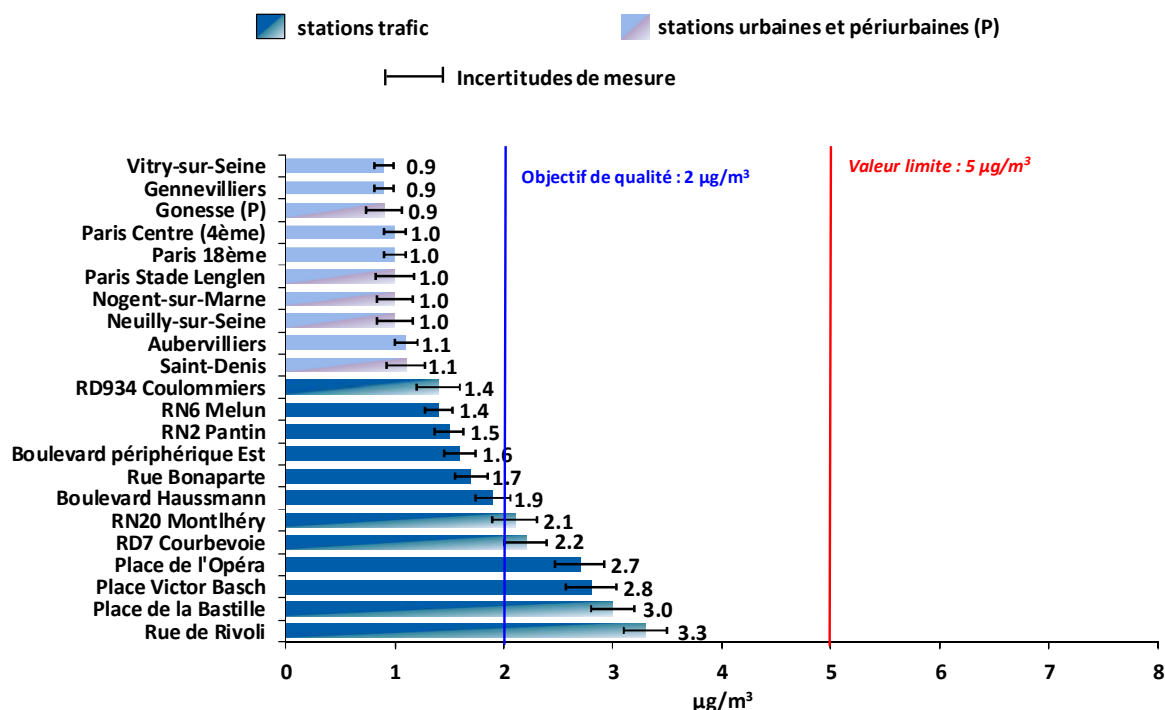
La **Figure 57** illustre les concentrations moyennes annuelles de benzène en 2014 en Ile-de-France, pour l'ensemble des stations de mesure. Ces stations sont de deux types, selon les méthodes de mesure qui sont utilisées :

- Il y a d'une part les stations de mesure fixe, équipées de tubes actifs, qui mesurent le benzène en continu toute l'année. En 2014, 5 sites supplémentaires ont été équipés, portant à 12 le nombre de stations fixes en benzène, conformément au Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air pour la période 2010-2014.
- D'autre part, Airparif réalise en complément, depuis 2007, des mesures discontinues de benzène. Ces mesures sont effectuées au moyen de tubes à diffusion durant 7 semaines non continues en hiver et 7 semaines non continues en été. En 2014, cinq sites trafic, ainsi que 5 sites de fond urbains ont ainsi été échantillonnés. Les axes routiers surveillés sont des routes nationales ou des places en centre-ville avec circulation fréquemment congestionnée. Tous sont caractérisés par une fréquentation piétonne ou par la présence d'habitations riveraines au voisinage immédiat de l'axe. Pour ces sites, les résultats indiqués représentent la moyenne de ces quatorze semaines.

En situation de **fond**, les stations franciliennes respectent toutes l'objectif de qualité français (depuis 2002) et la valeur limite européenne. Les niveaux enregistrés en 2014 sont en légère baisse par rapport à 2013, compris entre 0,9 et 1,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . C'est l'année la plus faible de l'historique.

Sur les stations **trafic**, les sites de mesure dans Paris relèvent les plus fortes teneurs, entre 1,6 et 3,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cela est lié à une vitesse moyenne de circulation plus faible et des conditions fréquemment congestionnées, susceptibles d'engendrer des émissions plus importantes de benzène que lorsque la vitesse de circulation est élevée. Les niveaux sont globalement stables entre 2013 et 2014.

Les niveaux annuels sont encore supérieurs à l'objectif de qualité français (2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur plus de la moitié des stations trafic. Ils sont toutefois largement inférieurs au seuil de la valeur limite annuelle (5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



**Figure 57 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Ile-de-France en 2014 (moyenne sur 14 semaines pour les mesures discontinues)**

Il est à noter que des concentrations ponctuellement plus importantes peuvent être rencontrées à proximité immédiate de sources d'émission telles que les stations-service, les garages, qui font l'objet de campagnes de mesure spécifiques.

## Evolution en moyenne sur le long terme

### En situation de fond

Après une très forte baisse enregistrée jusqu'au début des années 2000 (diminution du taux de benzène dans les carburants), les niveaux diminuent beaucoup plus lentement ces dernières années (Figure 58) et respectent les réglementations française et européenne.

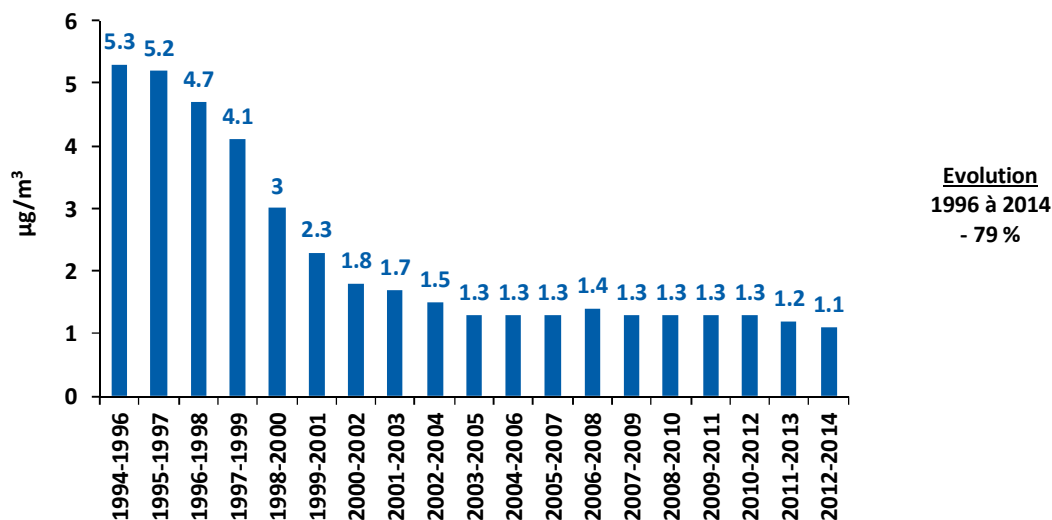


Figure 58 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, de la concentration moyenne de benzène sur 3 ans dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2012-2014

### En proximité au trafic routier

La tendance des teneurs en **benzène** en proximité au trafic suit celle des autres polluants primaires directement émis par le trafic, avec toutefois une baisse plus marquée en 2000, date à laquelle une réglementation européenne a limité le taux de benzène dans les carburants (Figure 59). Depuis 2007, la baisse observée s'est sensiblement ralentie.

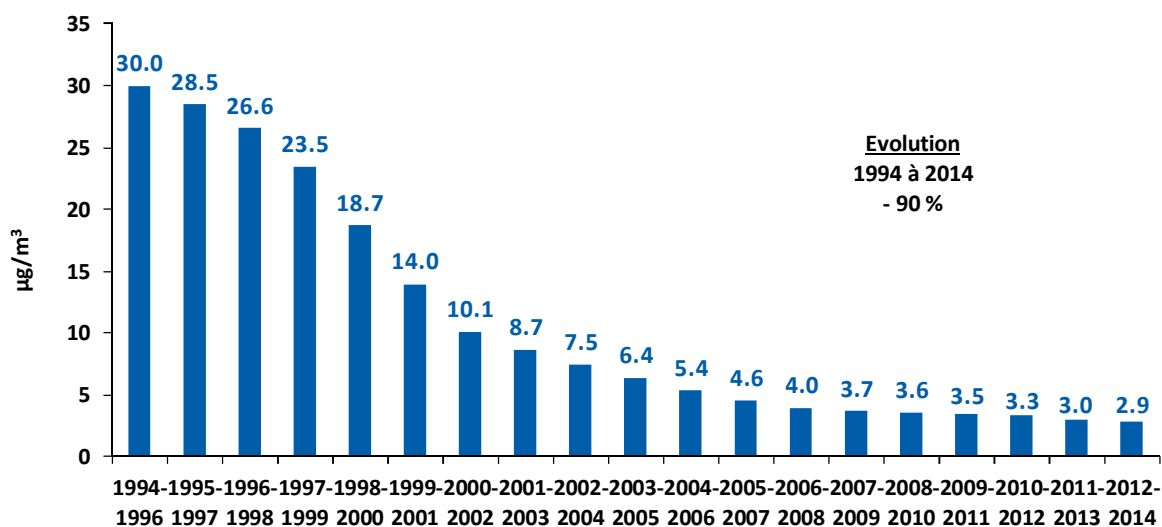


Figure 59 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en benzène sur la station trafic de la Place Victor Basch à Paris de 1994-1996 à 2012-2014

## En résumé pour le benzène

100 000 Franciliens sont potentiellement exposés à un dépassement de l'objectif de qualité

Légère baisse des niveaux entre 2013 et 2014.

Après une décroissance significative des teneurs observées depuis 1994, la baisse se poursuit à un rythme plus faible, à la fois à proximité du trafic routier et en situation de fond depuis plusieurs années.

intensité d'un dépassement		pas de dépassement
très largement	> + 50 %	
largement	+ 30 à + 50 %	
modérément	+ 10 à + 30 %	
légèrement	0 à + 10 %	

Benzène	2014			2001-2013		
	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic	Fond agglomération	Fond rural	Proximité trafic
Dépassement de l'objectif de qualité		<i>non mesuré</i>		sauf en 2001	<i>non mesuré</i>	tous les ans
Dépassement de la valeur limite		<i>non mesuré</i>			<i>non mesuré</i>	

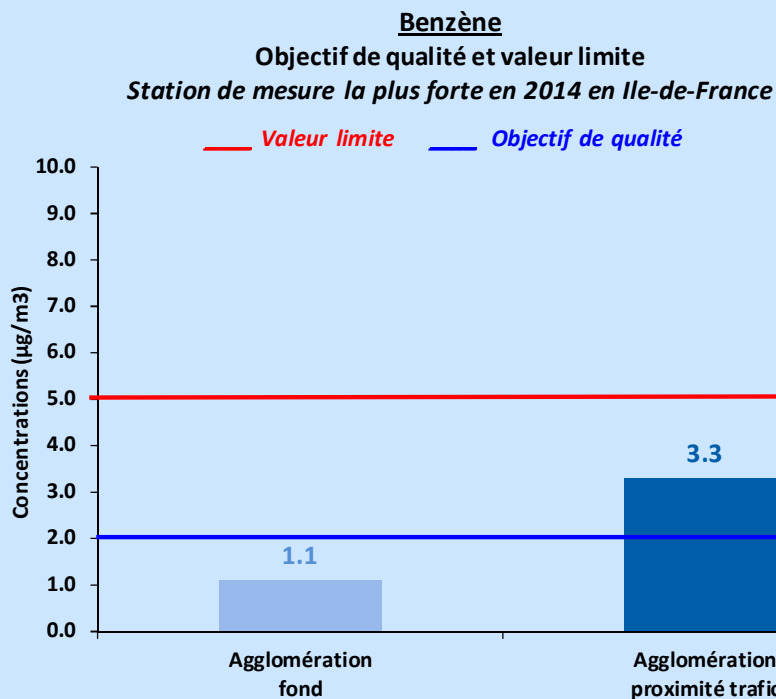


Figure 60 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en benzène en Ile-de-France

## Autres hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM)

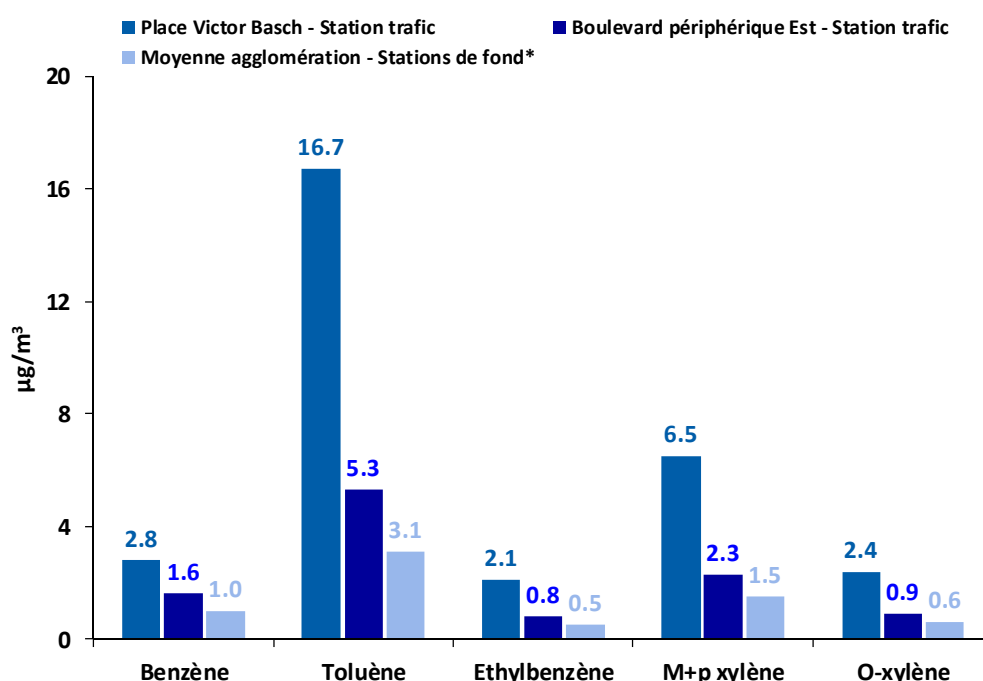
Outre le benzène, quatre HAM sont mesurés en routine par Airparif : toluène, éthylbenzène, m+p xylène et o-xylène. Ces composés sont principalement émis par le trafic routier, comme le benzène, mais également par leur utilisation comme solvant et les rejets de production. Le toluène est en particulier l'un des principaux constituants de l'essence sans plomb.

La **Figure 61** donne les concentrations moyennes annuelles de quatre autres HAM sur les douze stations de mesure en continu du benzène en Ile-de-France en 2014.

Ces composés ne font pas l'objet de normes de qualité de l'air. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de ne pas dépasser la teneur de 260 µg/m<sup>3</sup> en moyenne hebdomadaire pour le toluène. En 2014, la plus forte teneur relevée sur une semaine est de 27,9 µg/m<sup>3</sup> sur la station permanente Place Victor Basch, du 19 septembre au 10 octobre 2014. Cette valeur est plus de 9 fois inférieure à la recommandation de l'OMS.

	Concentrations moyennes annuelles (µg/m <sup>3</sup> )				
	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	M+p xylène	O-xylène
Paris Centre (4ème)	1.0	3.8	<i>nr</i>	<i>nr</i>	<i>nr</i>
Paris 18ème	1.0	3.5	0.6	1.7	0.7
Gennevilliers	0.9	2.8	0.5	1.4	0.6
Aubervilliers	1.0	3.6	0.6	1.8	0.7
Vitry-sur-Seine	0.9	2.5	0.4	1.1	0.5
<b>Moyenne agglomération fond</b>	<b>1.0</b>	<b>3.1</b>	<b>0.5</b>	<b>1.5</b>	<b>0.6</b>
Boulevard périphérique Est	1.6	5.3	0.8	2.3	0.9
Place Victor Basch	2.8	16.7	2.1	6.5	2.4
Rue Bonaparte	1.7	8.6	1.3	4.1	1.5
Bd Haussmann	1.9	10.5	1.5	4.8	1.9
Place de l'Opéra	2.7	16.4	2.2	7.2	2.6
RN2 Pantin	1.5	6.2	1.0	3.1	1.3
RN6 Melun	1.4	4.1	0.7	2.0	0.8

Figure 61 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en Ile-de-France en 2014





## Polluants ne dépassant pas les normes de qualité de l'air

### Benzo(a)pyrène et autres Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)



Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques 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, entrent donc dans la composition des particules PM<sub>10</sub>.



#### Effets sur la santé :

La toxicité des HAP varie fortement d'un composé à l'autre. La plupart des HAP sont mutagènes. Ils peuvent notamment entraîner une diminution de la réponse du système-immunitaire.

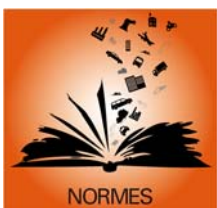
Le benzo(a)pyrène, considéré comme traceur de la pollution urbaine aux HAP, est cancérigène pour l'homme. D'autres HAP sont reconnus cancérigènes probables ou possibles. [IARC, 2012]

De nouvelles connaissances relient l'exposition aux HAP et l'état de santé cardiovasculaire. Mais les effets des HAP ne peuvent être individualisés de ceux des particules [OMS, 2013].

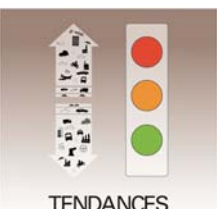


#### Effets sur l'environnement :

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.



Valeur cible	Protection de la santé	Benzo(a)pyrène dans la fraction PM <sub>10</sub> 1 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
--------------	------------------------	---



	Tendances		Normes à respecter dans la mesure du possible
	1998 - 2014	2007 - 2014	
Loin du trafic	→	→	Valeur cible Respectée
Le long du trafic	↘↘	↘	Respectée

Des mesures de benzo(a)pyrène et de douze autres HAP sont effectuées par AIRPARIF depuis une quinzaine d'années sur plusieurs stations de mesure (fond et trafic). Dans Paris, les HAP sont mesurés depuis avril 2010 sur la station Paris 13<sup>ème</sup> pendant la fermeture provisoire de la station de Paris 1<sup>er</sup> Les Halles en raison des travaux du Jardin des Halles. La mesure implantée sur le site du boulevard périphérique Porte d'Auteuil a été déplacée sur le nouveau site Boulevard périphérique Est.

## Benzo(a)pyrène

### Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation

La **valeur cible** européenne est largement respectée sur les cinq sites de mesure.

Le détail par station en 2014 (*Figure 63*) montre que des différences sont observées entre sites de fond. Elles peuvent s'expliquer par des variations d'émissions locales dans le cœur dense de l'agglomération, en particulier les émissions liées à la combustion du bois en cheminée ou à des brûlages non contrôlés à l'air libre (feux de jardin,...), plus importants en zone résidentielle de banlieue (Gennevilliers, Vitry-sur-Seine) que dans Paris et ses communes limitrophes. Le site trafic enregistre des niveaux légèrement plus forts qu'en fond.

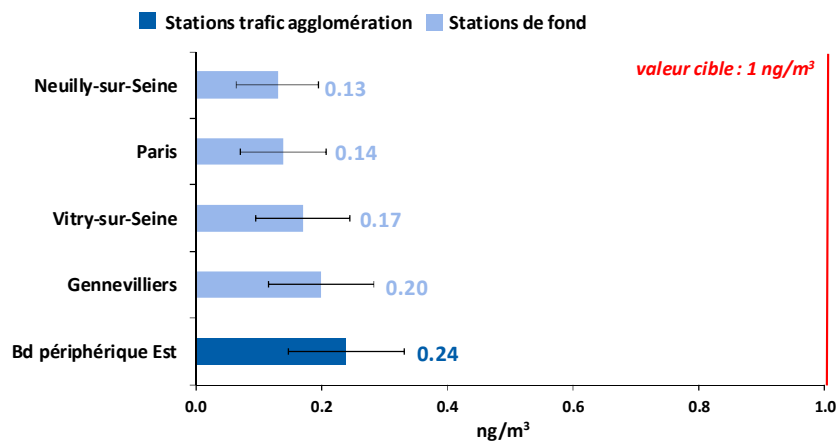


Figure 63 : concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène (BaP) en Ile-de-France en 2014

### Evolution en moyenne sur le long terme

Une baisse sensible est observée à proximité du trafic (- 70 %) entre 2001 et 2014 (*Figure 64*). Elle s'atténue depuis quelques années. En fond, les teneurs sont plus stables.

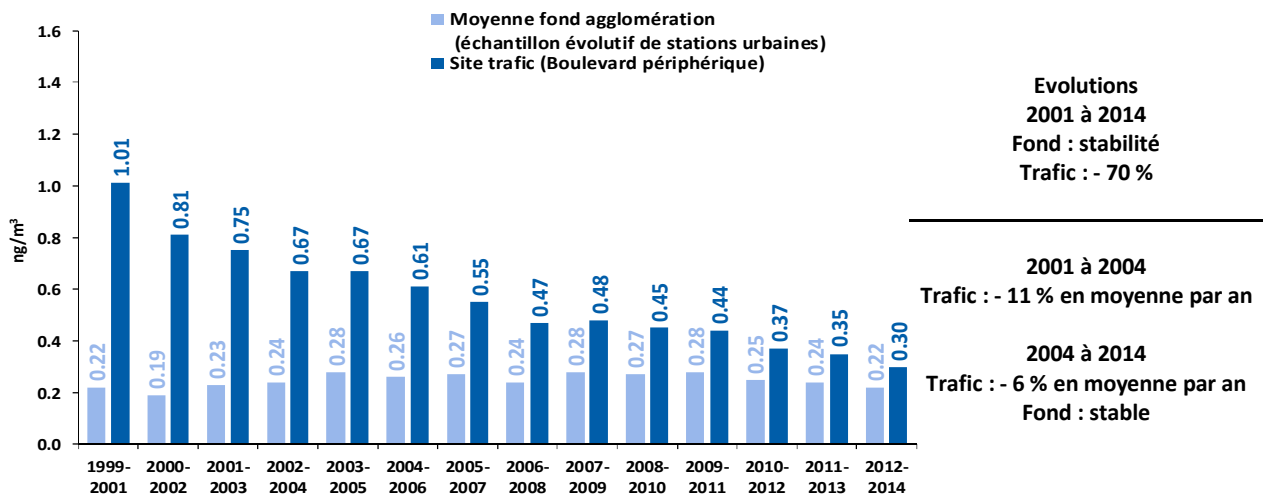


Figure 64 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans de benzo(a)pyrène (BaP) dans l'agglomération parisienne sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, et en site trafic le long du Boulevard périphérique de 1999-2001 à 2012-2014

Les teneurs de fond fluctuent d'une année à l'autre. 2014 est sensiblement plus faible de 2013 (-30 %). Ces fluctuations sont essentiellement liées aux variations climatiques interannuelles. En effet, l'année 2014 a enregistré des températures supérieures aux normales saisonnières, en particulier sur les mois d'hiver. Ce contexte météorologique induit un recours moins important au chauffage, entraînant une diminution des émissions liées à cette source. Sur la base de l'inventaire des émissions 2012, la diminution des émissions du secteur résidentiel et tertiaire entraînée par la faible rigueur climatique de l'année 2014 est estimée à environ 15 % par rapport à une année « normale ». 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 net 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, représenterait 52,4 % des émissions françaises des 8 HAP réglementés au niveau européen (CITEPA, 2013).** Rappelons l'importance du respect de l'interdiction du brûlage des déchets verts à l'air libre<sup>13</sup>, et de l'utilisation des filières d'élimination de ces déchets.

Les niveaux maximum journaliers fluctuent également énormément d'une année à l'autre. En 2014, les plus fortes teneurs journalières de benzo(a)pyrène ont été comprises entre 1,3 et 1,6 ng/m<sup>3</sup>, soit plus de deux fois moins élevés qu'en 2013 (Figure 65). Cette différence s'explique par l'absence d'épisode de pollution particulaire important lors de conditions hivernales en 2014, contrairement à décembre 2013. Ces niveaux sont très inférieurs aux teneurs relevées lors de l'épisode de pollution en particules observé du 9 au 12 janvier 2009 en Ile-de-France, au cours duquel les teneurs journalières en benzo(a)pyrène étaient comprises entre 4,2 et 8,1 ng/m<sup>3</sup> sur les cinq sites de mesure franciliens. Les sites les plus chargés étaient situés en banlieue résidentielle, à Vitry-sur-Seine et Gennevilliers. La contribution du chauffage domestique au bois dans l'observation de ces fortes concentrations est certaine. Des analyses de composition chimique réalisées durant cet épisode avaient pu le confirmer.

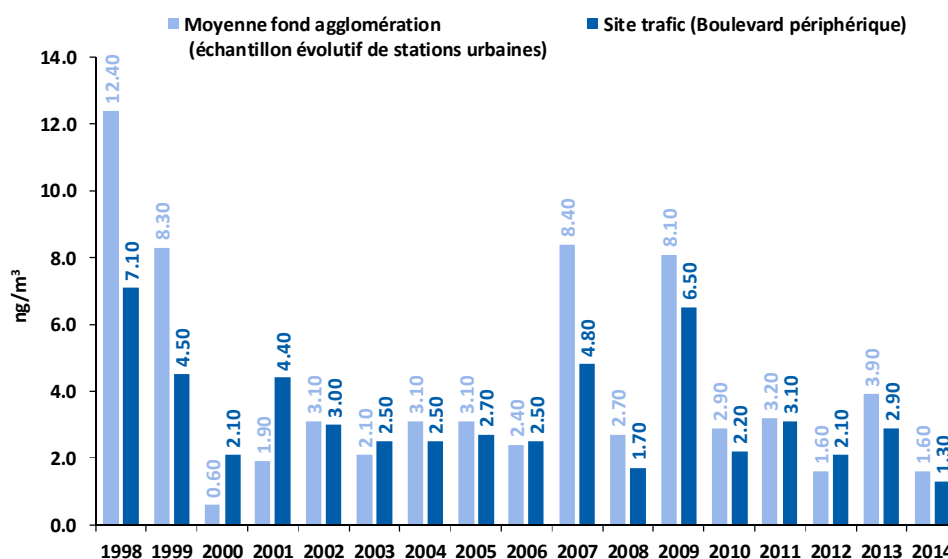


Figure 65 : évolution de la concentration maximale journalière de benzo(a)pyrène (BaP) dans l'agglomération parisienne, et en proximité au trafic routier le long du Boulevard périphérique de 1998 à 2014

En 2012, un programme d'études a été lancé afin de vérifier la pertinence du réseau de mesure actuel des HAP, en réalisant des mesures temporaires dans différentes zones potentiellement plus exposées dans l'agglomération parisienne ou en renseignant les niveaux hors agglomération parisienne. Ce programme permet également de vérifier l'absence de dépassement de la valeur cible pour le benzo(a)pyrène en Ile-de-France. Il comprend trois campagnes de mesure, visant prioritairement des zones résidentielles de l'agglomération parisienne fortement consommatrices de bois de chauffage. Les premières campagnes ont permis de mettre en évidence des concentrations très variables, et plus importantes que sur les sites de mesure fixe du réseau Airparif. Suite à ces résultats, un site de mesure sera implanté sur la commune d'Argenteuil en 2015, où ont été relevés les niveaux les plus élevés, en remplacement du site fixe de Neuilly-sur-Seine.

<sup>13</sup> Circulaire du 18.11. 2011 relative à l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts NOR : DEVR1115467C

## Autres HAP

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

AIRPARIF mesure, en plus du benzo(a)pyrène, 12 HAP dont les 6 qui sont cités dans la directive.

Les teneurs moyennes 2014 sont mentionnées sur la [Figure 66](#).

teneurs moyennes annuelles en ng/m <sup>3</sup>	Stations urbaines de fond					Station trafic
	Paris	Gennevilliers	Neuilly-sur-Seine	Vitry-sur-Seine	Moyenne agglomération fond	Boulevard périphérique Est
BENZO(a)PYRENE (BaP)	0.14	0.20	0.13	0.17	<b>0.16</b>	0.24
BENZO(a)ANTHRACENE (BaA) (*)	0.09	0.15	0.09	0.12	<b>0.11</b>	0.21
BENZO(b)FLUORANTHENE (BbF) (*)	0.21	0.29	0.20	0.25	<b>0.24</b>	0.32
BENZO(g,h,i)PERYLENE (BghiP)	0.20	0.27	0.20	0.22	<b>0.22</b>	0.33
BENZO(k)FLUORANTHENE (BkF) (*)	0.08	0.12	0.08	0.10	<b>0.10</b>	0.12
BENZO(j)FLUORANTHENE (BjF) (*)	0.13	0.16	0.12	0.14	<b>0.14</b>	0.17
FLUORANTHENE (FL)	1.43	1.90	1.62	1.38	<b>1.58</b>	2.60
INDENO(1,2,3-c,d)PYRENE (IP) (*)	0.16	0.22	0.15	0.19	<b>0.18</b>	0.21
PYRENE (PY)	1.16	1.57	1.23	1.18	<b>1.29</b>	3.26
ANTHRACENE (AN)	0.27	0.43	0.28	0.31	<b>0.32</b>	0.81
PHENANTHRENE (PH)	6.45	7.64	6.54	6.34	<b>6.74</b>	12.09
DIBENZO(ah)ANTHRACENE (dB) (*)	0.02	0.02	0.02	0.02	<b>0.02</b>	0.02
CHRYSENE (CH)	0.25	0.34	0.25	0.30	<b>0.29</b>	0.55
Total 13 HAP mesurés	10.6	13.3	10.9	10.7	<b>11.4</b>	20.9

(\*) mesure recommandée par la directive européenne

**Figure 66 : concentrations moyennes annuelles des treize HAP mesurés en Ile-de-France en 2014**

## Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel



Les métaux proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles, des ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels.

Le **plomb (Pb)** était principalement émis par le trafic routier jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée en 2000. Les principales sources actuelles sont la combustion du bois et du fioul, l'industrie, ainsi que le trafic routier (abrasion des freins).

L'**arsenic (As)** provient de la combustion de combustibles minéraux solides et du fioul lourd ainsi que de l'utilisation de certaines matières premières notamment dans la production de verre, de métaux non ferreux ou la métallurgie des ferreux.

Le **cadmium (Cd)** est essentiellement émis par l'incinération de déchets, ainsi que la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse.

Le **nickel (Ni)** est émis essentiellement par la combustion du fioul lourd.



### Effets sur la santé :

Les métaux s'accumulent dans l'organisme.

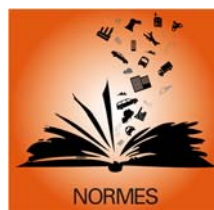
A plus ou moins long terme, et pour des expositions chroniques, les métaux provoquent des affections respiratoires (arsenic, cadmium, nickel), cardiovasculaires (arsenic), neurologiques (plomb, arsenic) et des fonctions rénales (Cadmium) [Ineris, 2003] [Ineris, 2006] [Ineris 2010] [Ineris, 2011].

L'arsenic, le cadmium et le nickel sont classés cancérigènes pour l'homme [IARC, 2012].

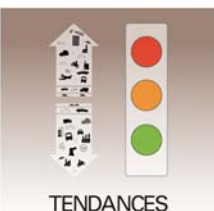


### Effets sur l'environnement :

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



Valeur limite annuelle	Protection de la santé	Plomb : 0,5 µg/m <sup>3</sup> en moy annuelle
Valeur cible	Protection de la santé	Arsenic : 6 ng/m <sup>3</sup> en moy annuelle Cadmium : 5 ng/m <sup>3</sup> en moy annuelle Nickel: 20 ng/m <sup>3</sup> en moy annuelle
Objectif de qualité	Protection de la santé	Plomb : 0,25 µg/m <sup>3</sup> en moy annuelle



		Tendances		Normes à respecter	Normes à respecter dans la mesure du possible	
		1992-2005	2007-2014		Valeur limite	Objectif de qualité
Pb	Loin du trafic	-	→	Respectée	Respecté	
	Le long du trafic	↘↘	-	Respectée	Respecté	
As	Loin du trafic	-	↘			Respectée
Cd	Loin du trafic	-	→			Respectée
Ni	Loin du trafic	-	↘			Respectée

La stratégie de surveillance des métaux a évolué dans le courant de l'année 2008. Compte tenu de niveaux faibles enregistrés tant à proximité du trafic qu'en situation de fond, AIRPARIF a choisi de mettre en place des campagnes de mesure tournantes au voisinage des sites industriels émetteurs des métaux réglementés en Ile-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. Un rapport final synthétisant l'ensemble des études réalisées autour de ces sites industriels sera diffusé en 2015. Suite à l'une de ces campagnes, un site de mesure fixe a été ouvert à Limay en janvier 2015.

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 sources ponctuelles. Depuis avril 2010, les mesures sont effectuées sur la station de Paris 18<sup>ème</sup>.

Le mercure n'est pas mesuré de manière permanente. Mais une première 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].

**Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et évolution sur le long terme**

Le **plomb**, qui a progressivement disparu des carburants, a vu ses teneurs diminuer de manière très importante (- 97 %) en 15 ans (Figure 67). Le plomb ne représente plus un indicateur pertinent du trafic routier et sa mesure a 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 sont tous deux très largement respectés, la moyenne 2014 étant 25 à 50 fois inférieure aux normes.

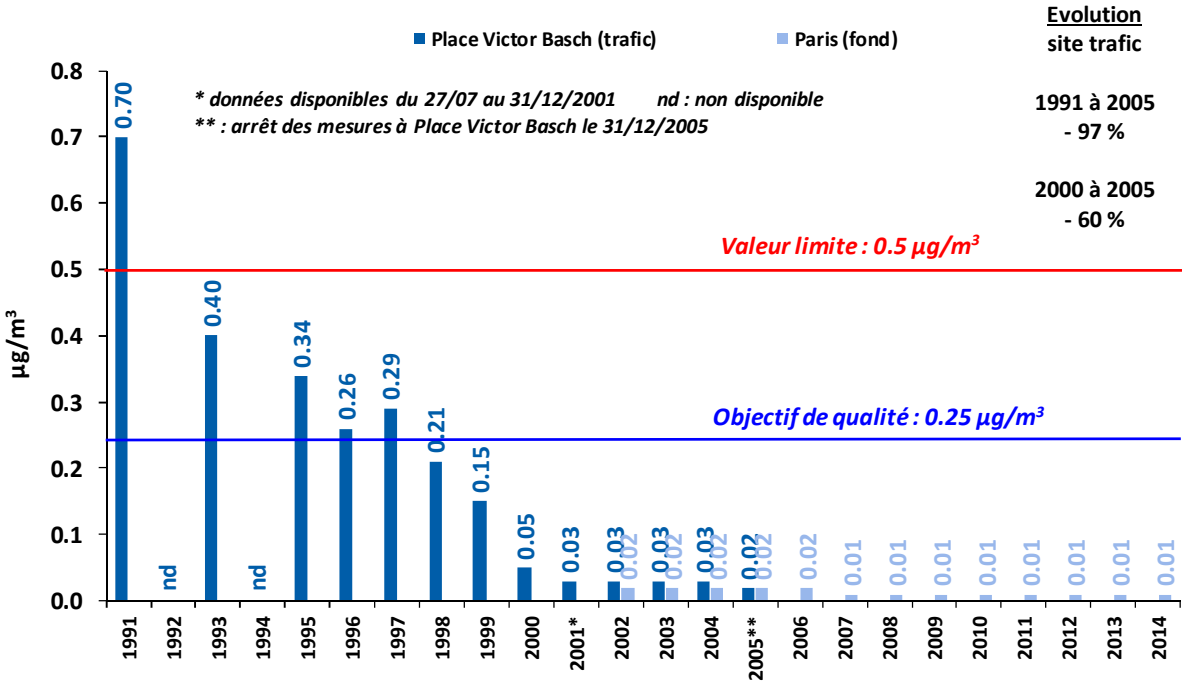


Figure 67 : évolution de la concentration moyenne annuelle de plomb (Pb) sur la station trafic de la Place Victor Basch (trafic) et à Paris (fond) de 1991 à 2014

Après une forte baisse enregistrée entre 2007 et 2008, les teneurs d'**arsenic** montraient une tendance à la hausse de 2008 à 2011. L'année 2012 a mis fin à cette hausse. En 2014, le niveau moyen d'arsenic relevé est légèrement inférieur à 2013. Cette valeur est 20 fois inférieure à la valeur cible annuelle fixée à 6 ng/m<sup>3</sup> (Figure 68).

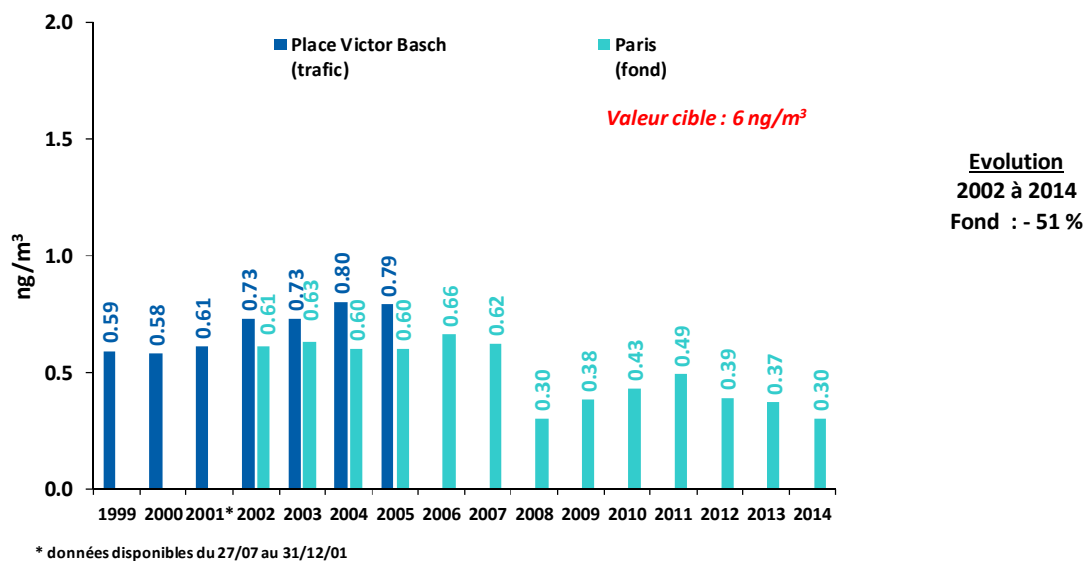


Figure 68 : évolution de la concentration moyenne annuelle d'arsenic (As) sur la station trafic de la Place Victor Basch (trafic) et à Paris (fond) de 1991 à 2014

Pour le **cadmium** (Figure 69) les teneurs ont diminué en fond comme au voisinage du trafic entre 1999 et 2014. Depuis 2008, les niveaux de cadmium ne montrent pas de tendance nette. La moyenne annuelle relevée en 2014 est légèrement plus faible qu'en 2013, proche de 2012. Elle est 35 fois inférieure à la valeur cible européenne.

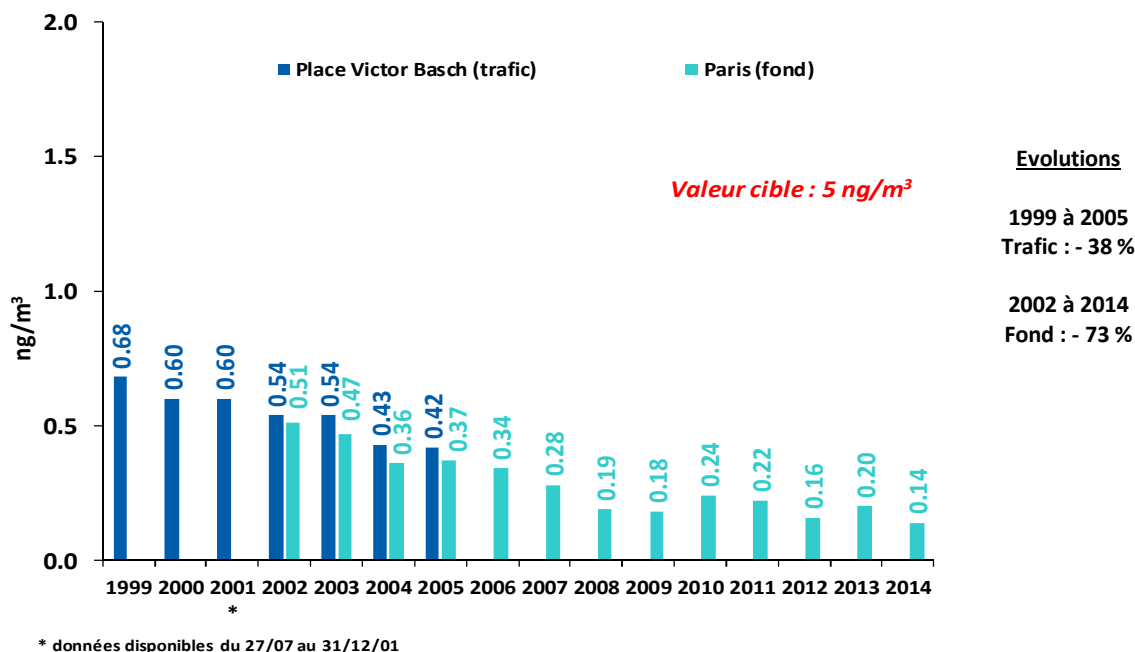


Figure 69 : évolution de la concentration moyenne annuelle de cadmium (Cd) sur la station trafic de la Place Victor Basch (trafic) et à Paris (fond) de 1991 à 2014

Des mesures de **nickel** 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 Paris 18<sup>ème</sup>. Les concentrations annuelles sont comprises entre 1,1 et 2,6 ng/m<sup>3</sup>, soit 8 à près de 20 fois inférieures à la valeur cible (Figure 70). L'année 2014 est la

plus faible de l'historique. Les moyennes journalières disponibles sont comprises entre 0,3 et 3,2 ng/m<sup>3</sup>.

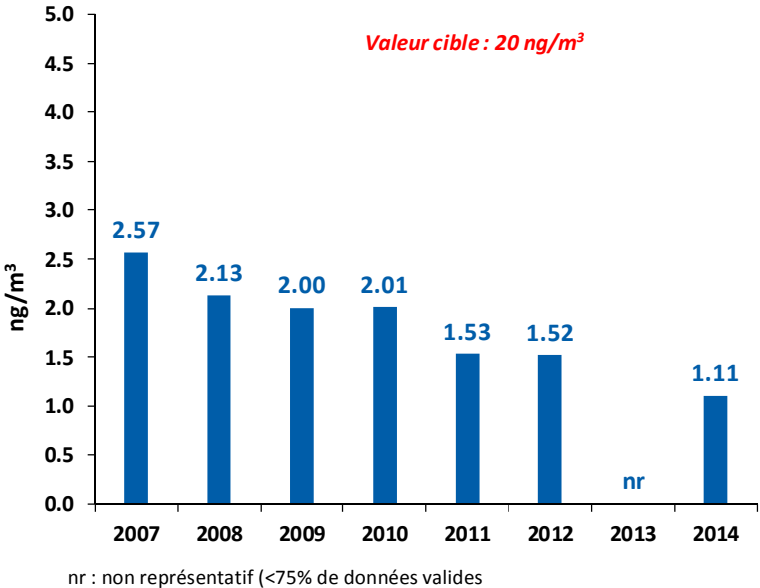


Figure 70 : évolution de la concentration moyenne annuelle de nickel (Ni) à Paris (fond) de 2007 à 2014



## Monoxyde de carbone (CO)



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



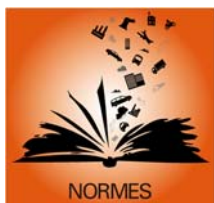
### Effets sur la santé :

A fortes teneurs et en milieu confiné, le monoxyde de carbone peut causer des intoxications provoquant des maux de tête et des vertiges, voire le coma ou la mort pour une exposition prolongée. Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang.



### Effets sur l'environnement :

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



Valeur limite	Protection de la santé	10000 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur 8 heures
---------------	------------------------	---



	Tendances		Normes à respecter
	1996-2014	2007-2014	
Loin du trafic	-	→	Valeur limite Respectée
Le long du trafic	↘↘	↘	Respectée

Une baisse constante et des niveaux très inférieurs aux normes.

Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation et comparaison aux années antérieures

La **valeur limite** pour la protection de la santé (10000 µg/m<sup>3</sup> sur une période de 8 heures) est largement respectée en situation de fond (maximum en 2014 = 1400 µg/m<sup>3</sup>) ainsi qu'à proximité du trafic (maximum = 1800 µg/m<sup>3</sup>) (Figure 71).

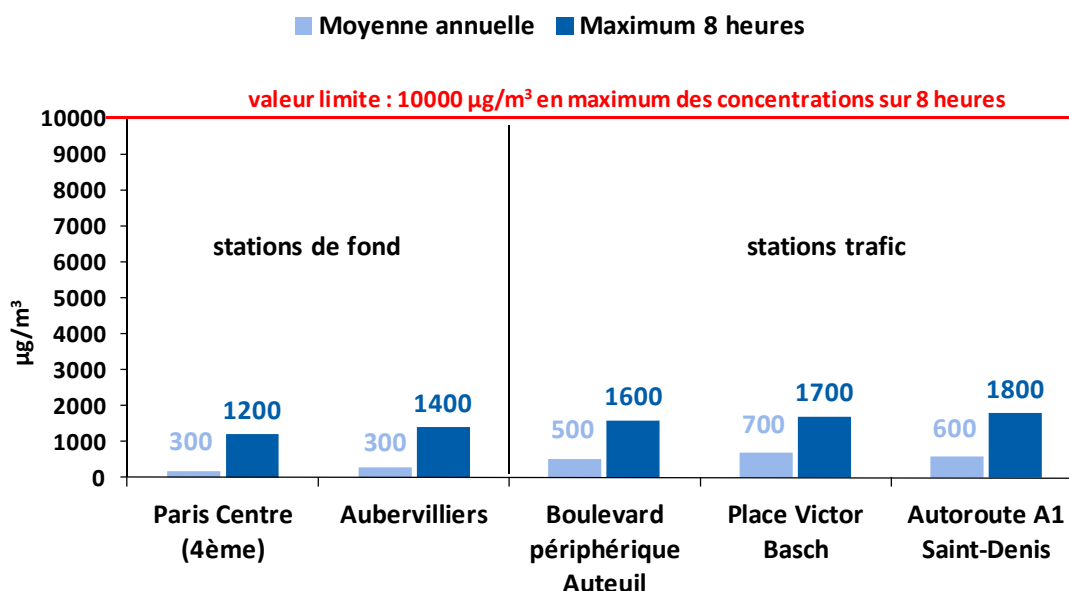


Figure 71 : concentrations moyennes annuelles et maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) en Ile-de-France en 2014

Evolution en moyenne sur le long terme

Comme pour les autres polluants primaires routiers, une baisse sensible est observée sur l'historique (Figure 72), avec une diminution de - 85 % entre 1996 et 2014 sur les sites trafic. Les concentrations tendent à se stabiliser depuis 2010. Les concentrations sont, comme pour les autres polluants primaires issus du trafic routier, plus faibles en situation de fond qu'au voisinage immédiat du trafic, toutefois l'écart tend à se réduire d'année en année.

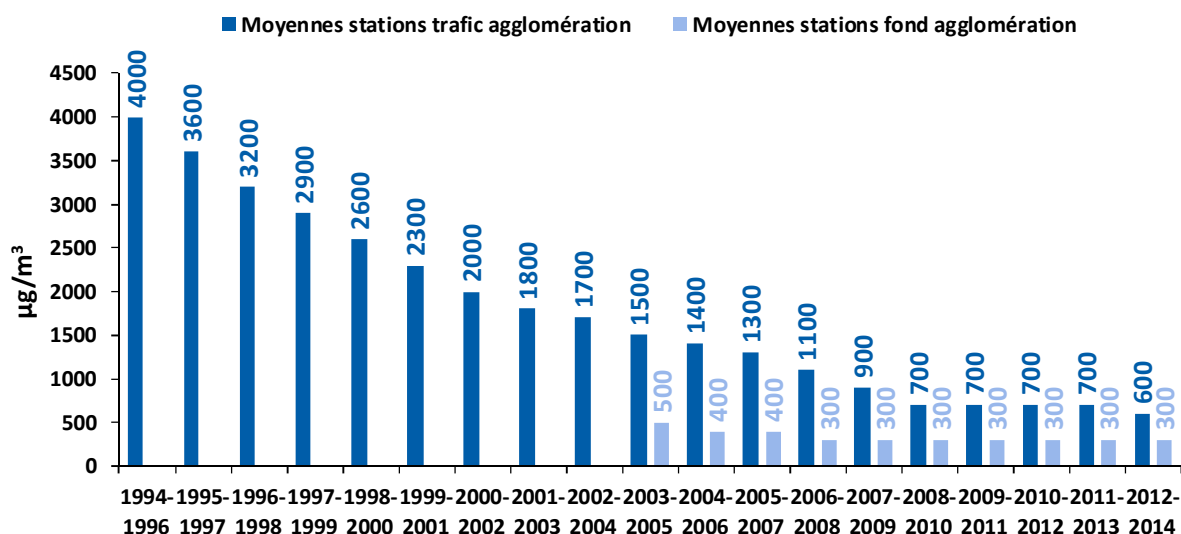


Figure 72 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en monoxyde de carbone (CO) en situation de proximité au trafic et en situation de fond dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2012-2014

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 Ile-de-France. Cinq stations sont néanmoins conservées, notamment afin de maintenir un historique de données.

La Figure 73 montre que les concentrations maximales sur 8 heures ont connu, comme pour les moyennes annuelles, de fortes baisses depuis 15 ans. Les teneurs maximales sont aujourd'hui 10 fois inférieures à celles relevées il y a quinze ans, du fait des progrès technologiques importants dans les émissions des véhicules routiers. Les dernières années sont les plus faibles de l'historique.

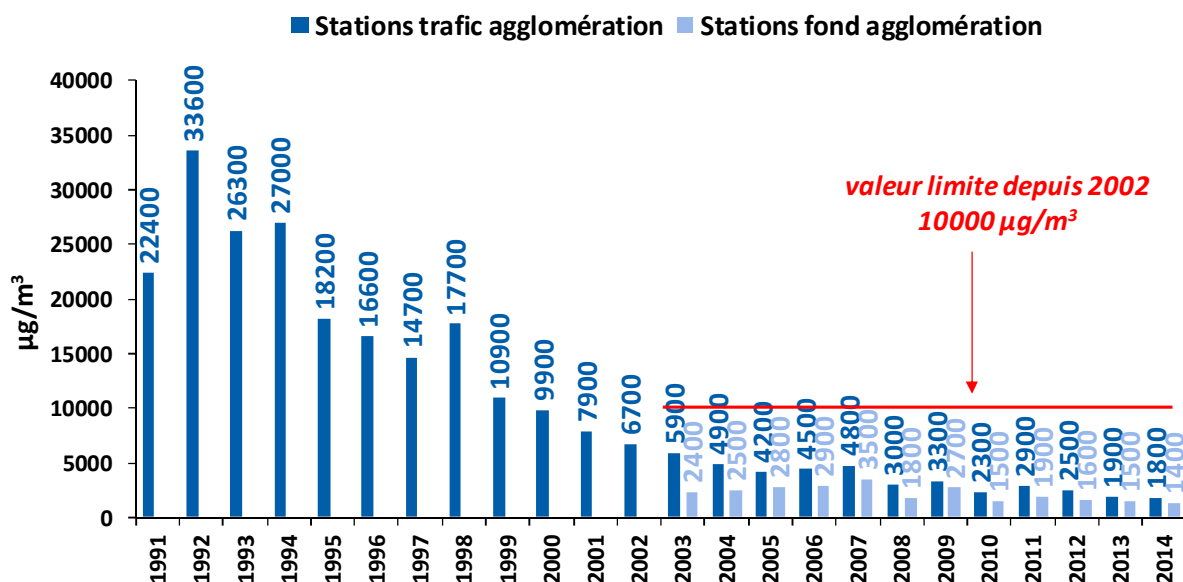


Figure 73 : évolution des concentrations maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) dans l'agglomération de 1991 à 2014

Précisons qu'il existe également des sources de monoxyde de carbone 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 sensiblement plus élevés à l'intérieur des logements, pouvant conduire à des intoxications sévères.

### Records

La Figure 74 recense les concentrations de monoxyde de carbone les plus fortes relevées sur l'historique de mesures depuis 1991.

Historique 1991-2014	Fond		Proximité au trafic	
	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?	Valeur (µg/m³)	Où et quand ?
<b>Concentration moyenne annuelle la plus forte</b>	500	Paris 1er les Halles, 2003 Paris 1er les Halles, Aubervilliers, 2004	8000	Place Victor Basch, 1991
<b>Concentration horaire maximale</b>	3900	Paris 1er les Halles le 1er février 2006 à 12h légales	41500	Place Victor Basch le 21 septembre 1992 à 19h légales
<b>Concentration sur 8 heures maximale</b>	3500	Aubervilliers, du 22 décembre à 22h légales au 23 décembre 2007 à 6h légales	33600	Place Victor Basch le 21 septembre 1992 de 16h à 24h légales

Figure 74 : records annuels pour le monoxyde de carbone (CO) en Ile-de-France



## 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.



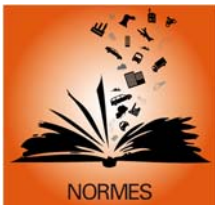
### Effets sur la santé :

Le SO<sub>2</sub> 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].



### Effets sur l'environnement :

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



Valeur limite horaire	Protection de la santé	350 µg/m <sup>3</sup> moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 fois par an
Valeur limite journalière	Protection de la santé	125 µg/m <sup>3</sup> moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Objectif de qualité	Protection de la santé	50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle



	Tendances		Normes à respecter		Normes à respecter dans la mesure du possible
	1992 2014	2007 2014	Valeur limite horaire	Valeur limite journalière	Objectif de qualité
<b>Loin du trafic</b>	↘↘	↘	Respectée	Respectée	Respecté
<b>Le long du trafic</b>	↘↘	↘	Respectée	Respectée	Respecté

Des niveaux très faibles qui respectent largement les normes.

## Situation en 2014 vis-à-vis de la réglementation

### Sur l'ensemble de l'Ile-de-France

L'objectif annuel de qualité et les valeurs limites applicables au SO<sub>2</sub> sont très largement respectés en tout point de l'Ile-de-France.

### Zoom sur les stations de mesure

En 2014, les concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> sont inférieures à la limite de détection (5 µg/m<sup>3</sup>) sur les cinq stations mesurant ce polluant en Ile-de-France, y compris la station trafic du boulevard périphérique parisien. Elles sont donc 50 fois inférieures à l'objectif de qualité (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.

## Evolution en moyenne sur le long terme

### En hiver depuis 50 ans

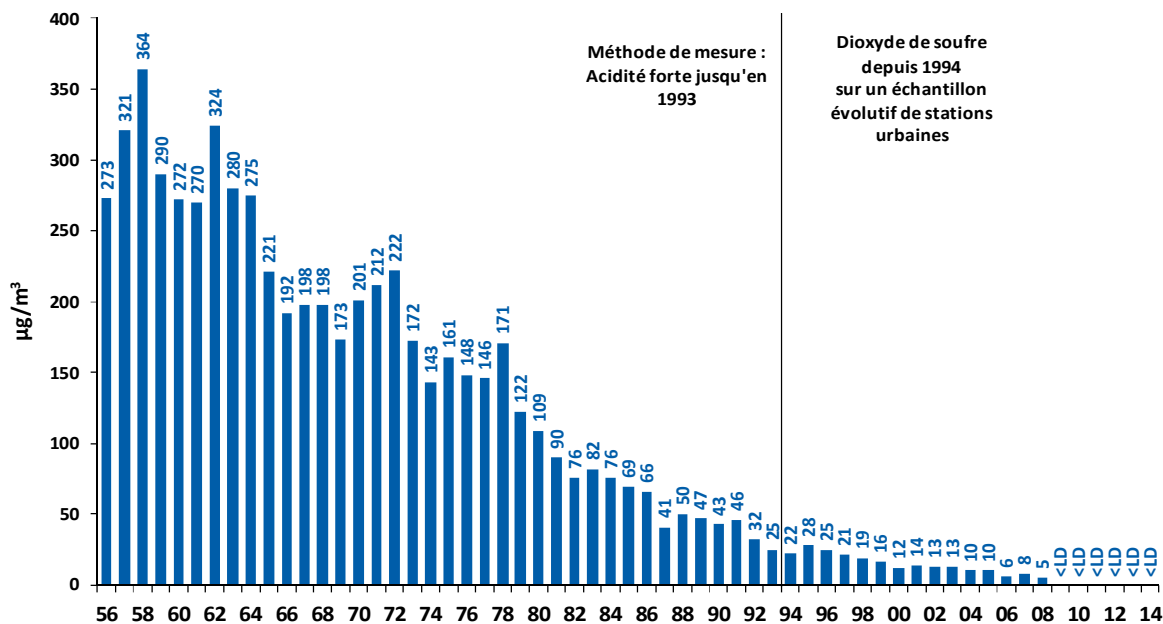


Figure 75 : évolution des concentrations moyennes hivernales de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) à Paris depuis 1956

On observe une forte baisse des niveaux de SO<sub>2</sub> sur le long terme (Figure 75). Essentiellement 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 quarante). Cette baisse est liée à la diminution du nombre de sites industriels en Ile-de-France depuis les années 50, la forte diminution de l'usage de certains combustibles comme le charbon et de la diminution importante du taux de soufre dans tous les combustibles fossiles.

## Sur la période la plus récente, en fond et en proximité au trafic

Sur la période plus récente (Figure 76), la baisse s'est poursuivie. Les dernières années sont les plus faibles de l'historique de mesure, les résultats étant maintenant inférieurs à la limite de détection.

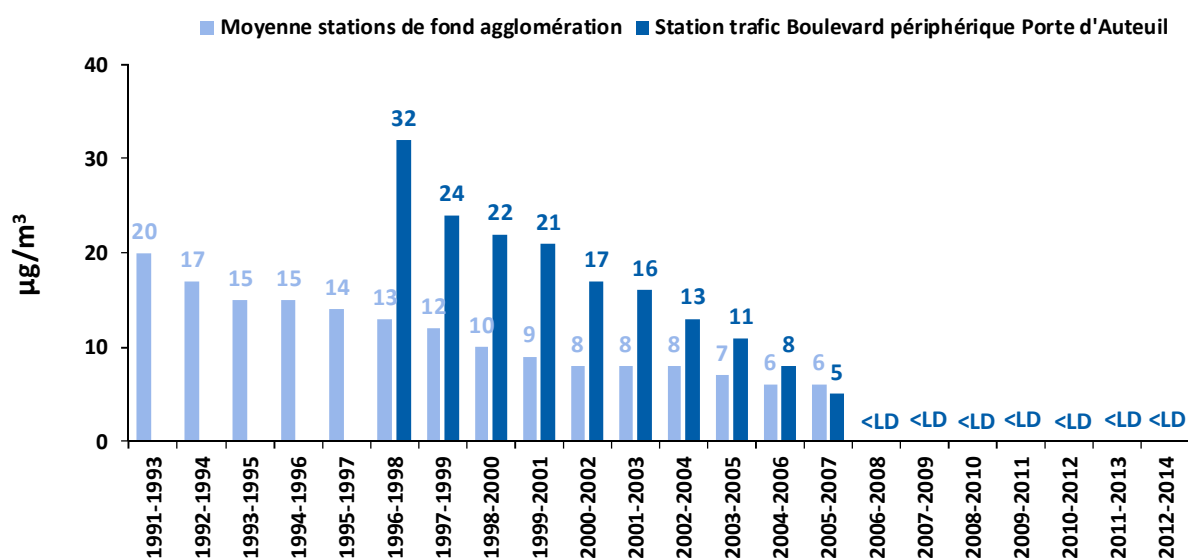


Figure 76 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) en Ile-de-France de 1991-1993 à 2012-2014

Il y a quelques années, les niveaux de SO<sub>2</sub> étaient supérieurs le long du trafic (Figure 76), du fait de la contribution des émissions des véhicules diesel. Les baisses sensibles des émissions de SO<sub>2</sub> par ces véhicules, liées à la désulfuration du gasoil, conduisent à un niveau aujourd'hui très faible et homogène, aussi bien en fond qu'en proximité au trafic.

Les niveaux moyens de SO<sub>2</sub> 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 Ile-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>). Quatre stations sont néanmoins conservées, notamment afin de maintenir un historique de données et l'application de l'arrêté inter-préfectoral relatif à la procédure d'information et d'alerte.

## Records

La Figure 77 indique les concentrations de dioxyde de soufre les plus fortes relevées sur l'historique de mesures depuis 1991.

historique 1991-2014	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 77 : records annuels pour le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) en Ile-de-France

## Les aldéhydes



Les **aldéhydes** appartiennent à la famille des Composés Organiques Volatils (COV).

Ils sont présents dans l'air ambiant en faible concentration. Ce sont à la fois des polluants primaires, et secondaires. Ils participent en effet, à la fois comme précurseurs et sous-produits, aux réactions photochimiques responsables de la formation de l'ozone troposphérique. Ils sont donc produits par oxydation des COV, en particulier du méthane pour le formaldéhyde.

Il s'agit d'une vaste famille de composés chimiques, mais les deux aldéhydes présents majoritairement 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.

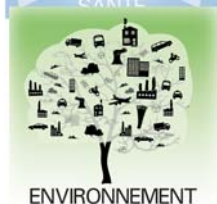
Les aldéhydes sont utilisés dans la fabrication de certains matériaux de construction et d'isolation. Ils peuvent également être émis lors du stockage ou de l'utilisation de nombreux produits d'usage courant : matériaux d'ameublement et de décoration, enduits et colle, produits d'entretien et de désinfection, désodorisants et parfums d'intérieur, cosmétiques, produits d'hygiène corporelle...

Les sources d'exposition les plus fréquentes sont les gaz d'échappement des véhicules à moteur, les panneaux de particules agglomérées et autres matériaux de construction semblables, les moquettes, les peintures, colles et vernis, les aliments et la cuisson, la fumée de tabac, et l'utilisation de formaldéhyde comme désinfectant.



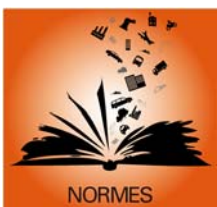
### Effets sur la santé :

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



### Effets sur l'environnement :

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



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. Par conséquent, 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.



Au 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, Aubervilliers, et un site trafic, Boulevard périphérique Est. La [Figure 78](#) donne les teneurs moyennes annuelles d'acétaldéhyde et formaldéhyde mesurées sur ces deux sites.

Teneurs moyennes annuelles en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Station urbaine de fond		Station urbaine trafic	
	Aubervilliers		BP Est	
	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde	Acétaldéhyde
<b>Moyenne</b>	2.01	1.56	2.66	1.90

**Figure 78 : concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde et acétaldéhyde mesurés en Ile-de-France en 2014**

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) qui est produit dans les phénomènes de combustion, notamment par les véhicules non catalysés. L'écart entre les sites est effectivement légèrement plus marqué pour le formaldéhyde (30 % de plus à BP Est qu'à Aubervilliers) que pour l'acétaldéhyde (de l'ordre de + 20 %).

En 2015, une mesure sera mise en place sur un second site trafic parisien, Place Victor Basch.

Ces niveaux sont sensiblement inférieurs aux teneurs généralement relevées en air intérieur.

## Autres composés Organiques Volatils précurseurs de l'ozone

Les composés organiques volatils (COV) constituent une large famille de substances. Ils sont émis par l'utilisation domestique ou industrielle de solvants ou de peinture, le chauffage, le trafic routier, notamment par les deux roues motorisés, l'évaporation et la distribution de carburant, mais également par la végétation.

La directive européenne demande à ce que certains COV précurseurs de la formation de l'ozone soient suivis dans l'air par les Etats membres. AIRPARIF exploite un des analyseurs permettant ce suivi par la France. Il était implanté sur la station de fond de Paris 1<sup>er</sup> les Halles, au cœur de Paris. En 2010, les mesures ont été interrompues en raison de l'arrêt de la station suite aux travaux de longue durée engagés pour le réaménagement du Forum des Halles. Fin 2010, l'analyseur a été transféré au siège d'Airparif (Paris 4<sup>ème</sup>) afin de maintenir une mesure de COV dans Paris.

29 COV sont mesurés au pas de temps horaire. Les données sont transmises à la Commission Européenne tous les ans par le ministère en charge de l'Ecologie. Elles sont aussi un appui à l'amélioration des outils de modélisation des teneurs en ozone.

La **Figure 79** donne les teneurs moyennes annuelles des COV mesurés au siège d'Airparif, rue Crillon (Paris 4<sup>ème</sup>).

	Moyenne annuelle 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Ethane	4.99
Ethylène	1.64
Acétylène	0.62
Propane	3.18
Propène	0.75
Butane	4.42
Isobutane	nd
T2 - Butène	0.28
1 - Butène	0.27
C2 - Butène	0.17
1,3 - Butadiène	0.18
Pentane	1.52
Isopentane	2.77
1 - Pentène	0.22
T2 - Pentène	0.21
C2 - Pentène	0.11
Hexane	0.5
Heptane	0.43
Octane	nd
Iso - Octane	0.68
Benzène	0.69
Toluène	2.99
Ethylbenzène	0.58
m+p - Xylène	1.87
o - Xylène	0.56
1, 2, 4 - Triméthylbenzène	nd
1, 2, 3 - Triméthylbenzène	nd
1, 3, 5 - Triméthylbenzène	nd
Isoprène	0.16

nd : non disponible

**Figure 79 : concentrations moyennes annuelles des 29 COV mesurés au siège d'Airparif (Paris 4<sup>ème</sup>) (fond) en 2014**

## II. Episodes de pollution

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

Une année marquée par un épisode de pollution intense et durable en particules PM<sub>10</sub> au mois de mars. En revanche, un nombre de journées de déclenchements de la procédure d'information et d'alerte sensiblement inférieur aux années précédentes.

L'année 2014 a compté 16 journées de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte. Ces déclenchements sont dus quasi-exclusivement aux particules PM<sub>10</sub>. 11 jours de dépassement du seuil d'information et 4 jours de dépassement du seuil d'alerte, dont 12 entre le 6 mars et le 1<sup>er</sup> avril. Cet épisode a conduit à la mise en place de la circulation alternée le 17 mars 2014. Un dépassement du seuil d'information en NO<sub>2</sub> a également été enregistré au cours de cette période. Aucun dépassement du seuil d'information pour l'ozone n'a été enregistré, ni pour le SO<sub>2</sub>.

Date	Seuil dépassé	Polluant
06/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
07/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
08/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
09/03/2014	Information	DIOXYDE D'AZOTE NO <sub>2</sub>
10/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
11/03/2014	Alerte	PARTICULES PM <sub>10</sub>
12/03/2014	Alerte	PARTICULES PM <sub>10</sub>
13/03/2014	Alerte	PARTICULES PM <sub>10</sub>
14/03/2014	Alerte	PARTICULES PM <sub>10</sub>
15/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
28/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
31/03/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
01/04/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
23/09/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
24/09/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>
31/12/2014	Information	PARTICULES PM <sub>10</sub>

Figure 80 : jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Ile-de-France en 2014, seuil dépassé et polluant concerné

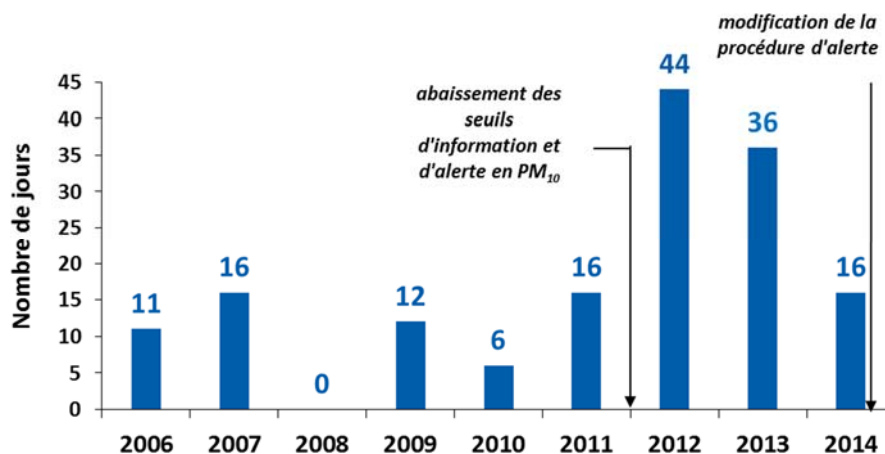
Les particules PM<sub>10</sub> ont été introduites dans le dispositif d'information et d'alerte régional le 1<sup>er</sup> janvier 2008. Airparif a évalué le nombre de dépassements des seuils d'information (80 µg/m<sup>3</sup>) et d'alerte (125 µg/m<sup>3</sup>) en 2006 et 2007 selon les règles définies par l'arrêté inter-préfectoral en vigueur jusqu'au 30 novembre 2011 (arrêté du 3 décembre 2007). Du fait du changement de méthode de mesure, il n'est pas possible de simuler avec fiabilité les dépassements qui auraient eu lieu pour les PM<sub>10</sub> avant 2006. A partir du 30 novembre 2011, l'abaissement des seuils de déclenchement pour les particules est pris en compte et induit une nette augmentation du nombre de dépassements PM<sub>10</sub> à partir de 2012 (Figure 81). 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 à 80 µg/m<sup>3</sup>.

L'arrêté inter-préfectoral a été revu une nouvelle fois en modifiant les critères de déclenchement<sup>14</sup> sans toutefois changer les seuils d'information et d'alerte. Il est mis en place en depuis le 15 septembre 2014 en Ile-de-France. Une étude interne a montré que le changement des critères de déclenchement n'induit pas d'effet notable sur le nombre de journées de dépassement pour les particules PM<sub>10</sub>.

<sup>14</sup> Les critères de déclenchement sont :

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

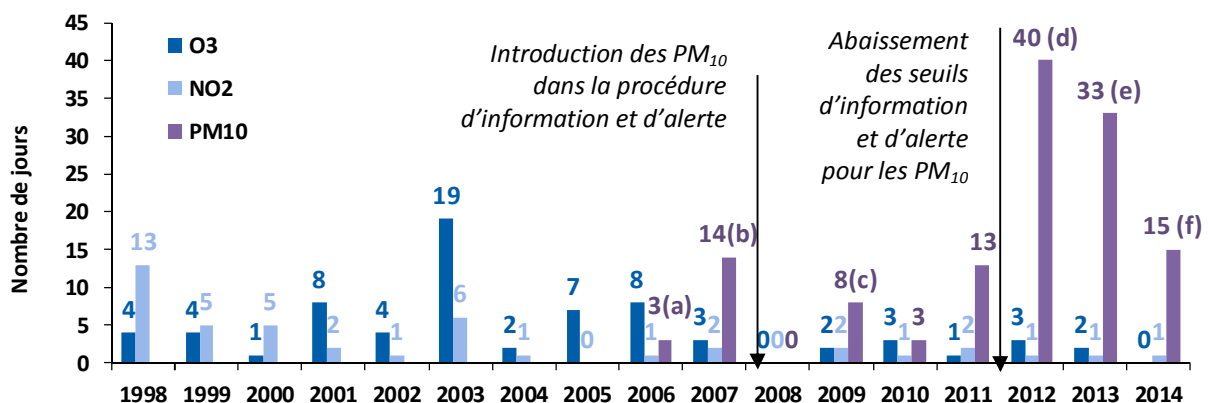
La **Figure 81** montre le nombre de journées de déclenchement du niveau d'information et d'alerte tous polluants confondus (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>), de 2006 à 2014.



**Figure 81 : nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Ile-de-France de 2006 à 2014, tous polluants confondus, y compris particules PM<sub>10</sub> (PM<sub>10</sub> simulation rétrospective pour les années 2006 et 2007 selon les conditions de l'arrêté du 3 décembre 2007 – Abaissement des seuils de déclenchement à partir du 30 novembre 2011 et modification de la procédure d'alerte à partir du 15 septembre 2014)**

Les dépassements selon les polluants sont mentionnés sur la **Figure 82**, pour les années 1998-2014 pour le NO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub> et 2006-2014 pour les PM<sub>10</sub>. Le SO<sub>2</sub> n'a jamais fait l'objet de dépassement des seuils d'information et d'alerte en Ile-de-France.

Compte-tenu de la fois de l'introduction des particules PM<sub>10</sub> dans la procédure d'information et d'alerte puis de l'abaissement des seuils pour ce même polluant, le nombre de déclenchements de la procédure est beaucoup plus élevé en 2012 et 2013 (respectivement 44 et 36) que durant la période 1998-2007 (une dizaine de jours en moyenne). L'année 2014 enregistre quant à elle un nombre de dépassements en sensible baisse, puisque ce nombre est similaire à 2007 pour les particules PM<sub>10</sub>, où les seuils de déclenchement étaient plus élevés.



(a) le niveau d'alerte aurait été dépassé le 2 février 2006 (b) le niveau d'alerte aurait été dépassé les 23 et 24 décembre 2007 (c) niveau d'alerte dépassé le 11 janvier 2009 (d) niveau d'alerte dépassé 2 fois en hiver et 2 fois au printemps (e) niveau d'alerte dépassé 6 fois en décembre 2013 (f) niveau d'alerte dépassé 4 fois en mars 2014.

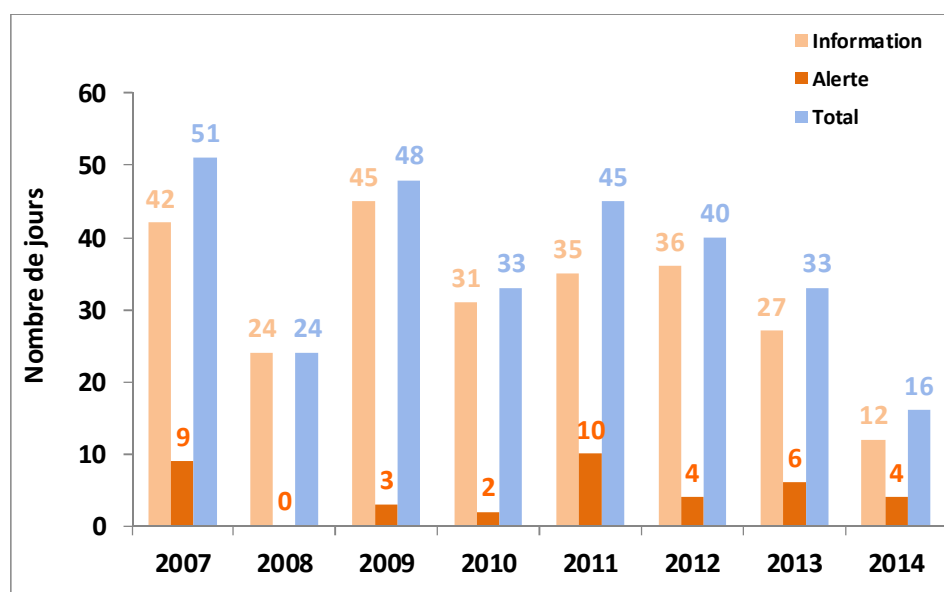
**Figure 82 : nombre de jours d'information et d'alerte en Ile-de-France de 1998 à 2014, détail par polluant (résultats PM<sub>10</sub> en 2006 et 2007 obtenus par analyse rétrospective selon les conditions de l'arrêté du 3.12.2007, résultats PM<sub>10</sub> à partir de fin 2011 obtenus avec l'arrêté inter-préfectoral qui abaisse les seuils de dépassement, pour l'année 2014 prise en compte du nouvel arrêté inter-préfectoral entré en vigueur le 15 septembre 2014).**

L'année 2014 a connu peu de déclenchements de la procédure d'information et d'alerte, mais un épisode intense et durable en mars.

Seul 1 jour de déclenchement pour les polluants autres que les PM<sub>10</sub> a été relevé en 2014 et concerne le dépassement du seuil d'information en dioxyde d'azote. Ce chiffre est comparable à celui qui est enregistré depuis une dizaine d'années : entre 0 et 2 dépassements annuels.

Il n'y a pas eu de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte pour l'ozone durant l'été 2014, en raison de conditions très peu estivales en mai, juin et août.

L'arrêté inter-préfectoral, entré en application le 30 novembre 2011, a abaissé sensiblement les seuils de déclenchement pour les particules PM<sub>10</sub>. La [Figure 83](#) illustre le nombre de jours où les seuils d'information et d'alerte pour les particules PM<sub>10</sub> auraient été dépassés selon les critères du nouvel arrêté inter-préfectoral de 2007 à 2011 : d'une vingtaine à une cinquantaine, selon les années, contre une dizaine en moyenne avec la procédure précédente. La modification de la procédure qui est intervenu fin 2014 porte sur les conditions de déclenchement, mais ne concerne pas les seuils. Une étude a montré que ces modifications n'avaient pas d'effet notable sur le nombre de jours de déclenchement.



**Figure 83 : nombre de jours d'information et d'alerte en PM<sub>10</sub> en Ile-de-France de 2007 à 2014 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 30 novembre 2011 (simulation rétrospective de 2007 à 2011)**

En 2014, le nombre de dépassements des seuils d'information et d'alerte en PM<sub>10</sub> est le plus faible de l'historique. En effet, un seul épisode a été enregistré en conditions hivernales, contre une dizaine habituellement. Ceci est lié aux températures très douces, ayant conduit à un recours moins important au chauffage, et donc une diminution des émissions, ainsi qu'aux conditions dispersives relevées sur l'ensemble des mois d'hiver, à l'exception de fin décembre 2014. En revanche, le nombre de dépassements relevé en conditions printanières et à l'automne sont proches des autres années.

Le mois de mars a en particulier été marqué par onze jours de dépassements du seuil d'information et d'alerte pour les PM<sub>10</sub> dont 4 jours consécutifs dépassant le seuil d'alerte entre le 11 et le 14 mars 2014.

Les particules regroupent de nombreux composés chimiques : matière organique, carbone suie, métaux, nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium,... L'origine des épisodes, notamment son caractère local ou non, peut être approchée à partir d'informations sur la composition chimique des particules rencontrées. La [Figure 84](#) représente sur la courbe du haut l'évolution des concentrations horaires de particules PM<sub>10</sub> (en rouge) et de Carbone Suie (en noir) à Paris (fond urbain). Le carbone suie est produit par des combustions incomplètes, issues du trafic routier notamment. Ces deux polluants sont représentés avec des échelles différentes. Lorsque les deux courbes se chevauchent, le Carbone Suie représente 10 % de la concentration en PM<sub>10</sub>. Le graphe du bas représente l'évolution des concentrations horaires (dans la fraction PM<sub>1.0</sub>) de nitrate, sulfate, ammonium et composés organiques, mesurées par les équipes de recherche du LSCE et LCSQA/INERIS sur le super-site atmosphérique du SIRTa représentatif de la pollution régionale en Ile-de-France.

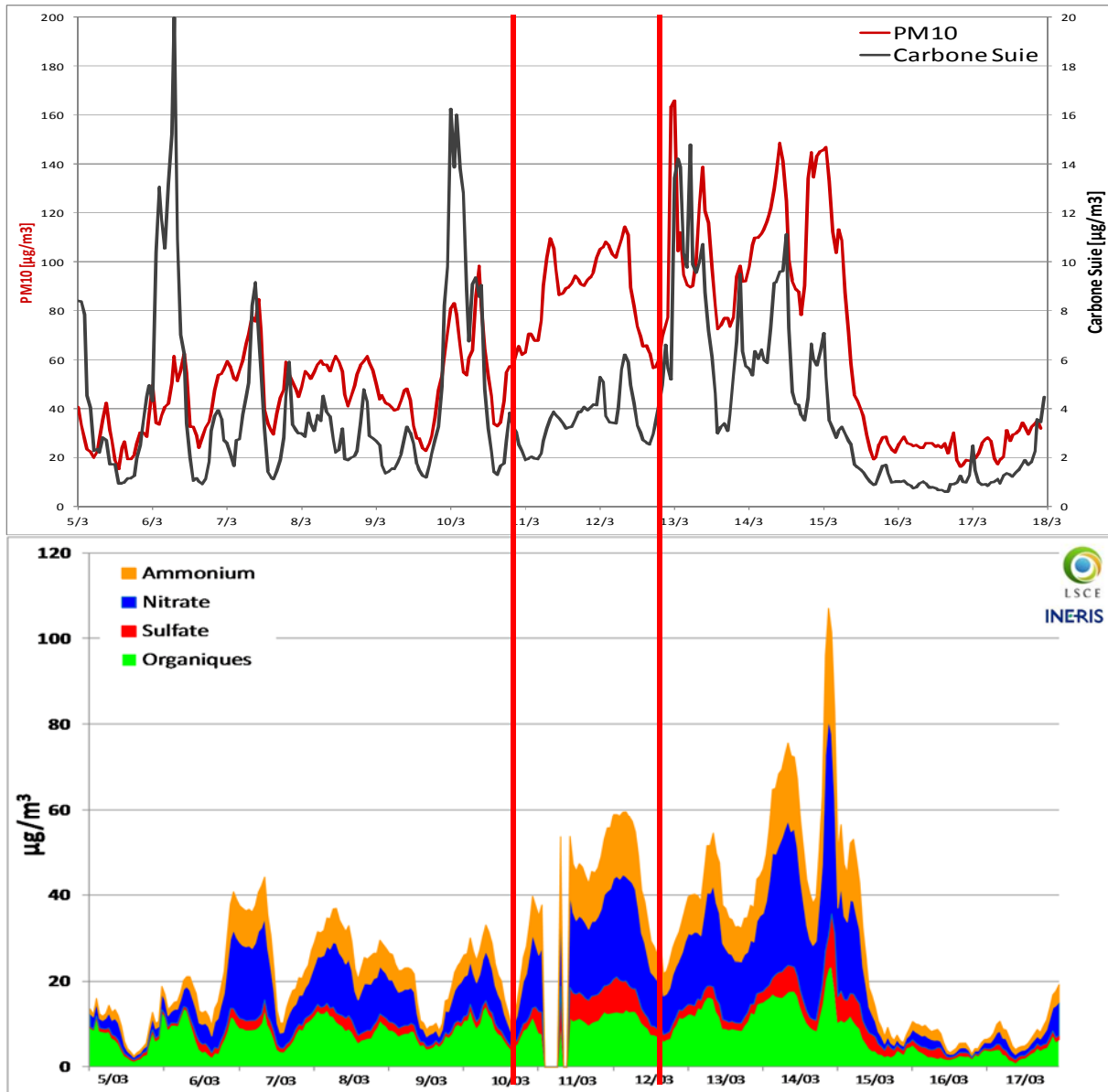


Figure 84 : évolution des concentrations horaires des PM10 (en rouge en haut) et des composants majeurs des particules (carbone suie dans les PM2.5, en noir en haut – Ammonium, Nitrate, Sulfate, Organiques dans la fraction PM1.0 en bas)

Les premiers jours de l'épisode étaient dus à une accumulation des polluants émis localement du fait de conditions anticycloniques avec fortes inversions de température, notamment aux heures de pointes du trafic, un vent très faible et une hauteur de couche de mélange très basse. La part de production locale s'est accumulée au-dessus de l'agglomération parisienne provoquant des dépassements du seuil d'information. Durant cette période, les concentrations en Carbone Suie sont en forte augmentation, ce qui indique une augmentation des concentrations de PM10 liées aux sources locales, en particulier le 6 et le 10. Les concentrations sont plus modérées les 8 et 9 mars, qui correspondent au week-end, au cours duquel les émissions liées au trafic sont réduites et plus diffusées sur la journée. Sur cette première période, le Carbone Suie représente jusqu'à 40% des particules PM10 en concentration horaire. En revanche, les concentrations en composés inorganiques secondaires sont assez faibles.

Les mardi 11 et mercredi 12 mars, le vent s'est levé légèrement, amenant sur la région un air chargé en polluants qui se sont ajoutés aux niveaux locaux, déclenchant les premiers dépassements du seuil d'alerte. Une grande partie du nord de la France est alors également impactée par un épisode de pollution. La composition chimique des particules change : la proportion de Carbone Suie dans les PM10 diminue fortement, tandis que les concentrations en nitrate et sulfate d'ammonium augmentent fortement. La présence de sulfate indique une contribution significative

des imports de PM sur la région. Aux particules importées viennent s'ajouter les particules secondaires de nitrate d'ammonium formées photochimiquement au-dessus de l'Ile-de-France à partir des précurseurs gazeux émis par la région : l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) issu des épandages agricoles et les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) émis en grande partie par le trafic. La difficulté majeure reste de déterminer précisément la part de ce qui est importé de ce qui est émis au niveau de la région. Durant cette phase, le Carbone Suie représente moins de 5 % des particules  $\text{PM}_{10}$ .

Puis les 13 et 14 mars, les conditions anticycloniques empêchant la dispersion des particules, se sont de nouveau mises en place. Les concentrations en Carbone Suie augmentent de nouveau. Pendant ces 2 journées, la masse d'air polluée stagne sur l'ensemble du nord de la France et la pollution d'origine locale à la fois primaire et secondaire vient s'ajouter à une pollution de fond déjà importante, conduisant aux concentrations en particules les plus fortes de l'épisode.

A la mi-journée du 15 mars, un vent d'ouest (faible à modéré) s'est ensuite installé et a permis une dispersion des particules. Un risque de dépassement était prévu le lundi 17 mars au matin avec un vent faible et une hauteur de couche de mélange basse. Une inversion de température était de plus attendue ; elle n'a finalement pas été observée.

En conclusion, durant cet épisode de mars 2014, les dépassements de seuils  $\text{PM}_{10}$  s'expliquent dans un premier temps pour une contribution majeure de la pollution émise localement, renforcée par un import de pollution sur la région en milieu d'épisode puis, de nouveau, un ajout de pollution locale en fin de semaine.

## Impact de la mise en œuvre des mesures de restrictions de circulation dont circulation alternée le 17 mars 2014

Le lundi 17 mars 2014, les autorités ont décidé la mise en place d'une circulation alternée à Paris et dans la vingtaine de communes limitrophes. Cette décision fait suite à la persistance des niveaux élevés de PM<sub>10</sub> enregistrés par Airparif. Une telle procédure avait déjà été mise en place en 1997 mais pour un épisode de pollution au dioxyde d'azote.

**En termes de trafic routier, la mise en place des restrictions de circulation dont principalement la mise en œuvre de la circulation alternée le 17 mars a eu un impact variable suivant les zones géographiques avec -18 % de trafic sur Paris, -13 % sur Petite Couronne et -9 % sur Grande Couronne.**

**Les émissions** de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère. En moyenne sur la durée de la circulation alternée (5h30-24h), cette mesure a contribué à la **baisse de - 15 % des émissions liées au trafic routier en particules PM<sub>10</sub> et de - 20 % des émissions d'oxydes d'azote.**

Afin de mettre en avant l'impact de la circulation alternée sur les niveaux de pollution, Airparif a réalisé des cartes de « différence » entre les concentrations durant la journée de la circulation alternée et celles attendues ce jour-là sans mise en place de l'action (carte du jour avec le trafic de référence du lundi 10 mars 2014). Sur ces cartes, une amélioration liée aux mesures de restriction apparaît en bleu et une dégradation en rouge.

L'évaluation de l'impact de la mise en place des restrictions de circulation (y compris le report de trafic des poids lourds) et notamment de la circulation alternée le 17 mars montre un bilan global positif avec des améliorations en situation de fond, c'est à dire éloignée des sources directes de pollution, ainsi qu'en situation de proximité au trafic routier.

**En situation de fond, une amélioration de presque 2 % (soit - 1 µg/m<sup>3</sup>) de particules PM<sub>10</sub> a pu être constatée en moyenne sur la journée dans la zone de la mise en place de la circulation alternée.**

**A proximité du trafic et notamment sur les grands axes parisiens, la circulation alternée a eu un plus grand impact, notamment sur le Boulevard Périphérique. Pour les particules PM<sub>10</sub>, la diminution induite par la mise en place de la mesure est estimée à plus de 6 % (soit - 4 µg/m<sup>3</sup> de baisse) sur l'ensemble de la journée (5h30-24h).** Certaines heures de la journée sont marquées par des baisses plus importantes, notamment l'heure de pointe du soir avec des diminutions supérieures à - 10 % sur l'ensemble du Boulevard périphérique. Même si ces baisses peuvent apparaître comme modestes sur les niveaux de PM<sub>10</sub>, elles représentent un enjeu important en termes de santé publique. En effet, 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.

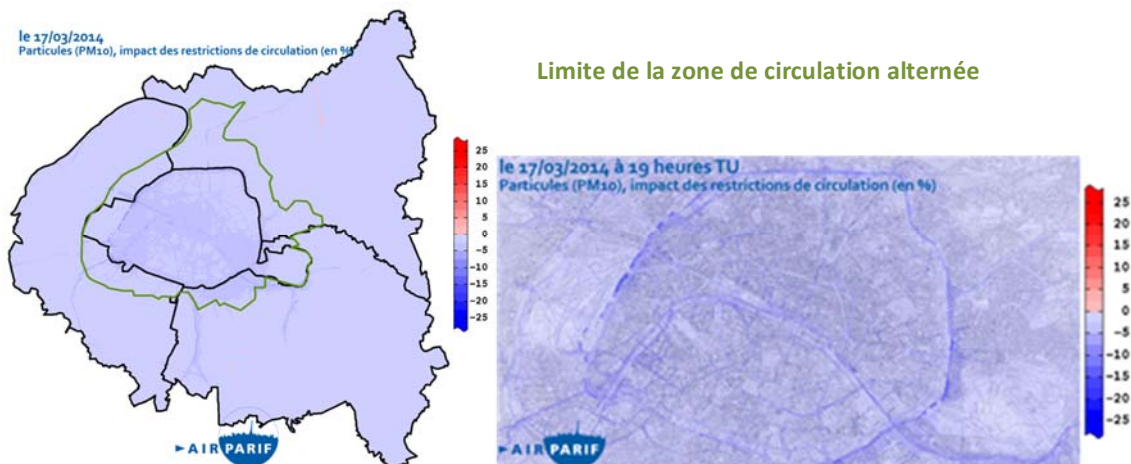


Figure 85 : impact (en %) des restrictions de la circulation sur la concentration en particules PM<sub>10</sub>, le 17 mars 2014

L'impact de cette action est encore plus important sur le dioxyde d'azote avec en moyenne sur la journée, une baisse de - 10 % sur l'ensemble du Boulevard périphérique. A l'heure de pointe du soir sur ce même axe routier, ces diminutions ont ponctuellement pu atteindre - 30 %.

La circulation alternée n'est bien sûr pas la seule mesure pour réduire la pollution. C'est certes une mesure de réduction ponctuelle qui a un impact quantifiable et visible. Elle apporte ainsi des enseignements sur l'impact d'autres actions chroniques nécessaires pour abaisser la pollution due au trafic routier et plus généralement due à l'ensemble des sources de l'agglomération. Afin d'abaisser les niveaux globaux sur le long terme, des actions pérennes de grande envergure sont nécessaires.



## Indice de qualité de l'air réglementaire ATMO

La réglementation fait obligation à AIRPARIF et à l'ensemble des associations de surveillance de la qualité de l'air en France de diffuser de façon quotidienne un indice global de la qualité de l'air de l'agglomération parisienne, loin des sources de pollution.

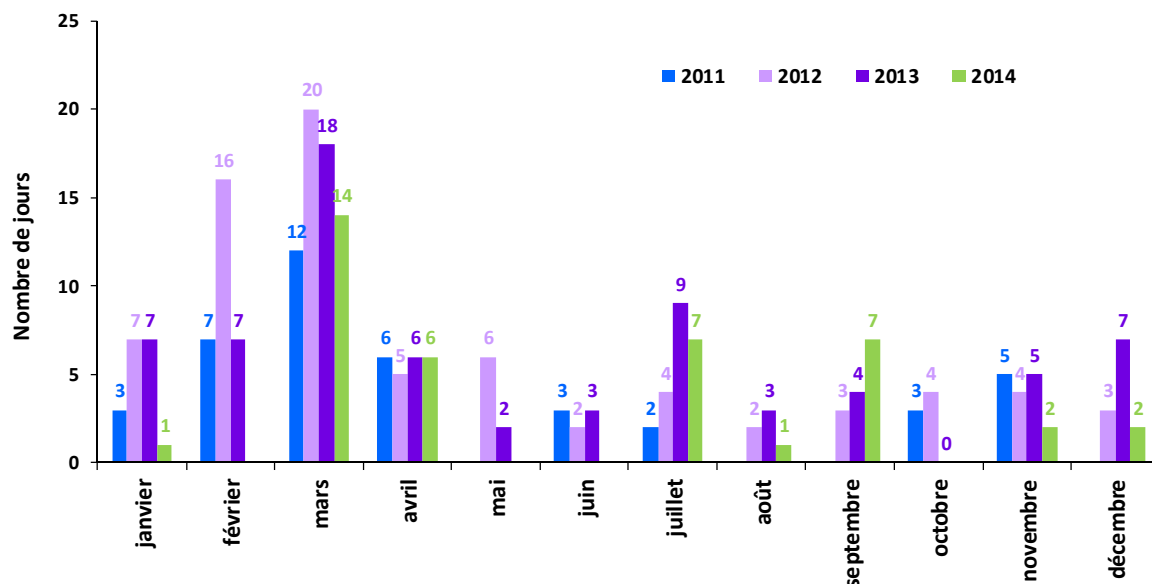


Figure 86 : nombre de jours où l'indice de qualité de l'air ATMO (moyenne de la pollution de fond de l'agglomération parisienne) était médiocre, mauvais ou très mauvais de 2010 à 2014

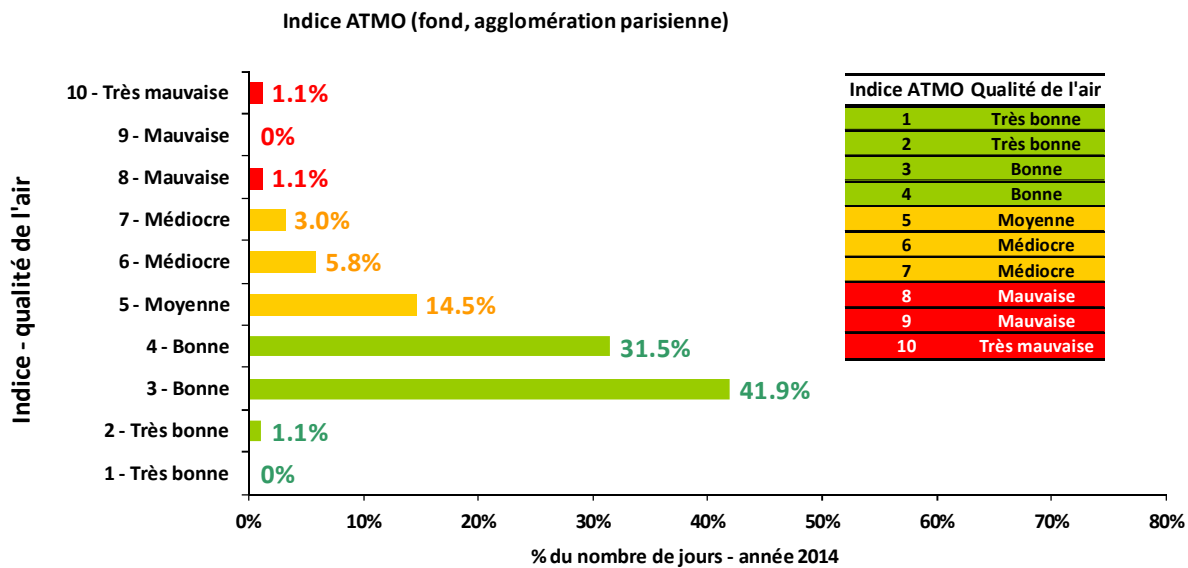
Au 21 décembre 2011, la grille de calcul des sous-indices en PM<sub>10</sub> a été modifiée, ayant pour conséquence davantage d'indices élevés pour les particules.

En 2014, 40 jours où l'indice était supérieur ou égal à 6 (qualité de l'air "médiocre") ont été enregistrés. C'est près de deux fois moins qu'en 2013 (71 jours).

La plus grosse différence est observée en conditions hivernales (janvier, février et octobre à décembre) (Figure 86). En 2014, sur ces 5 mois, 5 jours d'indice supérieur ou égal à 6 sont enregistrés, alors qu'on en avait enregistré 26 en 2013 sur les mêmes périodes. Les conditions météorologiques peu estivales de juin à août entraînent également un nombre d'indices élevés dû à l'ozone deux fois plus faible qu'en 2013.

L'indice le plus défavorable en 2014 a été de 10, enregistré au cours de quatre jours, lors de l'épisode de pollution particulaire du mois de mars. 80 % des indices "médiocres" à "mauvais" ont été dus aux particules PM<sub>10</sub> (32 jours), et 8 jours à l'ozone.

La [Figure 87](#) donne la répartition des indices ATMO dans l'agglomération parisienne en 2014.



[Figure 87 : répartition des indices ATMO \(fond, agglomération parisienne\) en 2014](#)

## 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.

A travers une échelle de 5 couleurs allant du vert au rouge en passant par l'orange (5 classes et 5 qualificatifs, qualité de l'air " très bonne " à " très mauvaise " ), 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**.

Ces informations sont disponibles :

- toutes les heures pour le jour même (indices horaires),
- tous les jours pour la veille (indice journalier),
- tous les ans pour l'indice qui prend en compte les valeurs réglementaires annuelles.

Les polluants pris en compte sont les polluants les plus problématiques en Europe.

Pour l'indice général, les polluants obligatoires sont le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub> et l'ozone. Les données de CO, PM<sub>2.5</sub> et SO<sub>2</sub> sont facultatives.

Pour l'indice trafic, les polluants obligatoires sont le NO<sub>2</sub> et les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2.5</sub> et le CO, étant facultatifs.

En 2014 en Ile-de-France, les indices CITEAIR de Paris intra-muros étaient calculés à partir des 12 stations parisiennes (6 stations de fond et 6 stations trafic).

L'indice général (fond) a été très bon ou bon près de 70 % du temps ([Figure 88](#)), soit 10 % de plus qu'en 2013. Ce taux descend à moins de 2 % à proximité du trafic ([Figure 89](#)). Une amélioration également observée à proximité du trafic, puisque l'indice de qualité de l'air a été moyen environ 70 % des jours contre environ 55 % en 2013 et mauvais à très mauvais environ 25 % du temps contre 45 % en 2013.

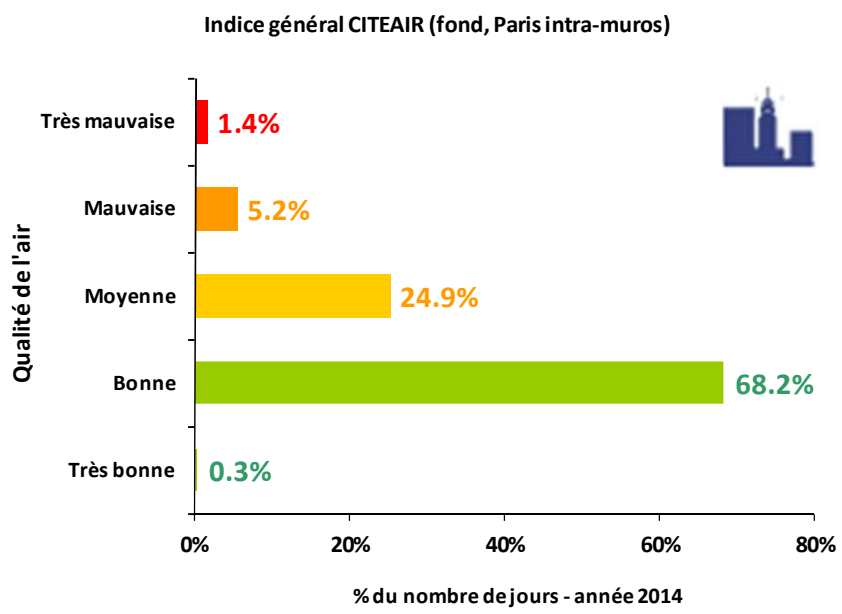


Figure 88 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2014

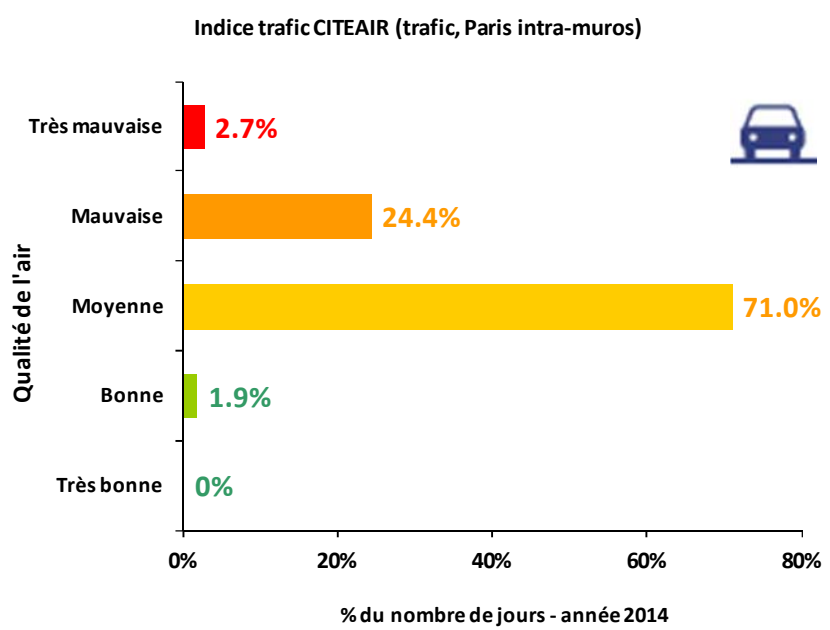


Figure 89 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2014

### III. Bilan météorologique 2014 en Ile-de-France

Le bilan météorologique ci-après a été entièrement réalisé à partir des données fournies par le centre régional de Météo-France et des données disponibles sur le site internet [www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com). Pour des informations plus précises, il est possible de se référer aux bilans climatologiques mensuels disponibles sur le site de Météo-France (rubrique "Climat en France"), qui retracent les événements marquants de chaque mois.

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

**L'année 2014 se caractérise par une température moyenne annuelle sensiblement plus élevée que la moyenne : c'est l'année la plus chaude enregistrée par Météo France depuis 1900.** La quasi-totalité des mois ont présenté des températures nettement supérieures aux normales, à l'exception toutefois des mois estivaux : mai et juin se situent en-dessous des normales, juillet proche de la normale et le mois d'août est particulièrement frais.

La durée d'ensoleillement a été globalement proche de la normale. Néanmoins, le mois d'août enregistre un déficit d'insolation de l'ordre de 25 %. Sur l'ensemble de l'année, la quantité de précipitations est proche de la normale. En termes de répartition sur l'année, le printemps a été assez sec et l'été très pluvieux (+ 75 % par rapport à la normale entre juin et août).

L'année 2014 débute avec des températures très douces. Le mois de mars en particulier a été chaud, très ensoleillé et très sec. L'été (mai à août) est frais et particulièrement pluvieux, notamment en août.

Après un mois de septembre ensoleillé, chaud et sec, une grande douceur s'installe d'octobre à décembre. Seuls les derniers jours de décembre enregistrent des températures froides avec des gelées. Le seul pic de pollution particulaire en conditions hivernales sera enregistré à cette période.

La [Figure 90](#) donne une synthèse mensuelle des principaux paramètres météorologiques pouvant influencer les niveaux de pollution, en Ile-de-France en 2014.

	Précipitations	Température	Insolation	Secteur de vent
janvier 2014	=	++	--	Vent soutenu, Sud dominant
février 2014	++	++	=	Sud-Ouest dominant
mars 2014	--	++	++	Variable, globalement peu soutenu
avril 2014	--	+	=	Sud puis Nord dominant
mai 2014	+	-	=	Vent soutenu, Nord et Sud-Ouest dominant
juin 2014	++	-	+	Nord dominant
juillet 2014	++	=	=	Nord-Ouest dominant
août 2014	++	--	--	Sud-Ouest dominant
septembre 2014	--	+	++	Nord-Est dominant
octobre 2014	=	++	=	Sud dominant
novembre 2014	=	++	=	Sud-Est dominant
décembre 2014	=	+	-	Sud-Ouest et Nord dominant
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 90 : synthèse mensuelle des principaux paramètres météorologiques à Paris en 2014, d'après bilans mensuels Ile-de-France disponibles sur [www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com)**

## Journées de fortes températures

L'année 2014 compte 6 jours de forte chaleur (température maximale supérieure à 30°C), exclusivement en juillet. C'est trois fois moins qu'en 2013, et environ deux fois moins que la normale (Figure 91 et Figure 92). L'été 2014 a été globalement nuageux et pluvieux. Hormis en juillet, proche des normales, les températures ont été très inférieures aux normales saisonnières. La plus forte température de l'été relevée à Paris Montsouris est de 35,8°C.

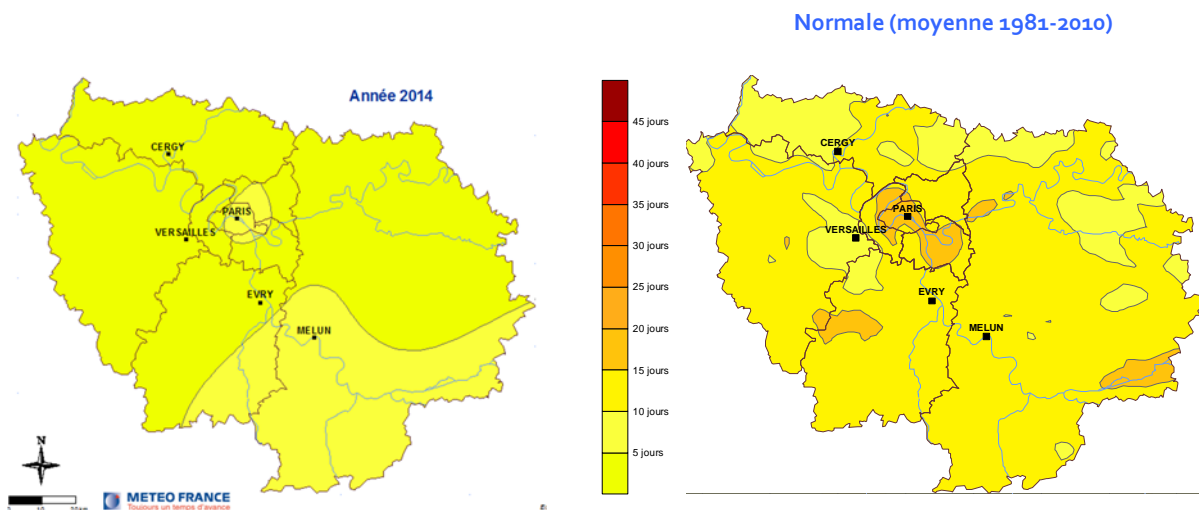


Figure 91 : nombre de jours où la température a atteint ou dépassé 30°C en Ile-de-France (source Météo-France/DIRIC)

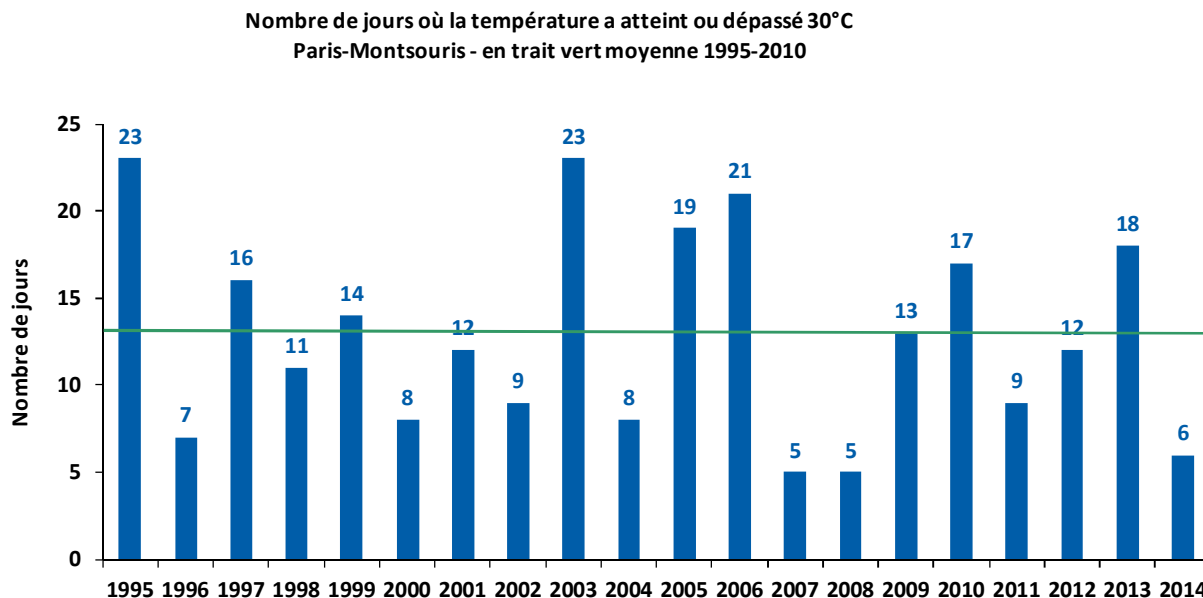


Figure 92 : nombre de jours où la température a atteint ou dépassé 30°C à Paris Montsouris - trait vert = normale (d'après données Météo-France/DIRIC)

## Durée d'insolation

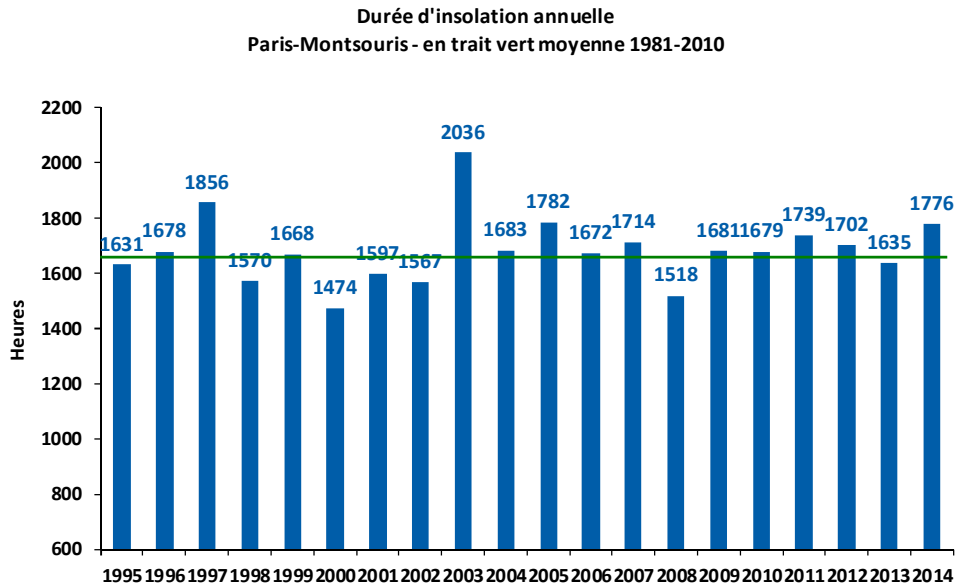


Figure 93 : durée annuelle d'insolation de 1995 à 2014 à Paris Montsouris - trait vert = moyenne 1981-2010 - (d'après données Météo-France/DIRIC)

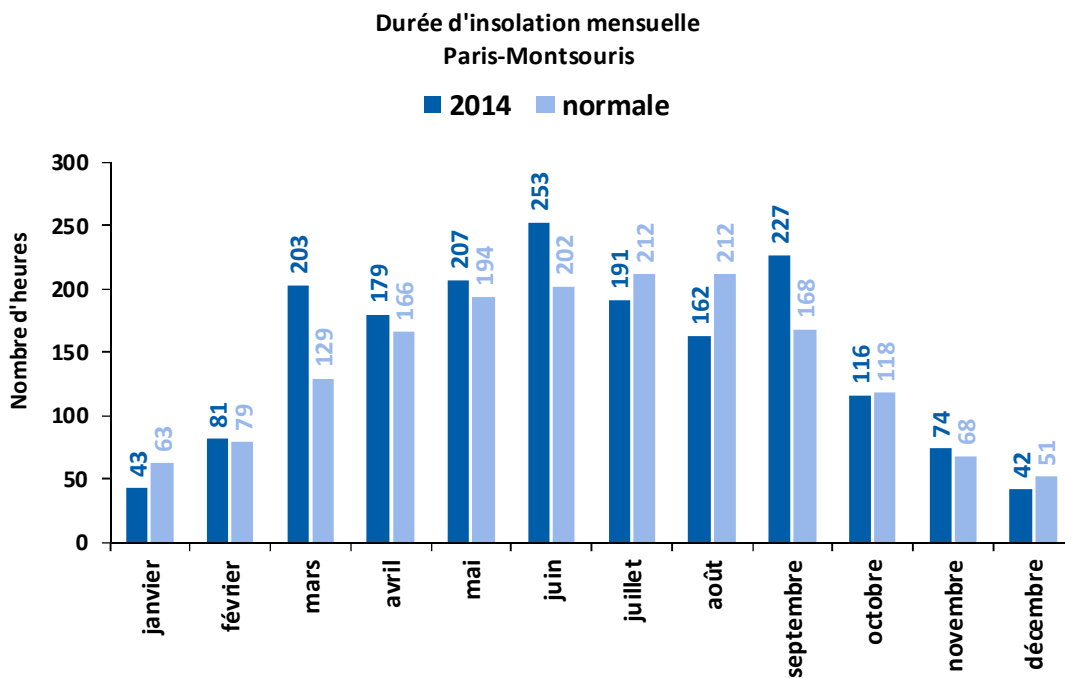


Figure 94 : durée mensuelle d'insolation à Paris Montsouris en 2014 (d'après données Météo-France/DIRIC)

L'Île-de-France a connu en 2014 une durée d'insolation annuelle supérieure à la normale (Figure 93). A Paris Montsouris, les mois de mars, juin et septembre ont été largement plus ensoleillés que la normale, avec un excédent de l'ordre de près de 60 % en mars. A contrario, le mois d'août enregistre un déficit de près de 25 % (Figure 94).

## Température moyenne

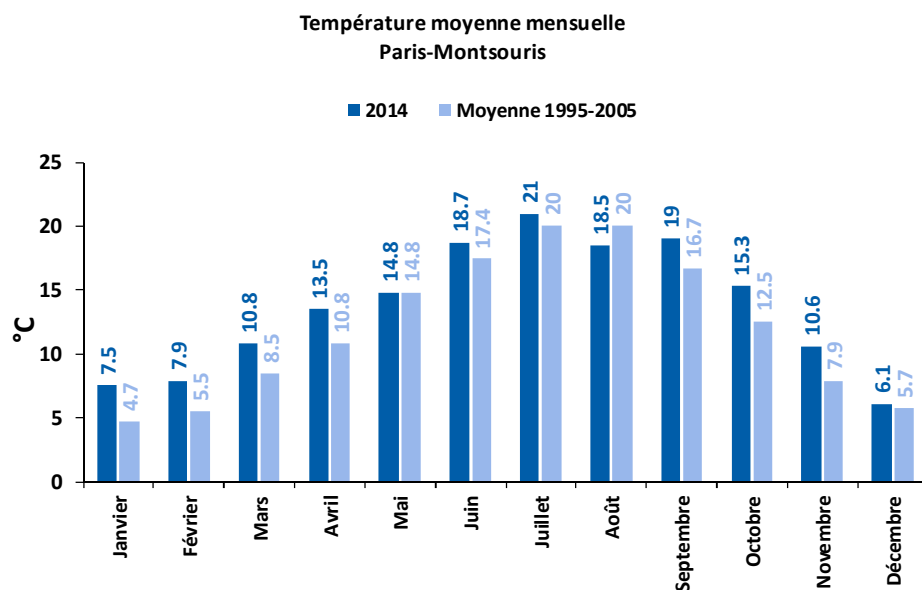


Figure 95 : température moyenne mensuelle à Paris Montsouris (d'après données Météo-France/DIRIC)

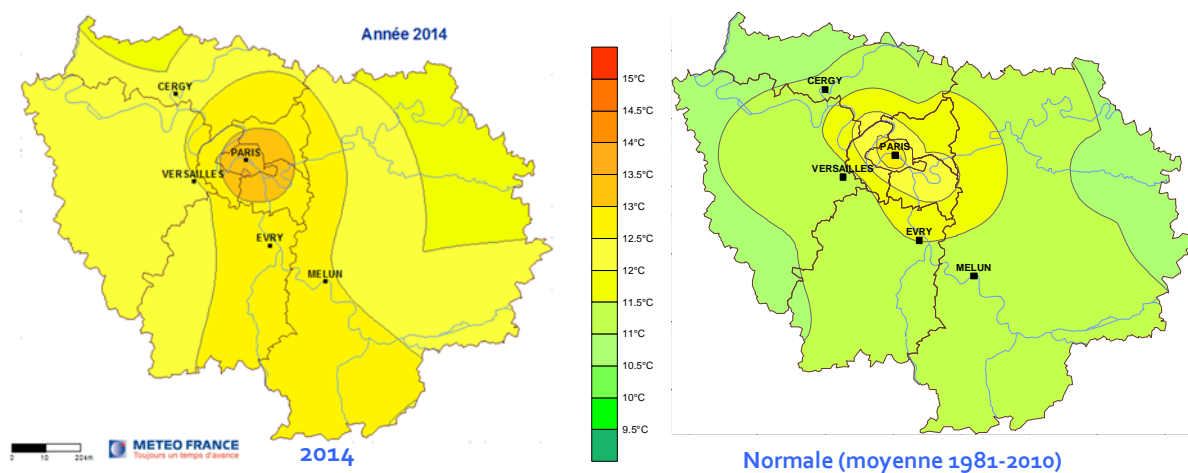


Figure 96 : température moyenne annuelle en Ile-de-France (source Météo-France/DIRIC)

La densité urbaine de l'agglomération parisienne crée un îlot de chaleur urbain. En moyenne, en son centre la température moyenne annuelle est entre 2 et 3°C supérieure à la périphérie de l'Ile-de-France.

En 2014, la température moyenne annuelle est sensiblement supérieure à la normale sur l'ensemble de la région (Figure 96). C'est particulièrement vrai sur les mois d'hiver. En revanche, le mois d'août a été particulièrement frais (Figure 95).



## Précipitations

Comme en 2013, le nombre de jours de précipitations est proche de la normale ( [Figure 97](#)). Contrairement à la situation habituelle, les précipitations en 2014 sont plus importantes sur l'Ouest de la région.

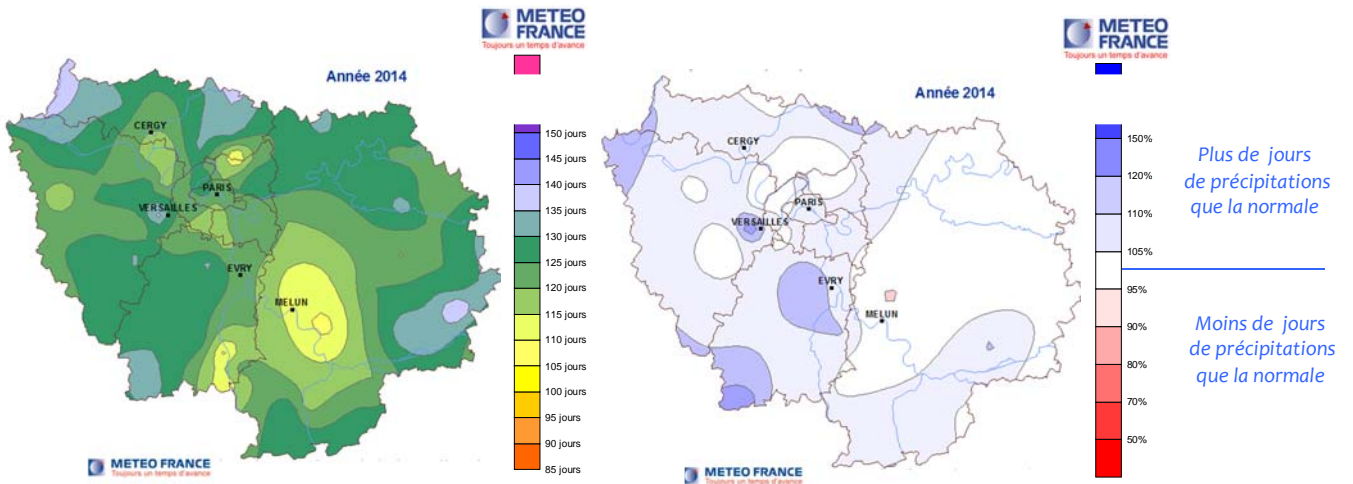


Figure 97 : nombre de jours de précipitations (>= 1 mm) et rapport à la normale 1981-2010 en Ile-de-France en 2014 (source Météo Météo-France/DIRIC)

Le cumul des précipitations annuel est sensiblement plus élevé que la normale ([Figure 98](#)). L'année 2014 a relevé le plus fort cumul de précipitations depuis douze ans. L'été 2014 a été particulièrement pluvieux, avec un excédent de plus de 70 % par rapport à la normale entre juin et août. En revanche, les mois de mars et de septembre sont très largement déficitaires en précipitations, avec un cumul environ 5 fois plus faible que la normale ([Figure 99](#)).

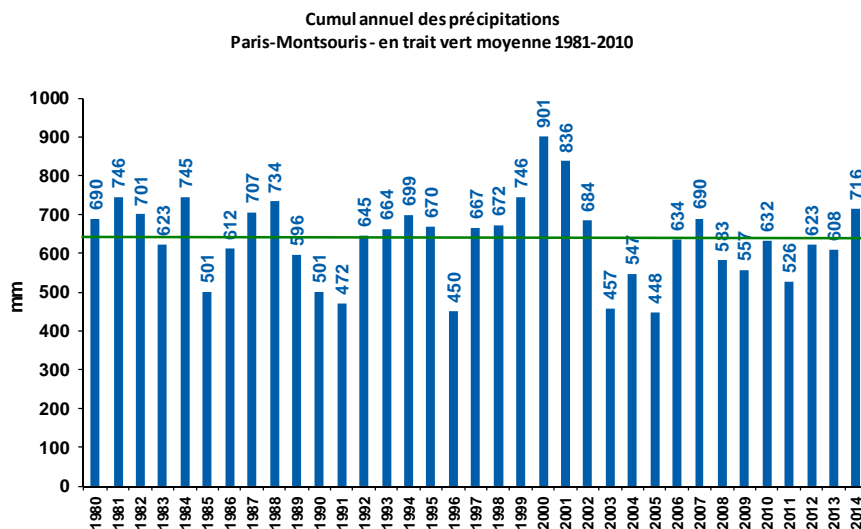


Figure 98 : cumul annuel de précipitations à Paris Montsouris de 1980 à 2014 - trait vert = moyenne 1980-2010 (d'après données Météo-France/DIRIC)

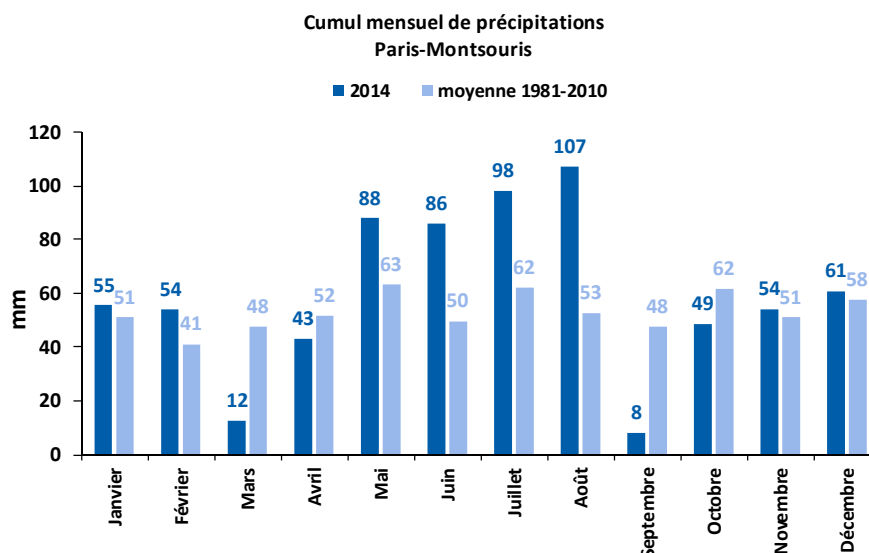


Figure 99 : cumuls mensuels de précipitations à Paris Montsouris (d'après données Météo-France/DIRIC)

### Vent

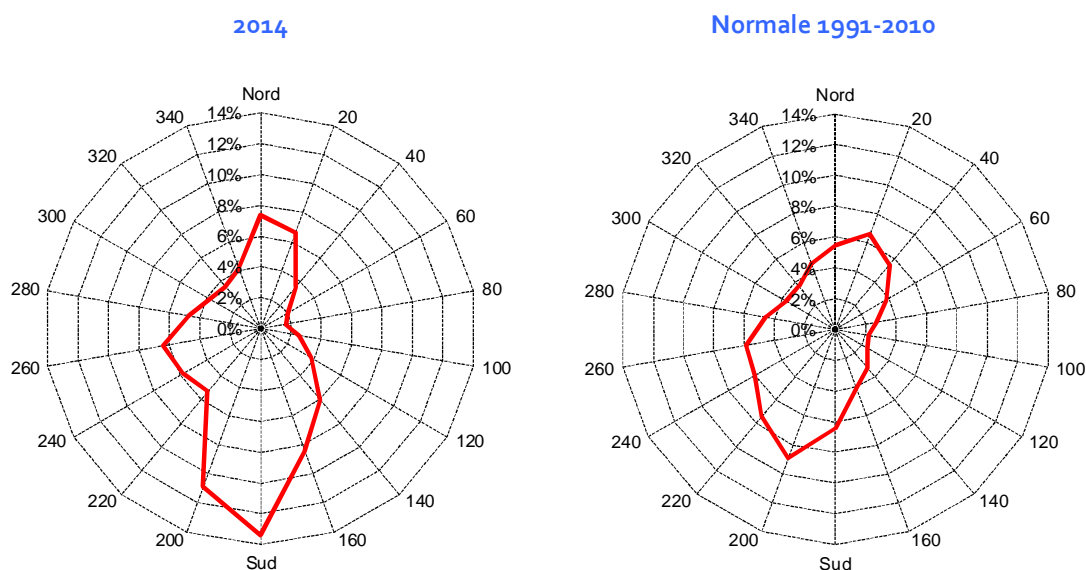


Figure 100 : roses de vent à Paris Montsouris (d'après données Météo-France/DIRIC)

La rose de vent à Paris Montsouris (Figure 100) montre les deux secteurs de vent dominants que connaît la région :

- sud-ouest en régime océanique
- nord-est lors des périodes anticycloniques où les hautes pressions sont situées sur la France, le proche Atlantique ou les îles britanniques.

Comme en 2013, 2014 a connu une large prédominance de vents de sud à sud-sud-ouest. Les situations anticycloniques étaient quant à elles le plus souvent associées à un vent de nord-nord-est.

# ANNEXE 1

## Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2014 et calcul des tendances

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

Les **valeurs limites** 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. Ce sont donc 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 motivés 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 voyaient leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM<sub>10</sub> et le dioxyde de soufre, les valeurs limites ont atteint leur niveau plancher en 2005. Pour le dioxyde d'azote et le benzène, 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'achève le 1<sup>er</sup> janvier 2015.

Les **valeurs cibles** 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.

Les **objectifs de qualité** 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. Ils sont définis par la réglementation européenne et sont l'équivalent des objectifs de qualité.

Jusqu'en 2009, la réglementation française considérait un dépassement lorsque le seuil était atteint ou dépassé. Depuis 2010, la réglementation française s'est mise en accord avec les exigences de la réglementation européenne, qui considère un dépassement uniquement lorsque le seuil est dépassé. Des tests ont été effectués pour évaluer l'impact de cette modification sur les évaluations du respect de la réglementation. Les différences sont faibles pour la grande majorité des polluants, à l'exception des dépassements de la valeur limite journalière en PM<sub>10</sub>, pour lesquels ce changement entraîne une baisse plus significative du nombre de dépassement, qui rend difficile la comparaison aux années antérieures à 2010.

## 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>, NO<sub>x</sub>, 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		<b>Objectif de qualité</b>	Niveau annuel <b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X	<b>Valeurs limites</b>	Niveau annuel <b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X		Niveau horaire, <i>à ne pas dépasser plus de 18 fois sur l'année</i> <b>200 µg/m<sup>3</sup></b>
X		<b>Seuil de recommandation et d'information</b>	Niveau horaire <b>200 µg/m<sup>3</sup></b>
X		<b>Seuil d'alerte</b>	Niveau horaire <b>400 µg/m<sup>3</sup></b> <small>200 µg/m<sup>3</sup> le jour J si le seuil d'information a été déclenché à J-1 et risque de l'être à J+1</small>
X	X	<b>Seuil d'alerte</b>	Niveau horaire <b>400 µg/m<sup>3</sup> 3 heures consécutives</b>

Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )			
X	X	<b>Niveau critique (végétation - uniquement sur les sites "écosystèmes" en zone rurale)</b>	Niveau annuel <b>30 µg/m<sup>3</sup></b> <small>NO<sub>x</sub> équivalent NO<sub>2</sub></small>

Particules PM <sub>10</sub>			
X		<b>Objectif de qualité</b>	Niveau annuel <b>30 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X	<b>Valeurs limites</b>	Niveau annuel <b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X		Niveau journalier, <i>à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année</i> <b>50 µg/m<sup>3</sup></b>
X		<b>Seuil de recommandation et d'information</b>	Niveau journalier <b>50 µg/m<sup>3</sup></b>
X		<b>Seuil d'alerte</b>	Niveau journalier <b>80 µg/m<sup>3</sup></b>

Particules PM <sub>2,5</sub>			
X		<b>Objectif de qualité</b>	Niveau annuel <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>
X		<b>Valeur cible</b>	Niveau annuel <b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
	X	<b>Valeur cible</b>	Niveau annuel <b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X	<b>Valeur limite PHASE 1</b>	Niveau annuel <b>2008 : 30 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2009 : 29 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2010 : 29 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2011 : 28 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2012 : 27 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2013 : 26 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2014 : 26 µg/m<sup>3</sup></b> <b>2015 : 25 µg/m<sup>3</sup></b>
	X	<b>Valeur limite PHASE 2*</b>	Niveau annuel <b>2020 : 20 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X	<b>Obligation en matière de concentration relative à l'exposition</b>	Niveau sur 3 ans à l'échelle nationale, sites de fond dans les agglomérations <b>2013-2014-2015 : 20 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X	<b>Objectif national de réduction de l'exposition</b>	Diminution de 15 ou 20 % <sup>(1)</sup> entre 2011 et 2020 du niveau national de fond dans les agglomérations <small>(1) selon le niveau de 2011</small>

\* Phase 2 : la valeur limite indicative sera révisée par la Commission à la lumière des informations complémentaires sur l'impact sanitaire et environnemental, la faisabilité technique et l'expérience acquise en matière de valeur cible dans les Etats membres

Ozone (O <sub>3</sub> )				
X	X	Valeurs cibles	Protection de la santé humaine Niveau sur 8 heures, <i>à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne sur 3 ans</i>	120 µg/m <sup>3</sup>
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h)	18000 µg/m <sup>3</sup> .h
X	X	Objectifs de qualité (F) Objectifs à long terme (E)	Protection de la santé humaine Niveau sur 8 heures, <i>aucun dépassement sur l'année</i>	120 µg/m <sup>3</sup>
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h)	6000 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 horaire	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			Niveau horaire	300 µg/m <sup>3</sup> 3 heures consécutives
X				360 µg/m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone (CO)				
X	X	Valeur limite	Niveau sur 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 sur 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	Seuil de recommandation et d'information	Niveau hivernal (du 1/10 au 31/3)	20 µg/m <sup>3</sup>
X		Seuil d'alerte	Niveau horaire	300 µg/m <sup>3</sup>
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire	500 µg/m <sup>3</sup> trois heures consécutives
Plomb				
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				
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				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	1 ng/m <sup>3</sup>
Arsenic				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	6 ng/m <sup>3</sup>
Cadmium				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	5 ng/m <sup>3</sup>
Nickel				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	20 ng/m <sup>3</sup>

Figure 101 : normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2014

## ANNEXE 2

### Prospective méthodologique : vers une harmonisation nationale des outils de surveillance.

Après les évolutions des méthodologies de calcul des émissions en 2012 et 2013, les travaux d'harmonisation entre les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air dans les différentes régions françaises sont poursuivies en 2014.

Dans ce cadre, les cartographies annuelles du bilan 2014 ont connu plusieurs évolutions.

#### *Une harmonisation des échelles de couleur au niveau national.*

Pour 2014, les cartographies ont été régénérées en utilisant les échelles de couleurs définies par un groupe de travail national. Ce groupe avait pour objectif de définir des échelles communes à l'ensemble des acteurs du dispositif national de surveillance (AASQA, MEDDE, LCSQA...), afin de garantir la comparabilité de l'information diffusée d'une région à l'autre et avec le niveau national, mais également de faciliter la compréhension du public vis-à-vis du dépassement des seuils réglementaires. Ce changement d'échelle a un impact visuel plus ou moins important en fonction des polluants, comme l'illustre l'exemple de la [Figure 102](#).

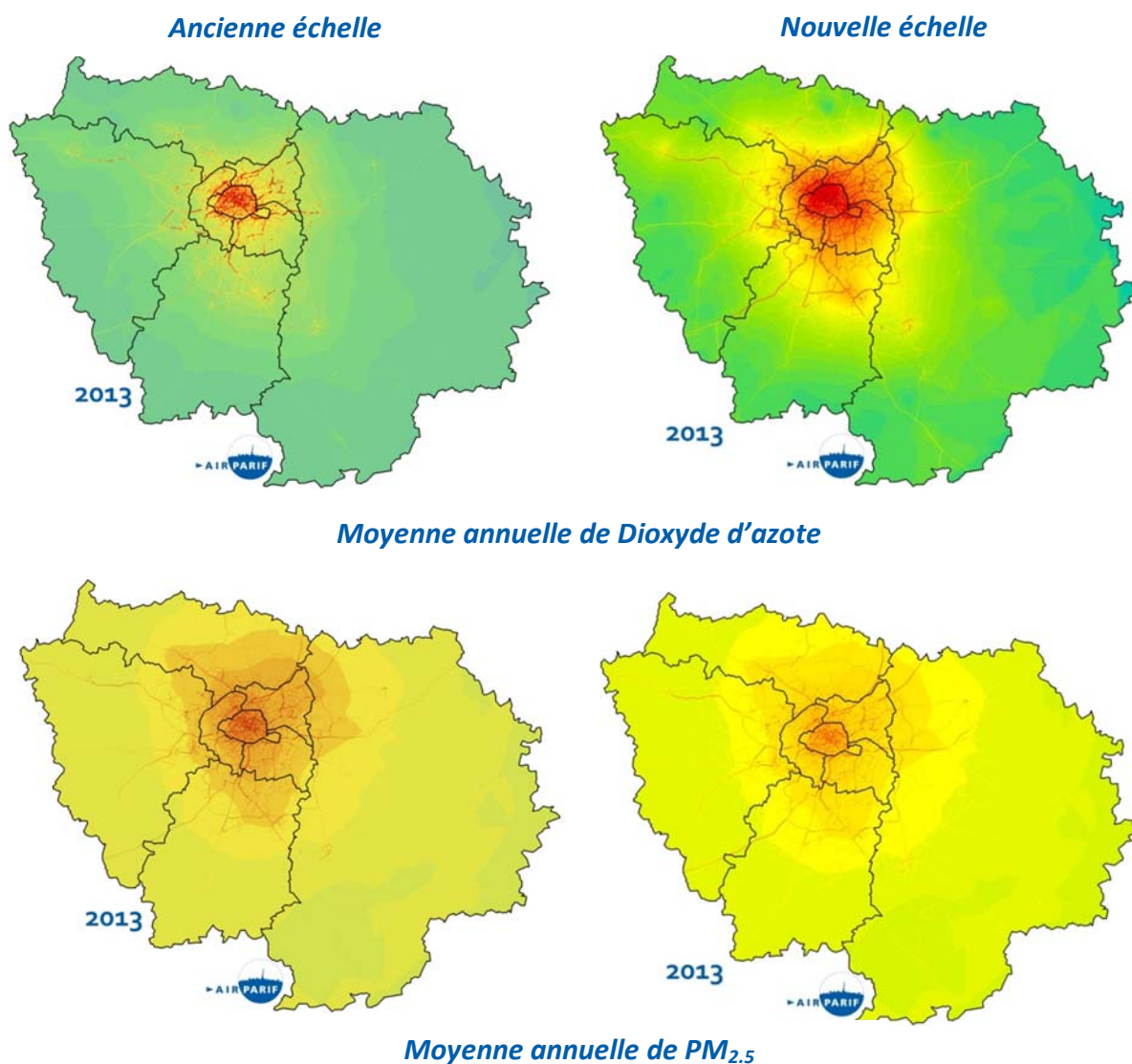


Figure 102 : comparaison des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) (en haut) et particules PM<sub>2,5</sub> (en bas) en 2013 en Ile-de-France, générées avec l'ancienne échelle de couleur (à gauche) et la nouvelle (à droite)

### Une harmonisation de la répartition de la population au niveau national.

L'estimation des populations exposées aux dépassements des valeurs réglementaires est réalisée par croisement entre les concentrations annuelles et les données de population spatialisées à l'échelle de l'Ile-de-France.

Jusqu'en 2013, Airparif utilisait des données de l'INSEE, finement spatialisées au bâtiment par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Ile-de-France selon une méthodologie spécifique à l'Institut francilien d'urbanisme, puis projetées sur des grilles haute résolution pour être croisées avec les données maillées de concentrations. En 2014, les données de population utilisées sont des données INSEE spatialisées, toujours au bâti, selon une méthodologie de répartition établie au niveau national par le LCSQA. L'IAU Ile-de-France réalise ensuite la projection. Des travaux sont en cours pour faire bénéficier le niveau national (LCSQA) de l'expertise locale francilienne et ainsi enrichir si nécessaire les données nationales. Les données de population fines utilisées portent sur l'année 2011.

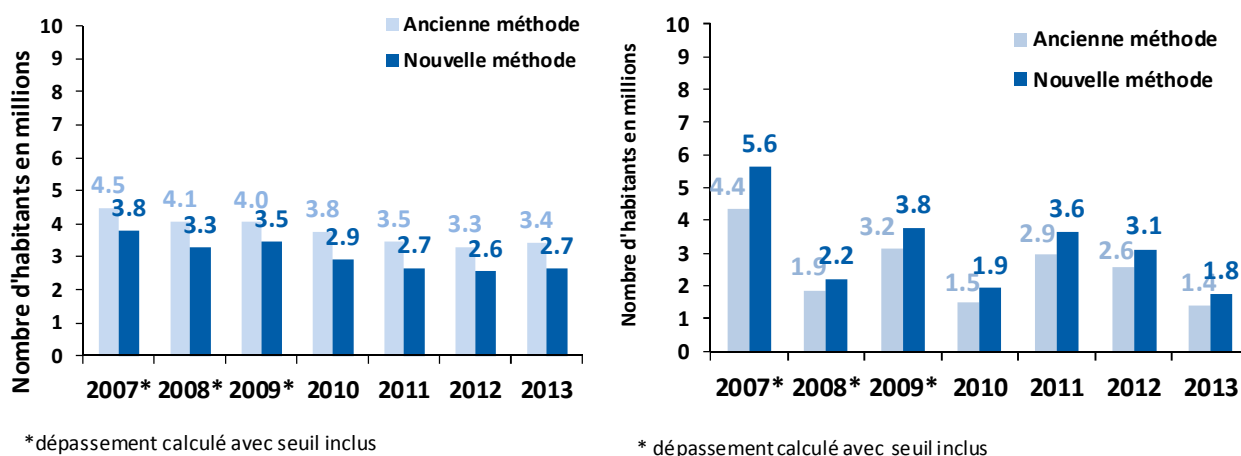
### Une harmonisation de la décroissance des niveaux au voisinage des axes.

Les travaux sur l'estimation de l'impact du trafic routier se sont poursuivis en 2014 par une amélioration du calcul de l'impact du trafic au voisinage des axes routiers.

L'impact du trafic routier au voisinage des axes routiers est calculé en simulant la décroissance des concentrations en fonction de la distance à l'axe. Les hypothèses de décroissance utilisées sont issues de données de la littérature, validées par les nombreuses campagnes de mesure menées par Airparif. Le modèle de décroissance utilisé était auparavant une décroissance linéaire. Afin d'harmoniser les différents outils de modélisation mis en œuvre, l'impact des axes routiers est désormais calculé selon une décroissance gaussienne, plus réaliste du comportement observé dans l'atmosphère.

Ces différentes évolutions méthodologiques entraînent une modification de la plupart des indicateurs associés aux dépassements des valeurs réglementaires qui sont estimés grâce à ces cartographies. Afin de reconstituer un historique comparable, l'ensemble des cartographies ont été régénérées depuis 2007 en prenant en compte ces évolutions méthodologiques et les indicateurs associés ont été recalculés.

La **Figure 103** présente une comparaison des résultats de l'estimation de la population exposée à un dépassement de la valeur limite en NO<sub>2</sub> (à gauche) et en PM<sub>10</sub> (VL jour, à droite), de 2007 à 2013 avec l'ancienne et la nouvelle chaîne de calcul.



**Figure 103 : comparaison du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite en NO<sub>2</sub> (à gauche) et PM<sub>10</sub> (à droite), estimés avec l'ancienne et la nouvelle méthodologie**

## ANNEXE 3

### Méthodes de mesure et normes AFNOR associées.

Polluant		Norme AFNOR	Méthode de mesure
CO	Monoxyde de carbone	NF EN 14626	Absorption infra-rouge
NO	Monoxyde d'azote	NF EN 14211	Chimiluminescence
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote	NF EN 14211	Réduction catalytique et chimiluminescence (mesures horaires automatiques)
		-	Echantillonnage par diffusion, suivi d'une analyse par désorption liquide et spectrophotométrie dans le visible (mesures hebdomadaires par tubes passifs)
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azote	NF EN 14211	Réduction catalytique et chimiluminescence (mesures horaires automatiques)
O <sub>3</sub>	Ozone	NF EN 14625	Photométrie ultra-violet
SO <sub>2</sub>	Dioxyde de soufre	NF EN 14212	Fluorescence ultra-violet
FN	Fumées noires	NF X 43-005	Réflectométrie (analyseur séquentiel automatique)
PM 10	Particules < 10 µm	NF EN 12341 (prélèvement)	3 types de mesures, dont seul le prélèvement est normé : - TEOM (mesurage par pesée à l'aide d'une balance inertielle), corrigés à l'aide des mesures TEOM-FDMS (l'équivalence TEOM-FDMS à la méthode de référence a été prouvée par des essais in situ) - TEOM-FDMS, permettant une meilleure prise en compte la fraction volatile des particules - BAM (jauge β)
PM 2,5	Particules < 2,5 µm	NF EN 12341 (prélèvement)	2 types de mesures, dont seul le prélèvement est normé : - TEOM (mesurage par pesée à l'aide d'une balance inertielle), corrigés à l'aide des mesures TEOM-FDMS (l'équivalence TEOM-FDMS à la méthode de référence a été prouvée par des essais in situ) - TEOM-FDMS, permettant une meilleure prise en compte la fraction volatile des particules - BAM (jauge β)
BEN	Benzène	NF EN 14662-1	Echantillonnage par pompage, suivi d'une analyse par désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse
		NF EN 14662-3	Prélèvement par pompage automatique, et analyse par chromatographie en phase gazeuse sur site
		NF EN 14662-4	Echantillonnage par diffusion, suivi d'une analyse par désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse
Pb, Cd, As, Ni	Plomb, cadmium, arsenic, nickel	NF EN 12341 (prélèvement) NF EN 14902 (analyse)	- Mesure de la fraction PM10 de la matière particulaire en suspension (prélèvement) - ICPMS (Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif) (analyse)
BaP	Benzo(a)pyrène	NF EN 12341 (prélèvement) NF EN 15549 (analyse)	- Préleveur Hydra sur mousse et filtre 2.3 m <sup>3</sup> /h (prélèvement) - Dosage par chromatographie liquide haute performance et chromatographie gazeuse et détecteur fluorescence (analyse)



## ANNEXE 4

### Définition de la zone sensible en Ile-de-France

Les schémas régionaux Climat, Air et Energie (SRCAE) instaurés par la Loi Grenelle 2 imposent de cartographier des zones dites sensibles en ce qui concerne la 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 pour certains polluants (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'Ile-de-France repose sur l'utilisation des outils de cartographie qui permettent de représenter avec finesse les concentrations de polluants en tous points 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'Ile-de-France correspond à la zone administrative de surveillance déclarée au niveau européen comprenant l'agglomération parisienne et l'agglomération de Meaux ([Figure 104](#)). 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 PM10. Elle concerne plus de 10 millions d'habitants, soit presque 90 % de la population régionale. Elle représente 23 % de la surface de l'Ile-de-France et représente un tissu urbain continu.

Liste des communes comprises dans la zone sensible

75

Paris

77

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

78

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

91

ARPAJON, ATHIS-MONS, BALLAINVILLIERS, BIEVRES, BOISSY-SOUS-SAINT-YON, BONDOUFLE, BOUSSY-SAINT-ANTOINE, BRETIGNY-SUR-ORGE, BREUILLET, BREUX-JOUY, BRUNOY, BRUYERES-LE-CHATTEL, BURES-SUR-YVETTE, CHAMPLAN, CHILLY-MAZARIN, CORBEIL-ESSONNES, COUDRAY-MONTCEAUX, COURCOURONNES, CROSNE, DRAVEIL, EGLY, EPINAY-SOUS-SENART, EPINAY-SUR-ORGE, ETIOLLES, EVRY, FLEURY-MEROGIS, FONTENAY-LE-VICOMTE, GIF-SUR-YVETTE, GOMETZ-LE-CHATTEL, 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, SAINTE-GENEVIEVE-DES-BOIS, SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON, SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL, SAINT-JEAN-DE-BEAUREGARD, 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, VILLEMOISSON-SUR-ORGE, VILLIERS-SUR-ORGE, VIRY-CHATILLON, WISSOUS, YERRES, ULIS

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

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

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

95

ANDILLY, ARGENTEUIL, ARNOUVILLE-LES-GONESSE, AUVERS-SUR-OISE, BEAUCHAMP, BESSANCOURT, BEZONS, BONNEUIL-EN-FRANCE, BOUFFEMONT, BUTRY-SUR-OISE, CERGY, CHAMPAGNE-SUR-OISE, CORMEILLES-EN-PARISIS, COURDIMANCHE, DEUIL-LA-BARRE, DOMONT, EAUBONNE, ECOUEN, ENGHIEEN-LES-BAINS, ERAGNY, ERMONT, EZANVILLE, FRANCONVILLE, FREPILLON, FRETTE-SUR-SEINE, GARGES-LES-GONESSE, GONESSE, 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, PIERRELAZE, 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, VALMONDOIS, VAUREAL, VILLIERS-ADAM, VILLIERS-LE-BEL

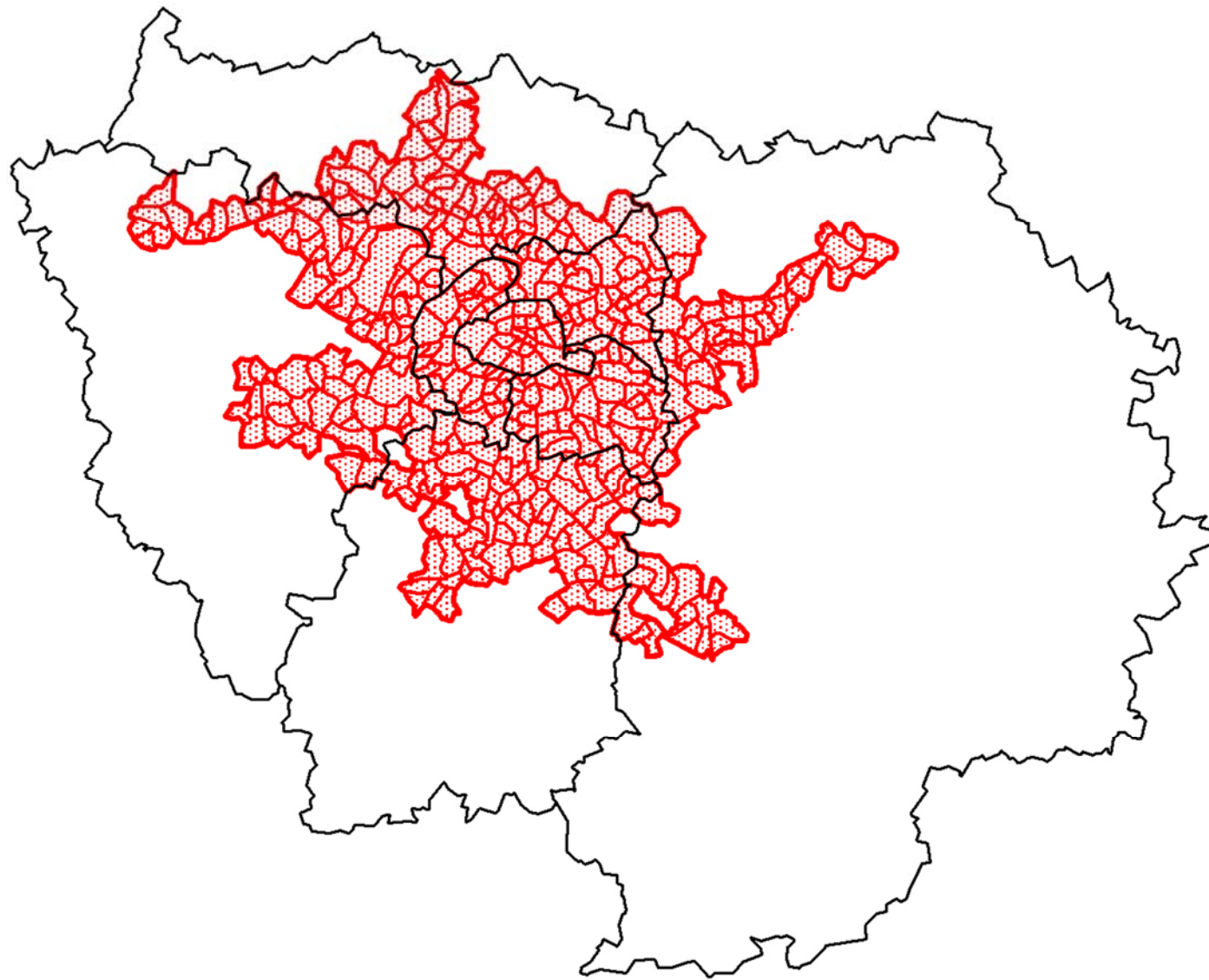


Figure 104 : zones sensibles définies sur l'Ile-de-France

## REFERENCES

*Affset (Anses), Emissions de dioxyde d'azote de véhicules diesel – Impact des technologies de post-traitement sur les émissions de dioxyde d'azote de véhicules diesel – Août 2009*

*Airparif, Campagne de mesure du mercure dans l'air ambiant en Ile-de-France, Novembre 2010*

*Airparif, Inventaire régional des émissions en Ile-de-France - Année de référence 2010 - éléments synthétiques, Edition décembre 2012*

*Airparif, Evolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012, Juillet 2013*

*Airparif-LSCE, Origine des particules en Ile-de-France, Septembre 2011*

*CITEPA, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France, séries sectorielles et analyses étendues, Format SECTEN, Avril 2013  
<http://www.citepa.org/fr/pollution-et-climat/polluants/polluant-organiques-persistants/hydrocarbures-aromatiques-polycycliques>*

*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*

*European Environment Agency, Copert 4 - E MEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, Août 2007 et Août 2003*

*Feng, Z., Kobayashi, K., Ainsworth, E., 2008. Impact of elevated ozone concentration on growth, physiology, and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.): a metaanalysis. Global Change Biology 14, 2696–2708*

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

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

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

*Kousoulidou M, Ntziachristos L, Mellios G, Samaras Z, 2008, Road-transport emission projections to 2020 in European urban environments, Atmospheric Environment 42 (2008) 7465-7475*

*Mairie de Paris, Bilan des déplacements en 2012 à Paris, 2013*

*OMS, [www.who.int](http://www.who.int) / Centre des médias, Santé et Qualité de l'Air, Aide-mémoire n°313, Septembre 2011*

*OMS, Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report, Juillet 2013*

*OMS-IARC, Diesel and Gasoline engine exhausts and some nitroarenes, IARC Monographs, Volume 105, 2013*

*ORS Nord-Pas-de-Calais, Effets des particules en suspension sur la santé respiratoire des enfants, Novembre 2007*

# LISTE DES FIGURES

Figure 1 : situation des différents polluants réglementés par rapport aux normes de qualité de l'air en Ile-de-France en 2014 .....	5
Figure 2 : tendances observées pour les concentrations des différents polluants réglementés en Ile-de-France .....	5

## Particules

Figure 3 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en particules PM10 en Ile-de-France de 2009 à 2014 .....	9
Figure 4 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite journalière PM10 en Ile-de-France de 2007 à 2014..	9
Figure 5 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM10 en Ile-de-France de 2007 à 2014.....	10
Figure 6 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM10 en Ile-de-France de 2007 à 2014.....	10
Figure 7 : Pourcentage de la population francilienne exposée selon le nombre de jours où la moyenne journalière en PM10 est supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (exposition minimale et année courante).....	11
Figure 8 : concentration moyenne annuelle de particules PM10 en Ile-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne, fond et proximité au trafic routier, en 2014.....	11
Figure 9 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel en particules PM10 en Ile-de-France de 2007 à 2014.....	12
Figure 10 : Pourcentage de la population francilienne potentiellement exposée selon les concentrations annuelles de particules PM10 pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (exposition minimale et année courante).....	12
Figure 11 : nombre de jours de dépassement du seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en particules PM10 en Ile-de-France en 2014.....	13
Figure 12 : concentrations moyennes annuelles de particules PM10 en Ile-de-France en 2014.....	14
Figure 13 : concentrations moyennes journalières de PM10 les plus fortes pour chaque année de 2007 à 2014 en Ile-de-France (réseau évolutif).....	15
Figure 14 : évolution du nombre de jours de dépassement du seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en particules PM10 en moyenne et pour la plus forte station de fond de l'agglomération parisienne de 2007 à 2014.....	15
Figure 15 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans en fond en particules PM10 de 1999-2001 à 2012-2014 dans l'agglomération parisienne (en bleu) et hors agglomération (en vert), en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile, échantillon évolutif de stations.....	16
Figure 16 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de particules PM10 sur 2 stations trafic à Paris de 1998-2000 à 2012-2014, en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile .....	17
Figure 17 : records annuels pour les particules PM10 en Ile-de-France.....	17
Figure 18 : concentration moyenne annuelle de particules fines PM2.5 de 2009 à 2014 en Ile-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne parisienne, fond et proximité au trafic routier.....	19
Figure 19 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur cible annuelle en particules PM2.5 en Ile-de-France de 2007 à 2014.....	20
Figure 20 : Pourcentage de la population francilienne potentiellement exposée selon les concentrations annuelles de particules PM2.5 pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (année minimale et année courante).....	20
Figure 21 : concentrations moyennes annuelles de particules fines PM2.5 en Ile-de-France en 2014.....	21
Figure 22 : concentrations moyennes journalières de PM2.5 les plus fortes pour chaque station de mesure de 2007 à 2014.....	22
Figure 23 : évolution, sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM2.5 dans l'agglomération parisienne de 2000-2002 à 2012-2014 en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile.....	22
Figure 24 : évolution de la concentration moyenne annuelle de particules fines PM2.5 sur la station trafic du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil de 1999 à 2014, en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile .....	23
Figure 25 : records annuels pour les particules PM2.5 en Ile-de-France.....	23
Figure 26 : évolution des concentrations hivernales de fumées noires dans l'agglomération parisienne de 1956-1957 à 2013-2014 .....	24
Figure 27 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en particules en Ile-de-France .....	25

## Dioxyde d'azote - Oxydes d'azote

Figure 28 : concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) de 2009 à 2014 en Ile-de-France, zoom sur Paris et la petite couronne parisienne .....	29
Figure 29 : évolution du kilométrage cumulé de voies routières dépassant la valeur limite annuelle ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en Ile-de-France de 2007 à 2014.....	30
Figure 30 : évolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement potentiel de la valeur limite annuelle ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en Ile-de-France de 2007 à 2014 .....	30
Figure 31 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en Ile-de-France de 2007 à 2014 .....	31
Figure 32 : Pourcentage de la population francilienne exposée selon les concentrations annuelles de dioxyde d'azote pour les années 2007 (exposition maximale) et 2014 (exposition minimale et année courante).....	31
Figure 33 : concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) pour l'ensemble des stations de mesure en Ile-de-France en 2014.....	33
Figure 34 : nombre de sites de mesure de fond du dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) dont la moyenne est supérieure à la valeur limite applicable depuis 2010 et évolution du nombre de sites $\text{NO}_2$ de fond dans l'agglomération parisienne de 1996 à 2014.....	34
Figure 35 : plus forts nombres d'heures de dépassement du seuil horaire de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en Ile-de-France de 1993 à 2014 .....	35
Figure 36 : plus fortes concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en Ile-de-France de 1993 à 2014.....	35
Figure 37 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2012-2014.....	36
Figure 38 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2012-2014.....	37

Figure 39 : ratio des concentrations $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ , une fois les teneurs de fond retranchées, en moyenne sur 3 ans sur les stations de proximité au trafic routier en Ile-de-France de 1998 à 2014 .....	38
Figure 40 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyennes sur 3 ans en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2012-2014.....	39
Figure 41 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2012-2014 .....	39
Figure 42 : records annuels pour le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) et les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) en Ile-de-France .....	40
Figure 43 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) en Ile-de-France .....	41

#### **Ozone**

Figure 44 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone ( $\text{O}_3$ ) (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) en Ile-de-France de 2009 à 2014 .....	45
Figure 45 : situation de l'Ile-de-France au regard de la valeur cible en ozone ( $\text{O}_3$ ) pour la santé (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) en Ile-de-France – période 2012-2014 .....	45
Figure 46 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone ( $\text{O}_3$ ) (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures), station de mesure la plus forte en Ile-de-France de 1998 à 2014.....	46
Figure 47 : nombre de jours de dépassement de la valeur cible en ozone ( $\text{O}_3$ ) pour la protection de la santé (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) en Ile-de-France (moyenne 2012-2014) .....	46
Figure 48 : situation par rapport à l'objectif de qualité en ozone ( $\text{O}_3$ ) pour la protection de la végétation (AOT40, seuil de $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) en Ile-de-France en 2014 .....	47
Figure 49 : nombre de jours de dépassement du seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures en ozone en moyenne sur 3 ans (valeur cible pour la protection de la santé), station de mesure la plus forte en Ile-de-France de 1998-2000 à 2012-2014 .....	48
Figure 50 : nombre moyen de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone ( $\text{O}_3$ ) (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) en Ile-de-France de 1998 à 2014.....	48
Figure 51 : évolution, à échantillon constant de trois stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone ( $\text{O}_3$ ) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2012-2014.....	49
Figure 52 : records annuels pour l'ozone ( $\text{O}_3$ ) en Ile-de-France .....	49
Figure 53 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en ozone ( $\text{O}_3$ ) en Ile-de-France .....	50

#### **Benzène et Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques**

Figure 54 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Ile-de-France et zoom sur Paris et la petite couronne, de 2009 à 2014.....	54
Figure 55 : évolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant l'objectif de qualité en benzène en Ile-de-France de 2007 à 2014.....	55
Figure 56 : évolution du nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de l'objectif de qualité en benzène en Ile-de-France de 2007 à 2014 .....	55
Figure 57 : concentrations moyennes annuelles de benzène en Ile-de-France en 2014 (moyenne sur 14 semaines pour les mesures discontinues) .....	56
Figure 58 : 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 2012-2014.....	57
Figure 59 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en benzène sur la station trafic de la Place Victor Basch à Paris de 1994-1996 à 2012-2014.....	57
Figure 60 : synthèse des dépassements des normes de qualité de l'air en benzène en Ile-de-France.....	58
Figure 61 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en Ile-de-France en 2014 .....	59
Figure 62 : concentrations moyennes annuelles des cinq HAM mesurés en Ile-de-France en 2014 .....	60

#### **Benzo(a)pyrène et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques**

Figure 63 : concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène (BaP) en Ile-de-France en 2014.....	61
Figure 64 : 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 199-2001 à 2012-2014 .....	61
Figure 65 : évolution de la concentration maximale journalière de benzo(a)pyrène (BaP) dans l'agglomération parisienne, et en proximité au trafic routier le long du Boulevard périphérique de 1998 à 2014.....	62
Figure 66 : concentrations moyennes annuelles des treize HAP mesurés en Ile-de-France en 2014 .....	63

#### **Métaux**

Figure 67 : évolution de la concentration moyenne annuelle de plomb (Pb) sur la station trafic de la Place Victor Basch (trafic) et à Paris (fond) de 1991 à 2014.....	65
Figure 68 : évolution de la concentration moyenne annuelle d'arsenic (As) sur la station trafic de la Place Victor Basch (trafic) et à Paris (fond) de 1991 à 2014.....	66
Figure 69 : évolution de la concentration moyenne annuelle de cadmium (Cd) sur la station trafic de la Place Victor Basch (trafic) et à Paris (fond) de 1991 à 2014.....	66
Figure 70 : évolution de la concentration moyenne annuelle de nickel (Ni) à Paris (fond) de 2007 à 2014.....	67

#### **Monoxyde de Carbone**

Figure 71 : concentrations moyennes annuelles et maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) en Ile-de-France en 2014.....	69
Figure 72 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en monoxyde de carbone (CO) en situation de proximité au trafic et en situation de fond dans l'agglomération parisienne de 1994-1996 à 2012-2014 .....	70
Figure 73 : évolution des concentrations maximales sur 8 heures de monoxyde de carbone (CO) dans l'agglomération de 1991 à 2014 .....	70
Figure 74 : records annuels pour le monoxyde de carbone (CO) en Ile-de-France.....	70

#### **Dioxyde de soufre**

Figure 75 : évolution des concentrations moyennes hivernales de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) à Paris depuis 1956 .....	73
Figure 76 : évolution des concentrations moyennes sur 3 ans de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) en Ile-de-France de 1991-1993 à 2012-2014.....	74
Figure 77 : records annuels pour le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) en Ile-de-France.....	74

## **Aldéhydes et Composés Organiques Volatils**

Figure 78 : concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde et acétaldéhyde mesurés en Ile-de-France en 2014.....	76
Figure 79 : concentrations moyennes annuelles des 29 COV mesurés au siège d'Airparif (Paris 4 <sup>ème</sup> ) (fond) en 2014.....	77

## **Episodes de pollution**

Figure 80 : jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Ile-de-France en 2014, seuil dépassé et polluant concerné	78
Figure 81 : nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Ile-de-France de 2006 à 2014, tous polluants confondus, y compris particules PM10 (PM10 simulation rétrospective pour les années 2006 et 2007 selon les conditions de l'arrêté du 3 décembre 2007 – Abaissement des seuils de déclenchement à partir du 30 novembre 2011 et modification de la procédure d'alerte à partir du 15 septembre 2014).....	79
Figure 82 : nombre de jours d'information et d'alerte en Ile-de-France de 1998 à 2014, détail par polluant (résultats PM10 en 2006 et 2007 obtenus par analyse rétrospective selon les conditions de l'arrêté du 3.12.2007, résultats PM10 à partir de fin 2011 obtenus avec l'arrêté inter-préfectoral qui abaisse les seuils de dépassement, pour l'année 2014 prise en compte du nouvel arrêté inter-préfectoral entré en vigueur le 15 septembre 2014). .....	79
Figure 83 : nombre de jours d'information et d'alerte en PM10 en Ile-de-France de 2007 à 2014 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 30 novembre 2011 (simulation rétrospective de 2007 à 2011).....	80
Figure 84 : évolution des concentrations horaires des PM10 (en rouge en haut) et des composants majeurs des particules (carbone suie dans les PM2.5, en noir en haut – Ammonium, Nitrate, Sulfate, Organiques dans la fraction PM1.0 en bas).....	81
Figure 85 : impact (en %) des restrictions de la circulation sur la concentration en particules PM10 le 17 mars 2014.....	83

## **Indices de Qualité de l'Air**

Figure 86 : 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 2010 à 2014 .....	84
Figure 87 : répartition des indices ATMO (fond, agglomération parisienne) en 2014.....	85
Figure 88 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2014 .....	87
Figure 89 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2014.....	87

## **Météorologie**

Figure 90 : synthèse mensuelle des principaux paramètres météorologiques à Paris en 2014, d'après bilans mensuels Ile-de-France disponibles sur <a href="http://www.meteofrance.com">www.meteofrance.com</a> .....	88
Figure 91 : nombre de jours où la température a atteint ou dépassé 30°C en Ile-de-France (source Météo France - DIRIC).....	89
Figure 92 : nombre de jours où la température a atteint ou dépassé 30°C à Paris Montsouris - trait vert = normale (d'après données Météo France DIRIC).....	89
Figure 93 : durée annuelle d'insolation de 1995 à 2014 à Paris Montsouris - trait vert = moyenne 1981-2010 - (d'après données Météo France DIRIC).....	90
Figure 94 : durée mensuelle d'insolation à Paris Montsouris en 2014 (d'après données Météo France DIRIC) .....	90
Figure 95 : température moyenne mensuelle à Paris Montsouris (d'après données Météo France DIRIC) .....	91
Figure 96 : température moyenne annuelle en Ile-de-France (source Météo France - DIRIC).....	91
Figure 97 : nombre de jours de précipitations (>= 1 mm) et rapport à la normale 1981-2010 en Ile-de-France en 2014 (source Météo France - DIRIC) .....	92
Figure 98 : cumul annuel de précipitations à Paris Montsouris de 1980 à 2014 - trait vert = moyenne 1980-2010 (d'après données Météo France - DIRIC).....	92
Figure 99 : cumuls mensuels de précipitations à Paris Montsouris (d'après données Météo France - DIRIC) .....	93
Figure 100 : roses de vent à Paris Montsouris (d'après données Météo France - DIRIC).....	93

## **Annexes**

Figure 101 : normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2014.....	96
Figure 102 : comparaison des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO2) (en haut) et particules PM2.5 (en bas) en 2013 en Ile-de-France, générées avec l'ancienne échelle de couleur (à gauche) et la nouvelle (à droite) .....	97
Figure 103 : comparaison du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite en NO <sub>2</sub> (à gauche) et PM10 (à droite), estimés avec l'ancienne et la nouvelle méthodologie .....	98
Figure 104 : zone sensible définie sur l'Ile-de-France .....	102







**SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR  
EN ILE-DE-FRANCE**

**[www.airparif.asso.fr](http://www.airparif.asso.fr)  
01.44.59.47.64**