

SURVEILLANCE ET INFORMATION SUR LA QUALITÉ DE L'AIR À PARIS EN 2014

Juillet 2015



Sommaire

1 – Généralités	5
Bilan météorologique de 2014 en Ile-de-France	5
Le réseau de mesure à Paris et en petite couronne francilienne.....	5
2 – La qualité de l'air à Paris.....	7
Particules PM ₁₀ et PM _{2.5}	7
Evolution des niveaux sur le moyen terme	18
Dioxyde d'azote (NO ₂)	20
Ozone (O ₃)	27
Benzène (C ₆ H ₆)	31
Benzo(a)pyrène et autres Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	37
Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel	39
Monoxyde de carbone (CO)	41
Dioxyde de soufre (SO ₂)	42
3 – Bilan de l'indice de qualité de l'air européen CITEAIR.....	44
4 - Bilan des déclenchements de la procédure d'information et d'alerte à l'échelle de la région	46
5 – Conclusion	49

RESUME

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).

A Paris, les niveaux moyens de NO₂ sont les plus élevés de l'Ile-de-France, et supérieurs à la moyenne de l'agglomération parisienne. Les valeurs limites sont dépassées sur tous les sites de proximité au trafic, ainsi que sur une station de fond.

Pour les PM₁₀, les PM_{2,5} et le benzène, les seuils réglementaires ne sont dépassés qu'en situation de proximité au trafic.

Les niveaux d'ozone, s'ils sont en moyenne plus faibles que ceux des autres départements franciliens, dépassent les objectifs de qualité, mais pas les valeurs cibles. Ces dépassements sont généralisés à l'ensemble de la région.

Les autres polluants (BaP, métaux, CO, SO₂) ont des niveaux très inférieurs aux seuils réglementaires, à Paris comme dans toute l'Ile-de-France.

SURVEILLANCE ET INFORMATION SUR LA QUALITE DE L'AIR À PARIS EN 2014

1 – Généralités

Ce document présente une synthèse départementale des niveaux de pollution en 2014, au regard des normes de qualité de l'air. Les résultats sont présentés de la façon suivante :

- Bilan météorologique annuel
- Rappel des normes de qualité de l'air
- Carte des stations de mesure du réseau en petite couronne et à Paris
- Pour les principaux polluants réglementés (NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, ozone, benzène) : cartes de répartition spatiale des concentrations moyennes annuelles en µg/m³, à l'échelle de la petite couronne (75, 92, 93, 94) et à l'échelle départementale
- Tableau des statistiques annuelles par station pour tous les polluants réglementés
- Bilan départemental annuel des indices de qualité de l'air
- Bilan régional annuel des déclenchements de la procédure d'information et d'alerte, zoom sur les stations du département

Bilan météorologique de 2014 en Ile-de-France

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).

Le réseau de mesure à Paris et en petite couronne francilienne

La carte de la [Figure 1](#) présente l'implantation des stations de mesure à Paris et en petite couronne.

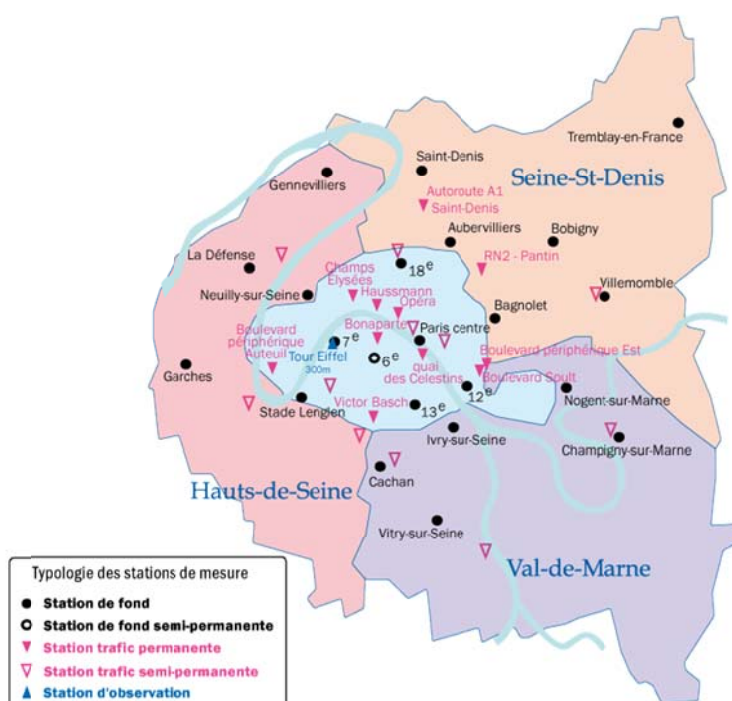


Figure 1 : carte des stations de mesure du réseau Airparif à Paris et en petite couronne francilienne en 2014

Le réseau de mesure régional est dimensionné pour répondre aux exigences réglementaires¹ mais aussi aux problématiques de qualité de l'air liées au contexte local comme par exemple la présence d'un réseau routier dense dans une zone fortement peuplée.

Le dispositif de surveillance est composé d'un réseau de mesures fixes continues, complété de mesures discontinues et d'outils de modélisation. A l'aide de ces derniers, des cartes des niveaux moyens annuels sont réalisées chaque année pour les principaux polluants réglementés. Ces cartes permettent d'estimer les niveaux de pollution en tout point de la région, à la fois en situation de fond et de proximité au trafic routier. Les résultats de ce dispositif sont affinés par des campagnes de mesures ponctuelles en différents points de la région.

Le tableau suivant détaille les paramètres par station à Paris, avec leur date d'ouverture.

Station	Typologie	Polluants mesurés - Dates d'ouverture								
		NO et NO ₂	PM10	PM2.5	Benzène	O ₃	CO	SO ₂	HAP (1)	Métaux (2)
Paris Centre (3)	Urbaine	01/01/2011	01/01/2011	09/12/2011	03/01/2011	09/12/2011	14/12/2011			
Paris 7ème	Urbaine	27/02/1992								
Paris 12ème	Urbaine	11/09/1991								
Paris 13ème	Urbaine	11/09/1991				11/09/1991			13/04/2010	
Paris Stade Lenglen	Urbaine	01/01/2014	01/01/2014		30/12/2013					
Paris 18ème	Urbaine	17/09/1993	17/07/1998		23/12/2002	08/04/1998				13/04/2010
Paris 6ème*	Urbaine	21/09/1995								
Avenue des Champs Elysées	Trafic	24/12/1990	02/01/2005							
Rue Bonaparte	Trafic	04/05/1994								
Boulevard périphérique Auteuil	Trafic	01/04/1993	13/04/1996	01/01/1999	01/04/1999		01/04/1993	11/12/1995		
Boulevard périphérique Est	Trafic	25/12/2012	25/12/2012	25/12/2012						
Quai des Célestins	Trafic	24/08/1993								
Place Victor Basch	Trafic	23/11/1990	05/09/2001		03/09/2001		23/11/1990			
Place de l'Opéra	Trafic	19/02/2011	19/02/2011		05/02/2007 *					
Boulevard Haussmann	Trafic	13/02/2010	13/02/2010		10/03/2008 *					
Boulevard Soult	Trafic	09/12/2013								
Rue de Rivoli *	Trafic	05/02/2007			05/02/2007					
Place de la Bastille *	Trafic	05/02/2007			05/02/2007					
Place Vaugirard - Convention *	Trafic	26/02/2007								
Porte de Clignancourt *	Trafic	19/02/2007								
Tour Eiffel 3ème étage	Observation	25/06/1993				25/06/1993		12/04/1994		

(1) : Hydrocarbures aromatiques polycycliques, 12 composés mesurés, dont seul le benzo(a)pyrène est réglementé. En raison des travaux sur la station Paris 1er les Halles, mesures transférées sur la station Paris 13ème le 13/04/2010.

(2) : Mesure des 4 métaux réglementés : plomb, arsenic, cadmium, nickel. En raison des travaux sur la station Paris 1er les Halles, mesures transférées sur la station Paris 18ème le 13/04/2010.

(3) : Pendant les travaux de réhabilitation du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

* : Mesures discontinues par tubes à diffusion (14 semaines réparties sur l'année). Pour les NOx, cette méthode ne fournit que le NO₂.

La définition des typologies des stations est présentée en annexe 2. Selon les références françaises et européennes, une 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 au trafic**, le long des axes de circulation.

NB : les résultats de la station d'observation de la Tour Eiffel 3^{ème} étage sont présentés à titre indicatif ; en effet, les stations d'observation ont une vocation expérimentale et ne sont pas destinées à évaluer le respect des normes réglementaires.

Une nouvelle station trafic a été ouverte en façade d'immeuble Boulevard Soult, dans le 12^{ème} arrondissement le 9 décembre 2013. Une nouvelle station de fond a également été ouverte dans le parc omnisport Suzanne Lenglen. Bien qu'appartenant au 15^{ème} arrondissement de Paris, ce site est situé à l'extérieur de l'enceinte du périphérique parisien.

¹ Les directives européennes fixent notamment un nombre minimum de capteurs dans les différentes zones de surveillance, défini en fonction du nombre d'habitants et des concentrations relevées.

Particules PM₁₀ et PM_{2.5}

Les particules sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles. Une distinction est faite entre les particules PM₁₀, de diamètre inférieur à 10 µm, et les PM_{2.5}, de diamètre inférieur à 2.5 µm. Les particules PM₁₀ sont majoritairement formées de particules PM_{2.5} : en moyenne annuelle, les PM_{2.5} représentent environ 60 à 70 % des PM₁₀.



Les sources de **particules** sont multiples.

Il existe d'une part des rejets directs dans l'atmosphère. Les sources majoritaires de particules primaires sont le secteur résidentiel et tertiaire (notamment le chauffage au bois), le trafic routier, les chantiers et carrières et l'agriculture. Elles peuvent également être d'origine naturelle.

La contribution du secteur résidentiel et tertiaire aux émissions de PM_{2.5} est plus importante que pour les PM₁₀ 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_{2.5} 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 (PM₁₀) [Airparif, 2012].

Les sources de particules sont également indirectes : transformations chimiques de polluants gazeux (NO₂, SO₂, NH₃, 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].

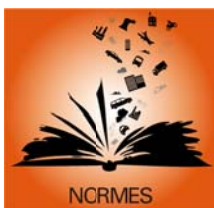
Des études récentes montrent sur le long terme des associations entre concentrations de particules et mortalité à des niveaux bien en-dessous du niveau de recommandation annuel de l'OMS (10 µg/m³ en PM_{2.5}) [OMS, 2013]. De plus, plusieurs études se sont intéressées à l'effet de seuil et à la relation dose-réponse aux PM_{2.5}. 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 cancérogènes 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 cancérogènes possibles pour l'homme [OMS/IARC, 2013].



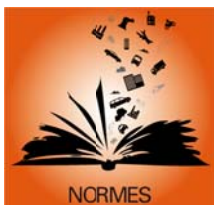
Effets sur l'environnement :

- 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 PM₁₀

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



Particules PM_{2.5}

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



	Tendances PM ₁₀ et PM _{2.5}	
	1999 - 2014	2007 - 2014
Loin du trafic	↘	↘
Le long du trafic	↘	↘

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

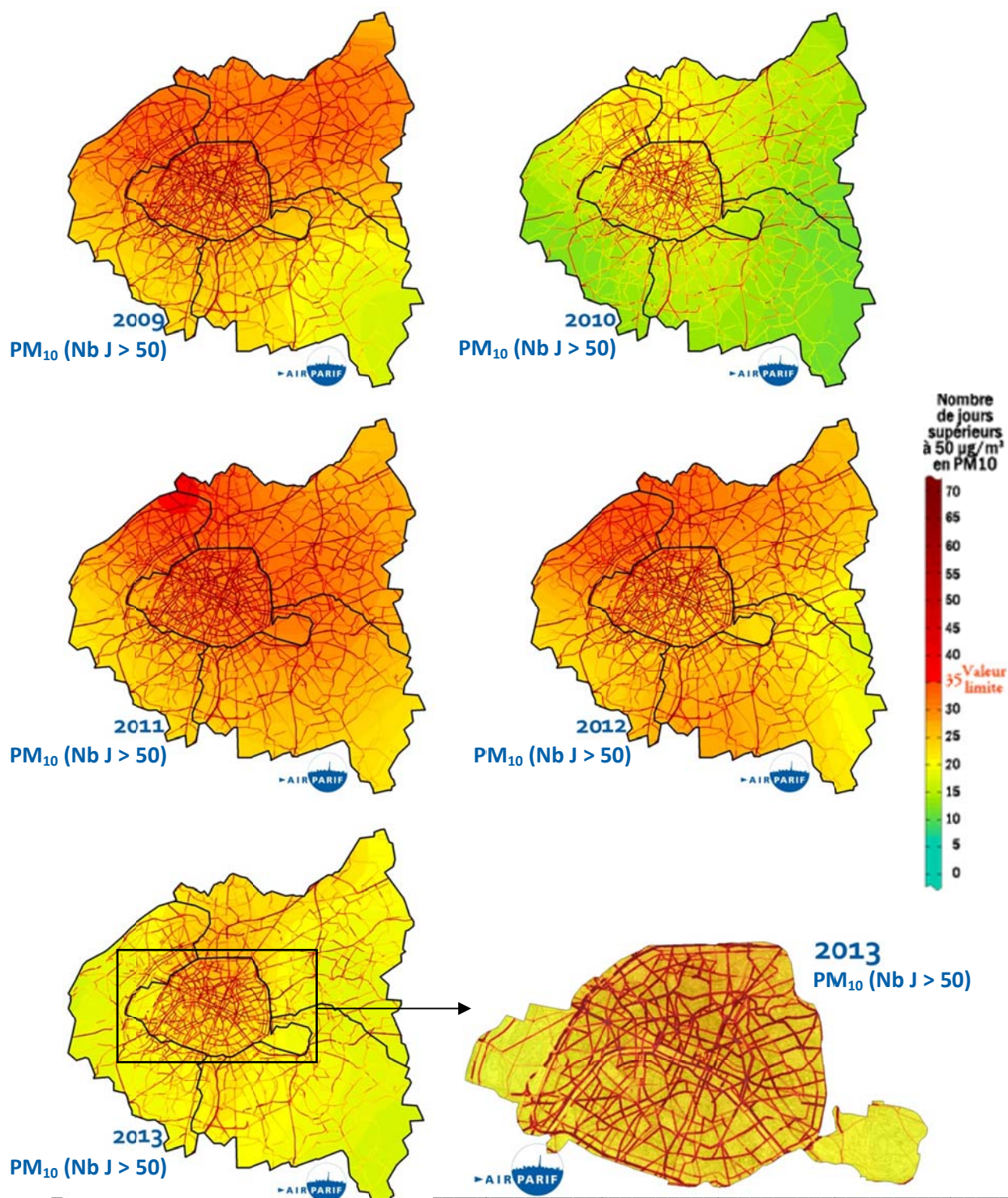
PM _{2.5}	Normes à respecter	Normes à respecter dans la mesure du possible	
	Valeur limite annuelle	Valeur cible	Objectif de qualité
Loin du trafic	Respectée	Respectée	Dépassé
Le long du trafic	Respectée	Dépassée	Dépassé

Particules PM₁₀

A l'échelle de Paris et la petite couronne

Les cartes de la [Figure 2](#) présentent le **nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière (au maximum 35 jours dépassant 50 µg/m³) en particules PM₁₀** sur la petite couronne de l'Île-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.



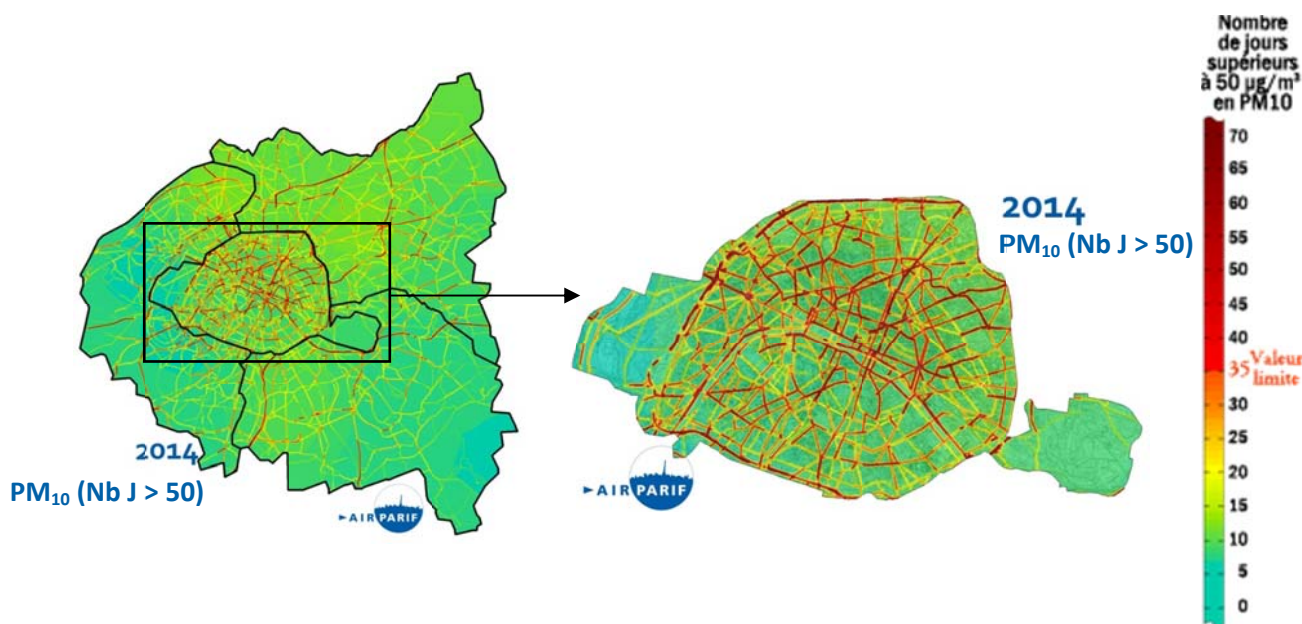


Figure 2 : nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière européenne en particules PM₁₀ sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris de 2009 à 2014

Ces cartes mettent en évidence de fortes variations interannuelles, qui s’expliquent principalement par l’évolution des niveaux de fond, très dépendante des conditions météorologiques. En 2014, le nombre de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m³ 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.

Par ailleurs, le tracé des axes à forte circulation apparaît clairement sur les cartes. C’est aux abords de ces axes que les concentrations sont les plus élevées, et que le dépassement des seuils est le plus important.

En 2014, le nombre de jours de dépassement en situation de fond est largement inférieur à 35 sur l’ensemble de la région. Néanmoins la **valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés) est toujours dépassée le long de la majorité des axes de l’agglomération parisienne et des axes de circulation majeurs de la grande couronne, ainsi que dans leur zone d’influence. Dans Paris, le dépassement de la valeur limite journalière est constaté en 2014 sur environ 30 % du réseau routier parisien modélisé soit environ 200 km de voirie. En 2007, 96 % du réseau parisien (720 km) était concerné, et environ 90 % en 2009 (680 km) (Figure 3).**

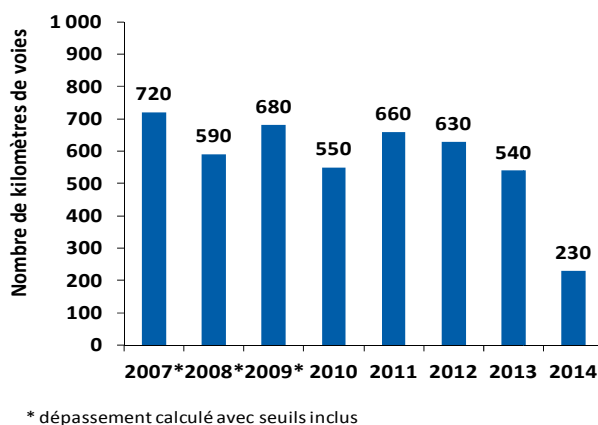
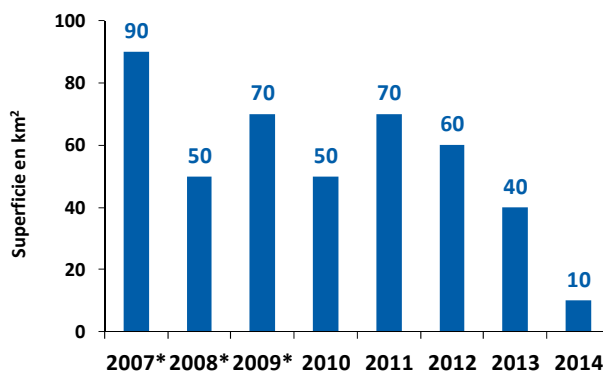


Figure 3 : évolution du kilométrage cumulé de voies dépassant la valeur limite journalière PM₁₀ dans Paris de 2007 à 2014

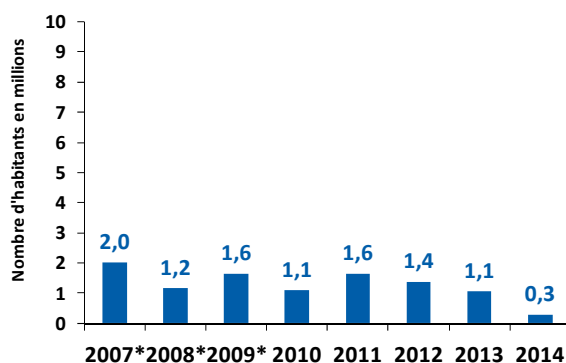
Les *Figure 4* et *Figure 5* représentent l'évolution de la superficie et du nombre d'habitants soumis à un dépassement potentiel de la valeur limite journalière en PM₁₀ de 2007 à 2014.

La superficie concernée par le dépassement des 35 jours est estimée à environ 10 km², soit environ 10 % de la superficie parisienne (*Figure 4*). Environ 300 000 personnes sont potentiellement exposées à un dépassement², soit environ 10 % des parisiens (*Figure 5*).



* dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 4 : évolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ dans Paris de 2007 à 2014



* dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 5 : évolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ à Paris de 2007 à 2014

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.

La carte de la *Figure 6* présente la concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀ en 2014 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.

Comme pour le nombre de jours de dépassement, il y apparaît clairement que les concentrations sont sensiblement plus élevées aux abords des principaux axes de circulation régionaux et parisiens, et que la valeur limite annuelle est fréquemment dépassée près des axes à fort trafic, voire dans certaines zones du centre de l'agglomération.

² exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au niveau de leur domicile

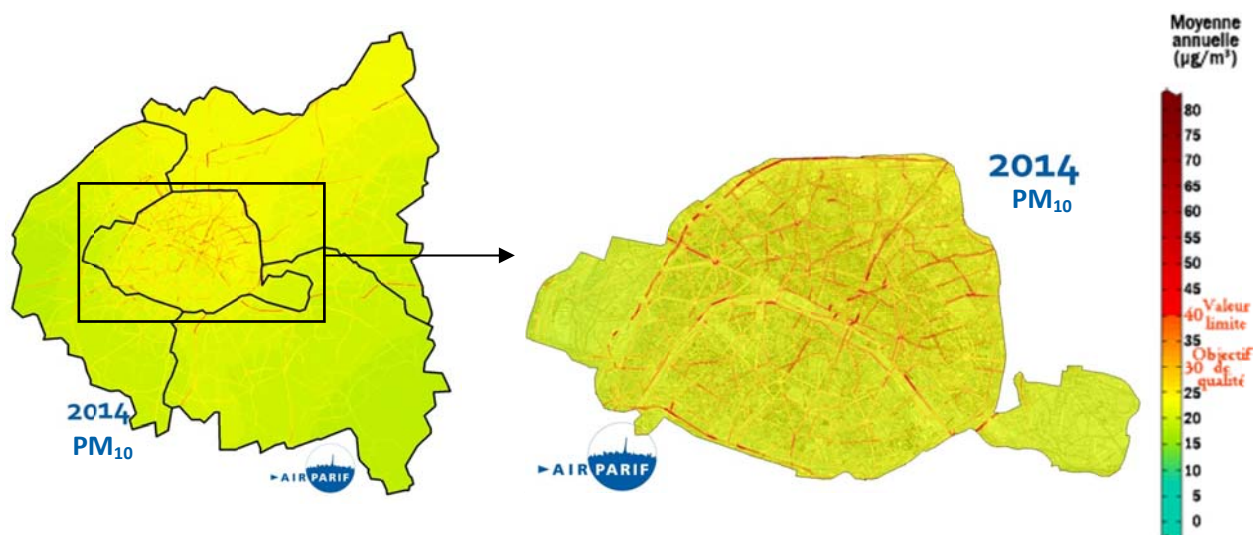
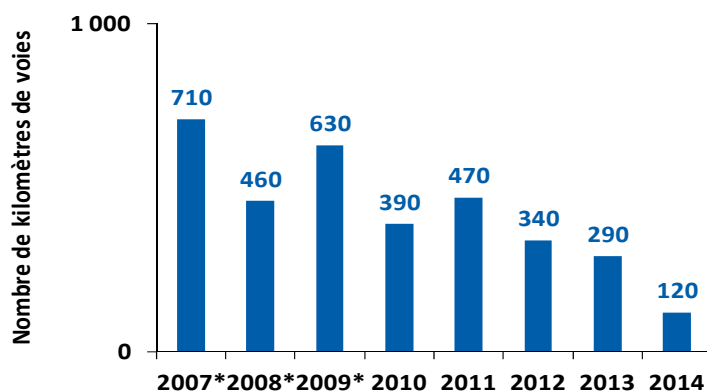


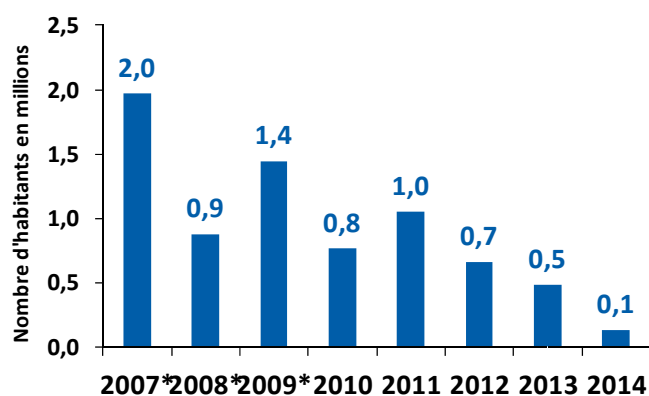
Figure 6 : concentration moyenne annuelle de particules PM₁₀ la petite couronne francilienne et zoom sur Paris en 2014

En 2014, le dépassement de l'objectif de qualité annuel ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) concerne environ 120 km d'axes routiers parisiens, soit environ 15 % du réseau routier modélisé (Figure 7). Environ 100 000 parisiens sont potentiellement exposés³ à un air excédant l'objectif de qualité annuel pour les particules PM₁₀ (Figure 8).



* dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 7 : évolution du kilométrage cumulé de voies dépassant l'objectif de qualité annuel en particules PM₁₀ à Paris de 2007 à 2014



* dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 8 : évolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel en particules PM₁₀ à Paris de 2007 à 2014

³ exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur de leur domicile

La superficie et le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la **valeur limite annuelle** en PM₁₀ (40 µg/m³) sont très faibles. Compte-tenu des incertitudes de la méthode d'estimation employée, ces chiffres ne sont pas significatifs.

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

Zoom sur les stations de mesure

Le tableau suivant présente les éléments statistiques pour les particules PM₁₀ à Paris en 2014 (glossaire en annexe 3).

En situation de fond, les trois stations urbaines parisiennes mesurent des moyennes annuelles très proches, comprises entre 21 et 23 µg/m³. Elles sont largement inférieures à la **valeur limite annuelle (40 µg/m³ en moyenne annuelle)** et à **l'objectif de qualité (30 µg/m³ en moyenne annuelle)**. Elles sont également inférieures à la **valeur limite journalière (maximum de 35 dépassements de 50 µg/m³ en moyenne journalière)** : le seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière a été dépassé de 7 et 10 fois sur ces stations.

Les moyennes des stations de fond de Paris sont très proches de la moyenne de l'ensemble des stations de fond de l'agglomération parisienne (21 µg/m³).

En situation de proximité au trafic routier, toutes les stations parisiennes respectent pour la première fois la **valeur limite annuelle**, avec des moyennes annuelles entre 27 et 40 µg/m³. La station implantée en bordure du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil atteint la valeur limite sans la dépasser.

La **valeur limite journalière** est dépassée sur les 2 stations implantées en bordure du Boulevard périphérique, qui ont dépassé le seuil journalier de 50 µg/m³ respectivement 41 et 67 fois (maximum de dépassements autorisé : 35). Les résultats de ces stations sont sensiblement supérieurs aux autres stations parisiennes, en raison d'un débit de trafic plus élevé (plus de 200 000 véhicules par jour). En 2014, une diminution sensible de ce paramètre est observée sur l'ensemble des stations par rapport à 2013, en raison d'un contexte météorologique globalement favorable en 2014.

Les normes européennes et françaises de qualité de l'air relatives aux particules PM₁₀ sont donc respectées en situation de fond. Elles sont en revanche largement dépassées en situation de proximité au trafic routier.

		PARTICULES (PM10)												
Stations	Typo.	Fréquence de mesure	Moy an (µg/m ³)	Max J (µg/m ³)	Date max J (aaaaammj)	Max H (µg/m ³)	Date max H (aaaaammj)	H max (H TU)	Nb Dép 50 J	Nb Dép 80 J	Nb Dép 125 J	Couverture temporelle	Taux de saisie des données	
Directives Européennes			Valeur limite annuelle 40 µg/m ³						Valeur limite journalière 35 dép.			MF : 100% MI : >= 14%	> 85%	
Réglementation Française			- Valeur limite annuelle 40 µg/m ³ - Objectif de qualité 30 µg/m ³						- Valeur limite journalière 35 dép. - Seuil d'information	Seuil d'alerte				
STATIONS DE FOND														
Paris Centre (4ème) (1)	U	H	22	117	20140314	166	20140313	1	8	4	0	100%	95.80%	
Paris 6ème	U													
Paris 7ème	U													
Paris 12ème	U													
Paris 13ème	U													
Paris stade Lenglen (15ème)	U	H	21	119	20140314	164	20140314	11	7	4	0		94.38%	
Paris 18ème	U	H	23	119	20140314	162	20140313	10	10	4	0	100%	97.39%	
Moyenne agglomération parisienne			21											

(1) : Pendant les travaux de réhabilitation du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

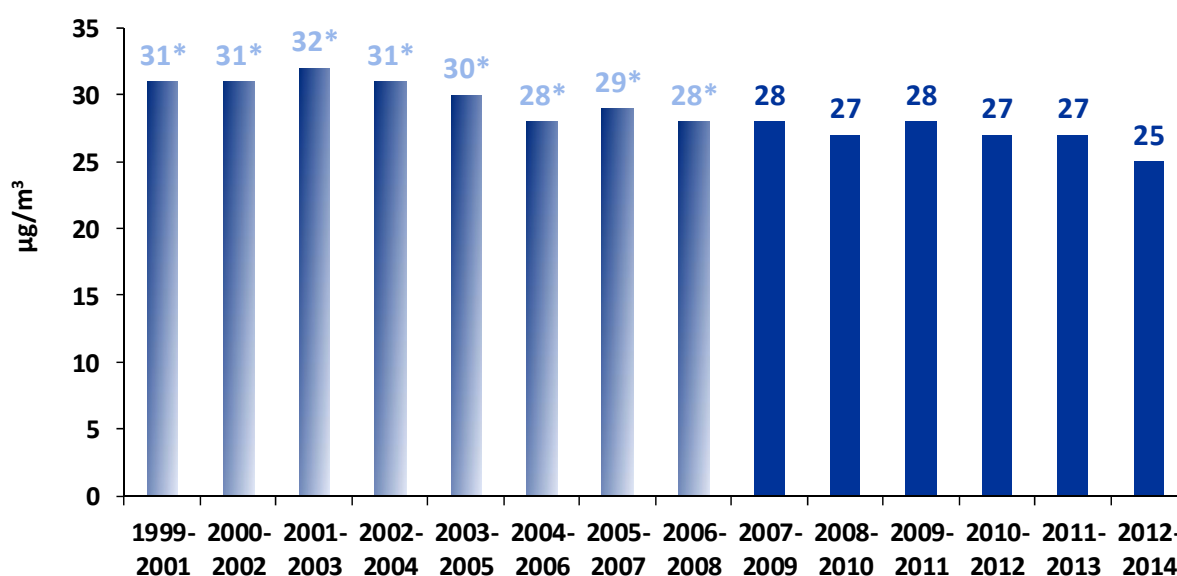
Tour Eiffel 3ème étage	Obs												
STATIONS TRAFIC													
Avenue des Champs Elysées	U	H	34	140	20140314	186	20140314	11	31	6	1	100%	92.53%
Rue Bonaparte	U												
Boulevard périphérique Auteuil	U	H	40	148	20140314	179	20140314	12	67	5	1	100%	96.59%
Boulevard périphérique Est	U	H	34	125	20140314	176	20141231	23	41	5	0	100%	97.56%
Quai des Célestins	U												
Place Victor Basch	U	H	33	136	20140314	175	20140314	12	27	4	1	100%	99.01%
Boulevard Haussmann	U	H	27	114	20140314	199	20140313	1	13	4	0	100%	98.06%
Place de l'Opéra	U	H	28	124	20140314	177	20140313	1	15	4	0	100%	93.97%
Boulevard Soult	U												

Evolution des niveaux sur le moyen terme

A compter du 1^{er} janvier 2007, afin de mieux prendre en compte les particules semi-volatiles et de se conformer aux exigences des directives européennes, la méthode de mesure des particules a été modifiée à l'échelle nationale. Le changement de méthode de mesure a induit une hausse des teneurs mesurées en particules PM₁₀ et PM_{2.5}. 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 nous permet aujourd'hui de reconstituer l'historique en estimant les concentrations moyennes annuelles de 1999 à 2007 à partir des mesures TEOM.

En situation de fond

En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques, **les teneurs moyennes en PM₁₀ dans Paris montrent une légère tendance à la baisse au cours des 15 dernières années (Figure 9)**. Entre 1999-2001 et 2012-2014, ces niveaux ont ainsi baissé de -20 %. Cette évolution des niveaux est à mettre en relation avec la baisse des émissions parisiennes de particules primaires PM₁₀, estimée à -56% entre 2000 et 2012.



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

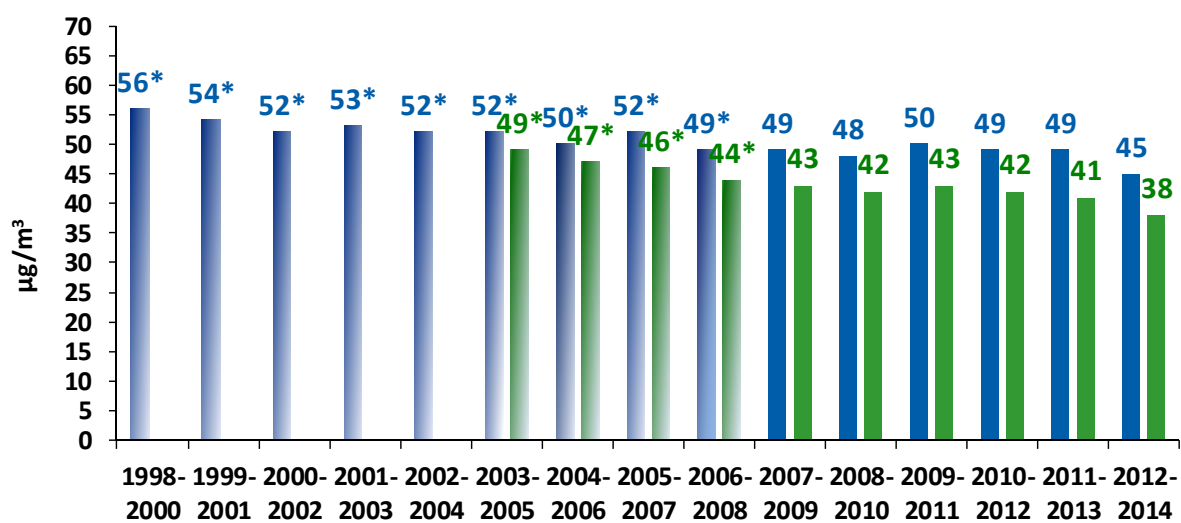
Figure 9 : évolution de la concentration moyenne annuelle en particules PM₁₀ de 2001 à 2014 en fond dans Paris, en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile, échantillon évolutif de stations

En proximité au trafic routier

La station trafic du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil dispose de mesures de PM₁₀ depuis 1998 et Place Victor Bach depuis 2003. La Figure 10 montre une baisse des niveaux de PM₁₀ sur ces deux stations de proximité au trafic routier, de l'ordre de -20 % Place Victor Basch et -15 % 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 primaires PM₁₀ par le trafic routier dans Paris, estimée à -66 % entre 2000 et 2012, notamment liée à l'introduction 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

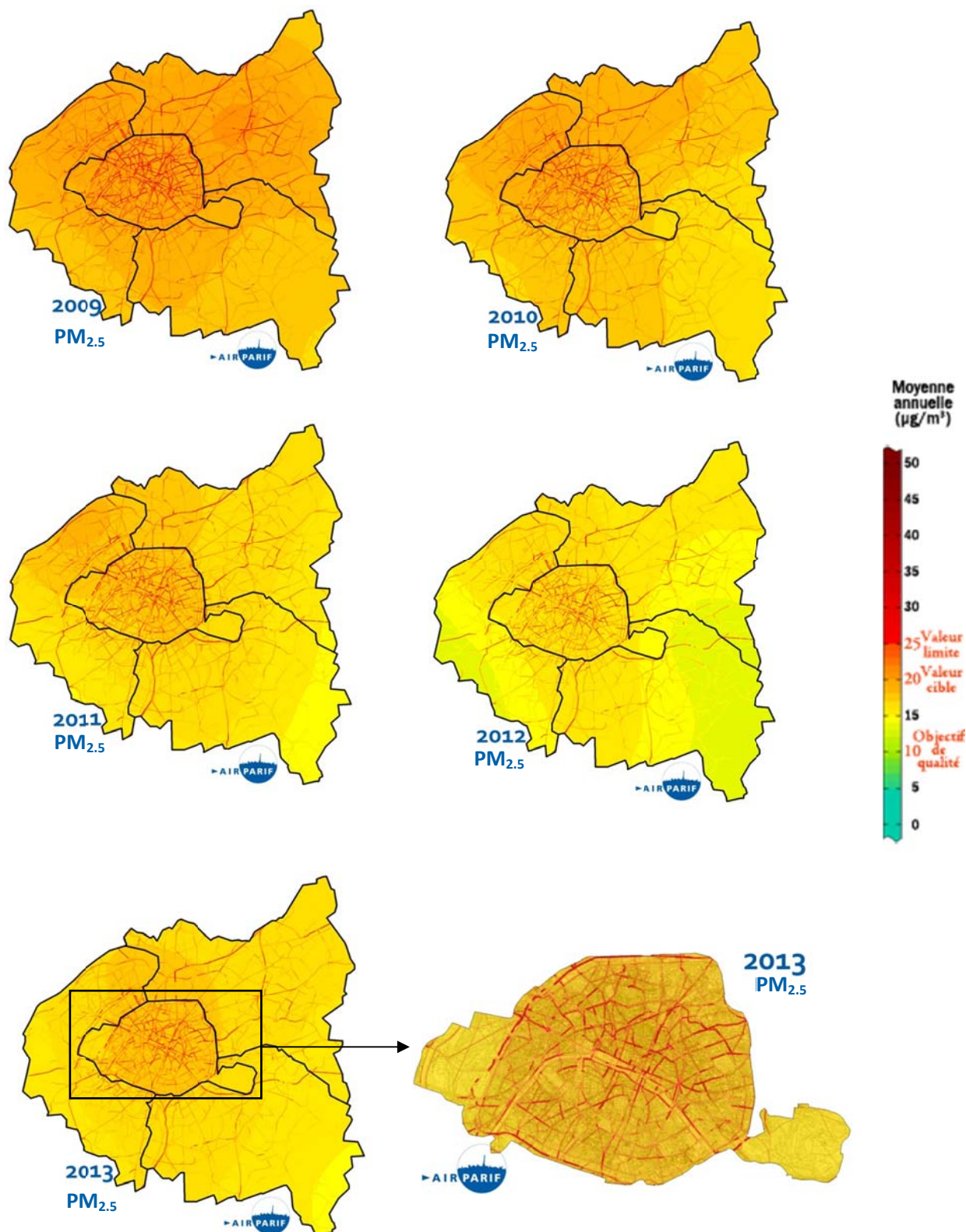
Figure 10 : évolution de la concentration moyenne annuelle en particules PM_{10} de 2000 à 2014 en proximité au trafic (orange) dans Paris, en estimant les moyennes avant 2007 pour intégrer la fraction volatile

Particules PM_{2.5}

A l'échelle de Paris et la petite couronne

Les cartes de la **Figure 11** présentent la **concentration moyenne annuelle de particules PM_{2.5}** de 2009 à 2014 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.

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



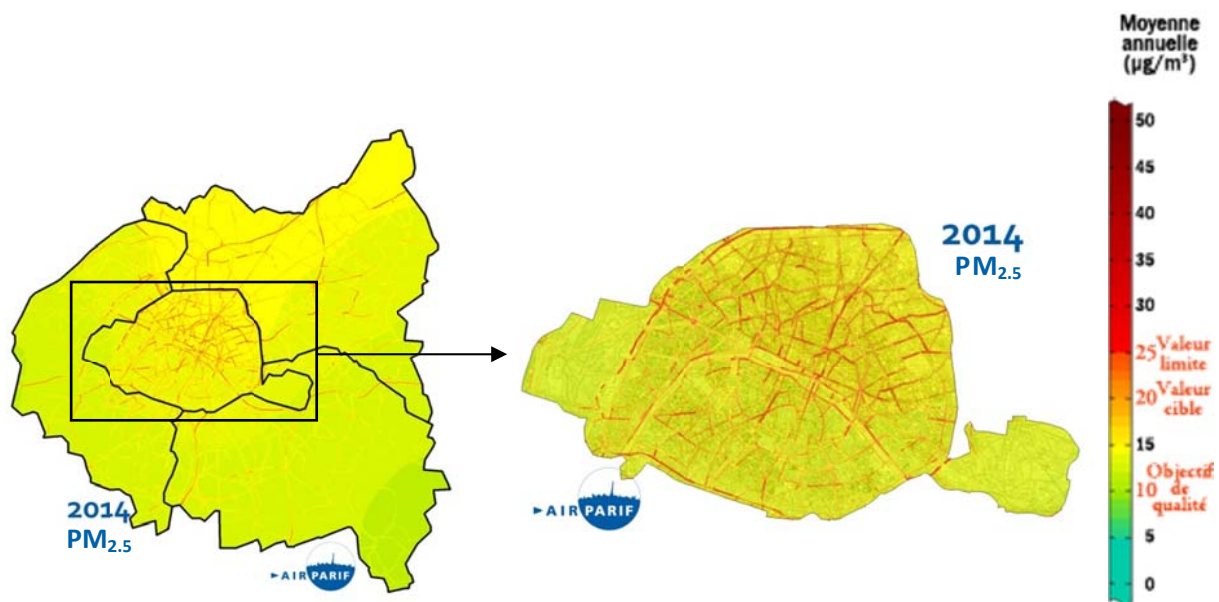
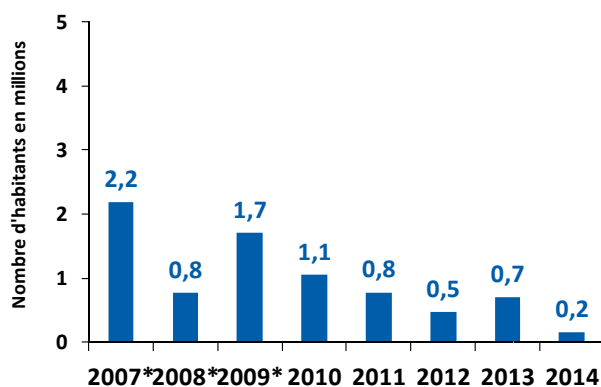


Figure 11 : concentration moyenne annuelle de particules $PM_{2,5}$ sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris de 2009 à 2014

La totalité du territoire parisien et des habitants sont concernés par un dépassement de l'objectif de qualité ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Figure 12). Les cartes à l'échelle de la région montrent que ce seuil est également dépassé sur quasiment tout le territoire francilien.

En 2014, moins de 10 % des parisiens, soit environ 200 000 habitants, sont potentiellement exposés⁴ à un air excédant la valeur cible annuelle pour les particules $PM_{2,5}$ (Figure 12). C'est plus de trois fois moins qu'en 2010.



* dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 12 : évolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur cible annuelle en particules $PM_{2,5}$ dans Paris de 2007 à 2014

Zoom sur les stations de mesure

Le tableau suivant présente les éléments statistiques pour les particules $PM_{2,5}$ à Paris en 2014 (glossaire en annexe 3).

⁴ exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur de leur domicile

				PARTICULES (PM2.5)							
Stations	Typo.	Fréquence de mesure		Moy an ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max J ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Date max J (aaaaammjjj)	Max H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Date max H (aaaaammjjj)	H max (H TU)	Couverture temporelle	Taux de saisie des données
Directives Européennes				- Valeur limite annuelle 2014 : $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 2015 : $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 2020 : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur cible : $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$						MF : 100% MI : $\geq 14\%$	> 85%
Réglementation Française				- Valeur limite annuelle 2014 : $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 2015 : $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur cible : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Objectif de qualité : $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$							
STATIONS DE FOND											
Paris Centre (4ème)	(1)	U	H	15	99	20140314	143	20140313	1	100%	96,75%
Paris 6ème		U									
Paris 7ème		U									
Paris 12ème		U									
Paris 13ème		U									
Paris stade Lenglen (15ème)		U									
Paris 18ème		U									

Moyenne agglomération parisienne	14
----------------------------------	----

(1) : Pendant les travaux du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

Tour Eiffel 3ème étage	Obs	
------------------------	-----	--

STATIONS TRAFIC											
Avenue des Champs Elysées		U									
Rue Bonaparte		U									
Boulevard périphérique Auteuil		U	H	21	105	20140314	138	20140314	24	100%	95,67%
Boulevard périphérique Est		U	H	20	96	20140314	149	20141231	24	100%	98,17%
Quai des Célestins		U									
Place Victor Basch		U									
Boulevard Haussmann		U									
Place de l'Opéra		U									
Boulevard Soult		U									

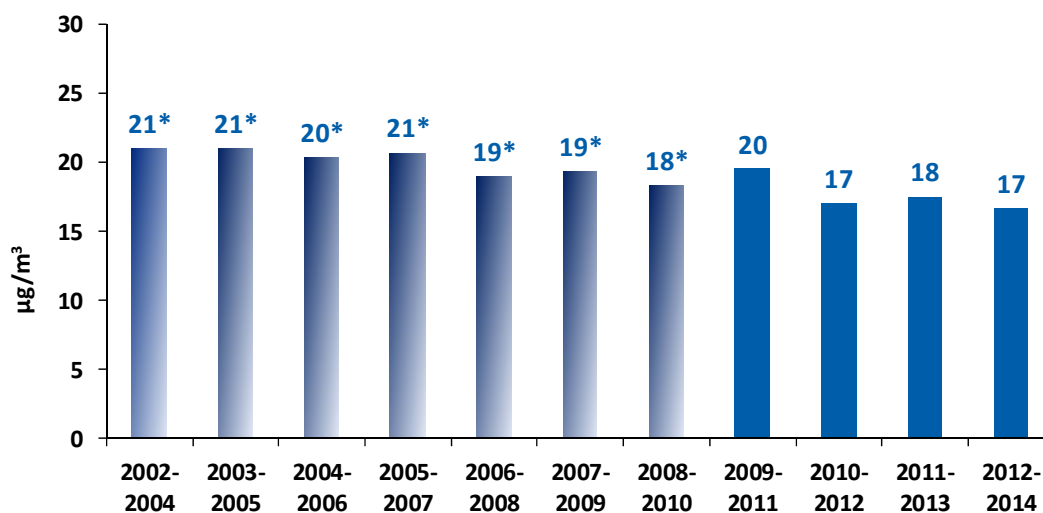
En situation de fond, la station urbaine Paris Centre enregistre une moyenne de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle respecte les valeurs limites ainsi que la valeur cible de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mais elle est supérieure à l'objectif de qualité et au seuil de recommandation de l'OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comme l'ensemble de l'Ile-de-France.

En situation de proximité au trafic routier, les deux stations de mesure implantées en bordure du périphérique enregistrent des moyennes de 20 et $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivement à Boulevard périphérique Est et à la Porte d'Auteuil. Elles respectent la **valeur limite annuelle applicable en 2014 ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$)** fixée par la directive européenne 2008/50/CE.

Evolution des niveaux sur le moyen terme

En situation de fond

Comme pour les PM_{10} , les teneurs annuelles de **particules $\text{PM}_{2,5}$** fluctuent du fait des conditions météorologiques. Néanmoins, en s'affranchissant de ces variations météorologiques (**Figure 13**), les niveaux moyens annuels de $\text{PM}_{2,5}$ ont baissé de -20 % entre 2000/2002 et 2012/2014.

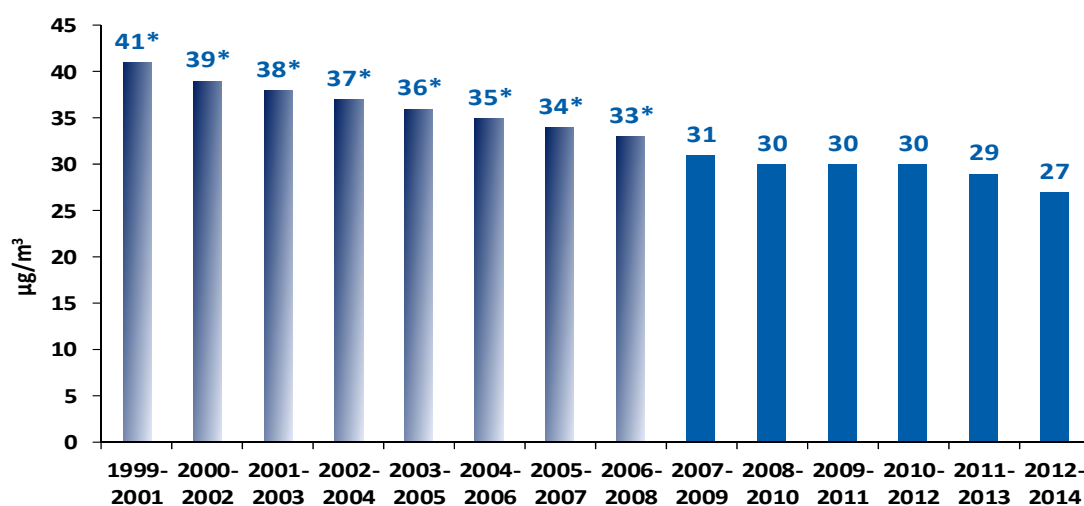


* Moyennes recalculées pour intégrer la fraction volatile et permettre une comparaison avec les mesures postérieures à 2006

Figure 13 : évolution, sur un échantillon évolutif de stations urbaines de fond, des concentrations moyennes sur 3 ans en particules PM_{2,5} dans Paris 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_{2,5} est plus marquée sur la station trafic du Boulevard périphérique Porte d’Auteuil (Figure 14). Une baisse de l’ordre de - 30% est ainsi relevée entre 1999/2001 et 2012/2014. Comme pour les PM₁₀, cette baisse s’explique par la diminution des particules primaires émises à l’échappement des véhicules diesel (environ - 70 % entre 2000 et 2012). La baisse est plus importante que pour les PM₁₀ car la majorité des PM_{2,5} sont émises à l’échappement. Les particules PM₁₀ comprennent une fraction importante liée à l’abrasion de la route, du moteur et des freins ainsi qu’à la remise en suspension.



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

Figure 14 : évolution de la concentration moyenne annuelle de particules fines PM_{2,5} 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

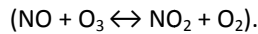
La tendance sur la dernière décennie des niveaux de pollution à Paris et surtout les facteurs influençant cette évolution sont étudiés plus en détail dans le rapport « Evolution de la qualité de l’air à Paris entre 2000 et 2012 » paru en juillet 2013 [Airparif, 2013b].

Dioxyde d'azote (NO₂)



Le **dioxyde d'azote** est un polluant indicateur des activités de transport, notamment le trafic routier. À Paris, les émissions directes ou « primaires » d'oxydes d'azote sont dues en grande majorité au trafic routier (66%) et au secteur résidentiel et tertiaire (31%). A l'échelle de l'Ile-de-France, ces deux secteurs représentent respectivement 55% et 20% des émissions [Inventaire 2010, Airparif, 2013].

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



A la différence du NO₂, le NO n'est pas considéré comme un polluant dangereux pour la santé.



Effets sur la santé :

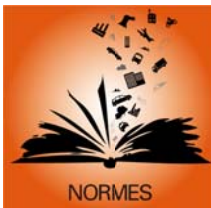
Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO₂. Une diminution de la fonction pulmonaire est également associée aux concentrations actuellement mesurées dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord.

A des concentrations dépassant 200 µg/m³, 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 ³ en moyenne annuelle
Valeur limite horaire	Protection de la santé	200 µg/m ³ moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois par an

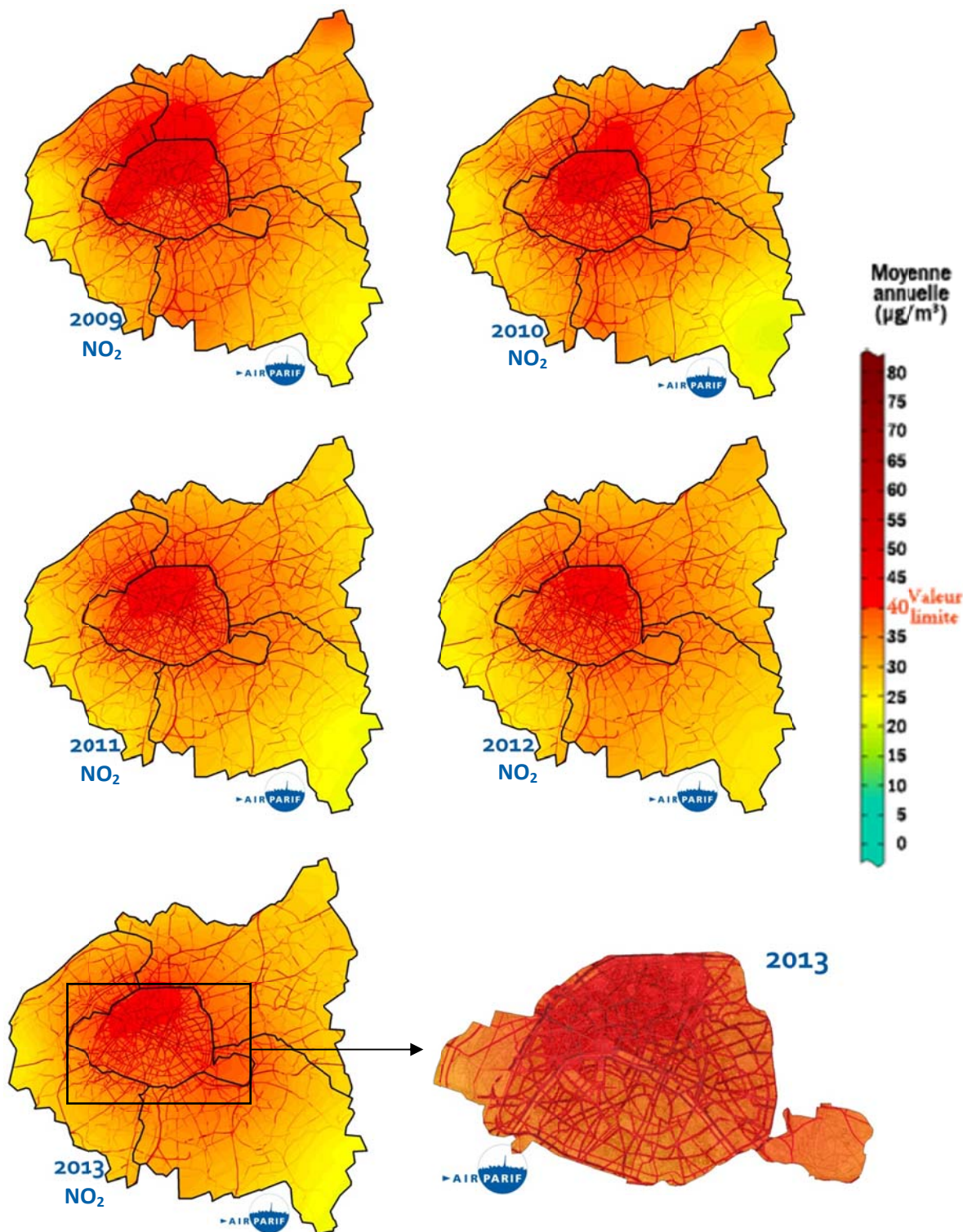


	Tendances		Normes à respecter	
	1996 2014	2007 2014	Valeur limite annuelle	Valeur limite horaire
Loi du trafic	↘	↘	Dépassée	Respectée
Le long du trafic	↘	↘	Dépassée	Dépassée

A l'échelle de Paris et la petite couronne

Les cartes de la **Figure 15** présentent la concentration moyenne annuelle de NO₂ de 2007 à 2014 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.

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.



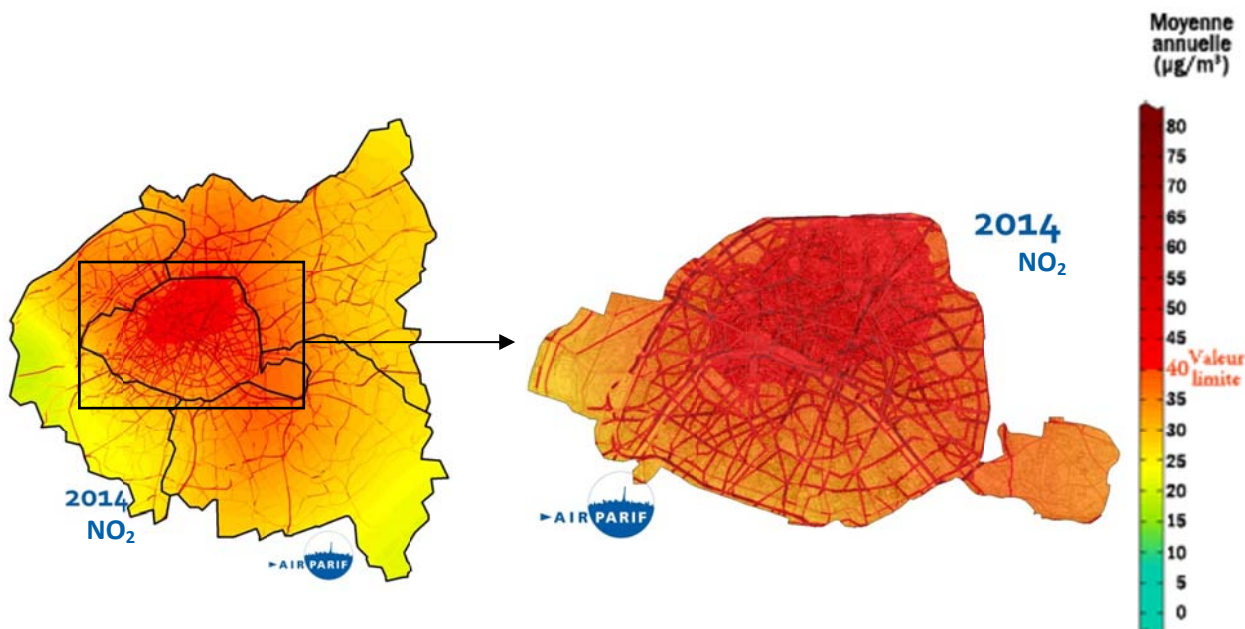


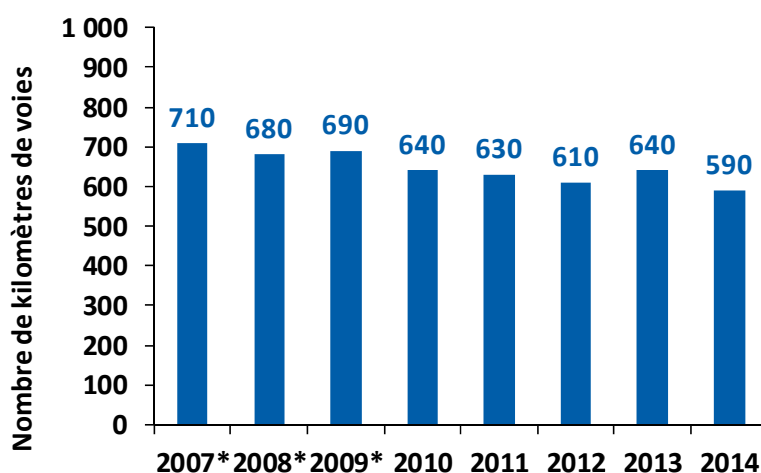
Figure 15 : concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO₂) sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris de 2009 à 2014

Les concentrations les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens, avec un écart plus important avec le fond environnant que celui observé pour les PM₁₀. Malgré une légère diminution des niveaux, le motif global reste identique d'année en année. A Paris, les concentrations sont généralement plus soutenues sur la rive droite de la Seine, le réseau routier y étant plus dense et constitué d'axes de plus grande importance.

Les outils de modélisation permettent d'estimer les concentrations annuelles au droit et à proximité des principaux axes routiers franciliens. En utilisant ces outils le nombre de kilomètres de voirie dépassant les seuils est évalué. Les différents éléments modélisés, croisés avec des données fines de population, permettent d'estimer la superficie et le nombre d'habitants potentiellement soumis à des dépassements de seuils.

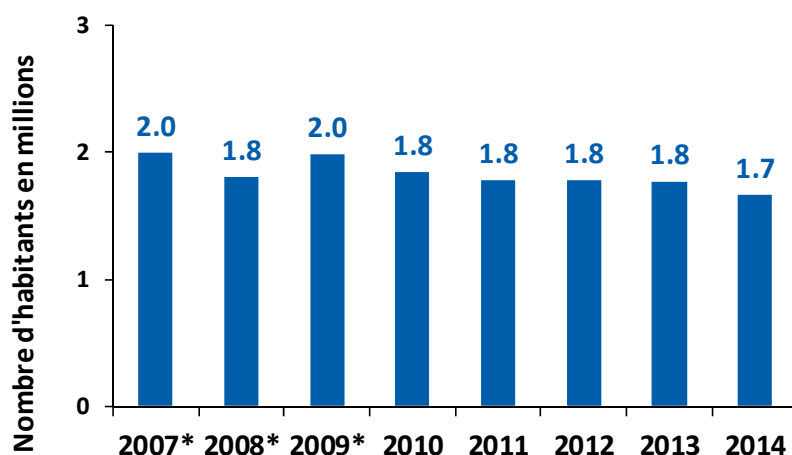
Les dépassements des valeurs limites sont relevés au droit et au voisinage des grands axes routiers, généralement des axes parisiens ainsi que dans le centre de l'agglomération parisienne.

La valeur limite annuelle en NO₂ est dépassée en 2014 sur près de 600 km d'axes routiers parisiens (Figure 16), soit environ 80 % du réseau modélisé (environ 750 kilomètres). Ce dépassement concerne chaque année près de 2 millions d'habitants, soit plus de 75% des parisiens.



* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 16 : évolution du kilométrage cumulé de voies dépassant l'objectif de qualité annuel en dioxyde d'azote à Paris de 2007 à 2014



*dépassement calculé avec seuil inclus

Figure 17 : évolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel en dioxyde d'azote à Paris de 2007 à 2014

Zoom sur les stations de mesure

Le tableau page suivante présente les éléments statistiques pour le NO₂ à Paris en 2014. Le glossaire est présenté en annexe 3.

En situation de fond, les moyennes annuelles de NO₂ des stations urbaines et périurbaines sont comprises entre 31 µg/m³ et 41 µg/m³. La station de Paris 18^{ème} est supérieure à la **valeur limite annuelle** et à **l'objectif de qualité (40 µg/m³ en moyenne annuelle)**. Les stations de Paris 7^{ème} et Paris Centre sont égales au seuil de la valeur limite, et les quatre autres stations sont inférieures à 40 µg/m³.

La **valeur limite horaire (maximum de 18 dépassements de 200 µg/m³ en moyenne horaire)** est respectée sur tous les sites de fond de Paris. Le seuil de 200 µg/m³ en moyenne horaire n'a pas été dépassé sur ces sites en 2014.

Les moyennes des stations de fond à Paris sont sensiblement supérieures à la moyenne de l'ensemble des stations de l'agglomération parisienne (32 µg/m³), en raison de la densité d'émissions et des conditions de dispersion moins favorables.

En situation de proximité au trafic routier, les moyennes annuelles vont de 52 µg/m³ (Rue Bonaparte) à 96 µg/m³ (Boulevard périphérique Auteuil). Tous les sites trafic dépassent la **valeur limite annuelle** et **l'objectif de qualité**. Comme pour les particules, 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.

Seule la station du Boulevard périphérique Porte d'Auteuil dépasse la **valeur limite horaire (maximum de 18 dépassements de 200 µg/m³ en moyenne horaire)** en 2014 (53 dépassements), malgré une nette diminution du nombre de dépassement 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.

NB : la méthode de mesure des 5 sites de mesures par tubes à diffusion passive (mesures hebdomadaires 14 semaines en discontinu sur l'année - Cf. tableau ci-dessous) ne permet pas de positionner ces sites par rapport à la valeur limite horaire.

Stations	Typo.	Fréquence de mesure	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)										Couverture temporelle	Taux de saisie des données	
			NOx équiv NO ₂	Moy an (µg/m ³)	Max J (µg/m ³)	Date max J (aaaaammjj)	Max H (µg/m ³)	Date max H (aaaaammjj)	H max (H TU)	Nb Dép 200 H	Nb Dép 400 H				
Directives Européennes			Niveau critique 30 µg/m ³ (Protection végétation - Stations rurales)	Valeur limite annuelle 40 µg/m ³								Valeur limite horaire 18 dép.	Seuil d'alerte (3 heures consécutives)	MF : 100% MI : >= 14%	> 85%
Réglementation Française			Niveau critique 30 µg/m ³ (Protection végétation - Stations rurales)	- Valeur limite annuelle 40 µg/m ³ - Objectif de qualité 40 µg/m ³								- Valeur limite horaire 18 dép. - Seuil d'information - Seuil d'alerte pour le jour J si dépassement de 200 µg/m ³ à J-1 et risque pour J+1	Seuil d'alerte (3 heures consécutives)		
STATIONS DE FOND															
Paris Centre (4ème)	(1)	U H	60	40	92	20140313	148	20140310	1	0	0			100%	99.32%
Paris 6ème		U 7J		31										29%	93.33%
Paris 7ème		U H	60	40	108	20140313	194	20140309	23	0	0			100%	99.36%
Paris 12ème		U H	58	38	78	20141231	120	20140930	20	0	0			100%	95.70%
Paris 13ème		U H	50	35	94	20140313	145	20140309	24	0	0			100%	91.52%
Paris stade Lenglen (15ème)		U H	43	31	93	20140313	135	20140313	20	0	0			100%	96.30%
Paris 18ème		U H	62	41	101	20140313	184	20140309	23	0	0			100%	99.44%
Moyenne agglomération parisienne			50	32											

(1) : Pendant les travaux de réhabilitation du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

Tour Eiffel 3ème étage	Obs	H	19	15	59	20140314	104	20140313	11	0	0			100%	96.36%
STATIONS TRAFIC															
Avenue des Champs Elysées	U	H	149	58	106	20140306	199	20140310	1	0	0			100%	96.42%
Rue Bonaparte	U	H	145	52	104	20140313	218	20140916	6	1	0			100%	95.99%
Boulevard périphérique Auteuil	U	H	325	96	174	20140313	287	20141003	19	53	0			100%	96.14%
Boulevard périphérique Est	U	H	264	75	156	20140313	231	20140718	19	5	0			100%	96.79%
Quai des Célestins	U	H	163	62	125	20140313	244	20140309	22	5	0			100%	98.13%
Place Victor Basch	U	H	265	81	156	20140718	277	20140718	17	16	0			100%	99.28%
Boulevard Haussmann	U	H	145	59	125	20140718	202	20140718	18	1	0			100%	97.89%
Place de l'Opéra	U	H	223	77	139	20140718	222	20140718	19	6	0			100%	99.02%
Boulevard Soult	U	H	101	47	120	20140313	242	20140313	20	2	0			100%	96.66%
Rue de Rivoli	U	7J		90										27%	86.67%
Place de la Bastille	U	7J		73										29%	86.67%
Place Vaugirard - Convention	U	7J		61										29%	93.33%
Porte de Clignancourt	U	7J		67										29%	100%

Evolution des niveaux sur le moyen terme

A proximité du trafic routier

La **Figure 18** représente l'évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote sur 5 stations trafic parisiennes. En lissant les effets météorologiques avec des moyennes sur 3 ans, il apparaît sur le graphique ci-dessous 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), les niveaux sont en légère augmentation entre 1998 et 2014 (+ 8 % pour la Porte d'Auteuil). En revanche, les stations de Paris intra-muros enregistrent une baisse de - 18 %.** Une légère baisse est observée ces trois dernières années sur l'ensemble des stations, la moyenne 2012-2014 étant la plus faible de l'historique.

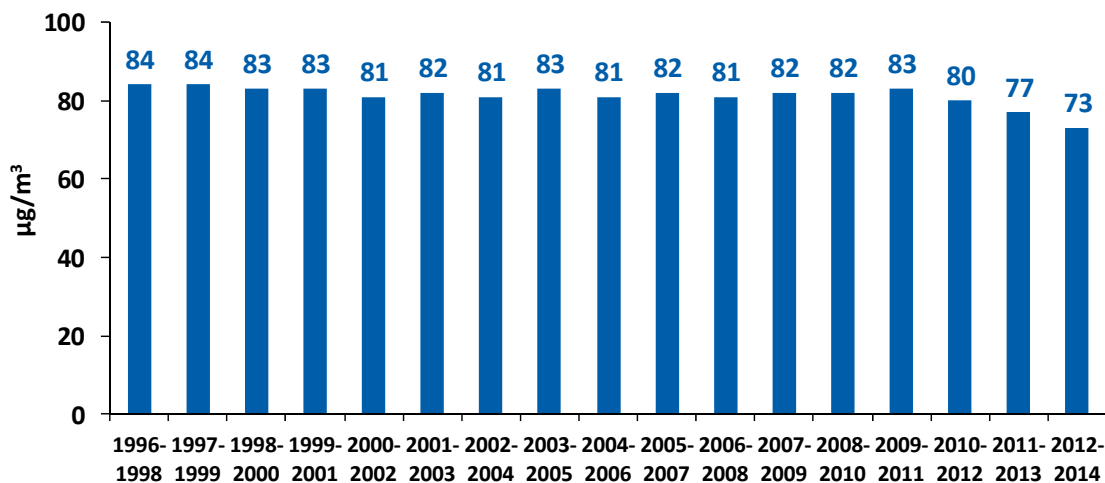


Figure 18 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO₂) en situation de proximité au trafic dans Paris de 1996-1998 à 2012-2014

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.

A l'inverse du NO₂, une diminution sensible des concentrations moyennes est observée pour les oxydes d'azote⁵ (NO_x) à proximité du trafic, comme l'illustre la **Figure 19**. Entre 2000 et 2014, cette diminution est de l'ordre de - 30 % dans Paris.

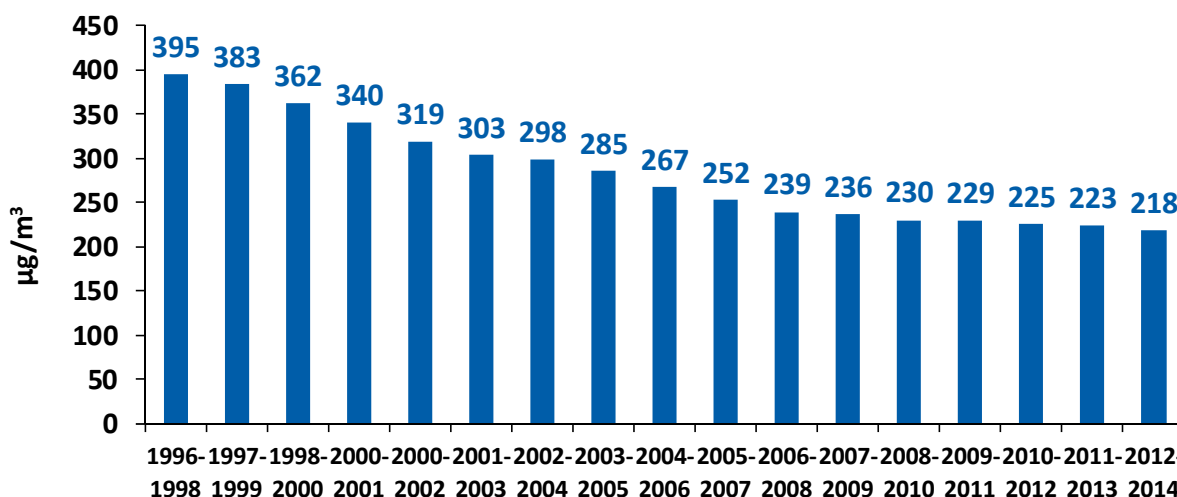


Figure 19 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en oxydes d'azote (NO_x) en situation de proximité au trafic dans Paris de 1996-1998 à 2012-2014

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 des niveaux (**Figure 18**) s'explique par différents facteurs :

- Bien qu'en diminution depuis plusieurs années, les teneurs élevées de monoxyde d'azote (NO) et de NO_x, polluant émis par les véhicules routiers, en bordure de voies de circulation, associées à un niveau de fond d'ozone toujours soutenu ($NO + O_3 = NO_2 + O_2$), conduisent au maintien de niveaux soutenus de dioxyde d'azote le long des grands axes de circulation.
- La baisse importante des concentrations annuelles en NO_x enregistrée au début des années 2000, aussi bien en situation de fond qu'à proximité immédiate du trafic routier, s'explique notamment par l'importance prise progressivement par le 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 NO₂ 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.

⁵ 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/Rinventaire-2008-120217.pdf). Les oxydes d'azote représentent la somme du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO₂). 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. En revanche, les émissions de NO_x par les véhicules le sont dans les Normes Euros.

En situation de fond

En moyennes sur 3 ans, la [Figure 20](#) montre que les niveaux de NO₂ observent une baisse de 1998 à 2007, qui s'explique par les améliorations technologiques des véhicules, notamment la généralisation progressive des pots catalytiques. Après une courte période de stabilité de 2008 à 2010, une baisse, plus lente, semble de nouveau s'amorcer sur les trois dernières années.

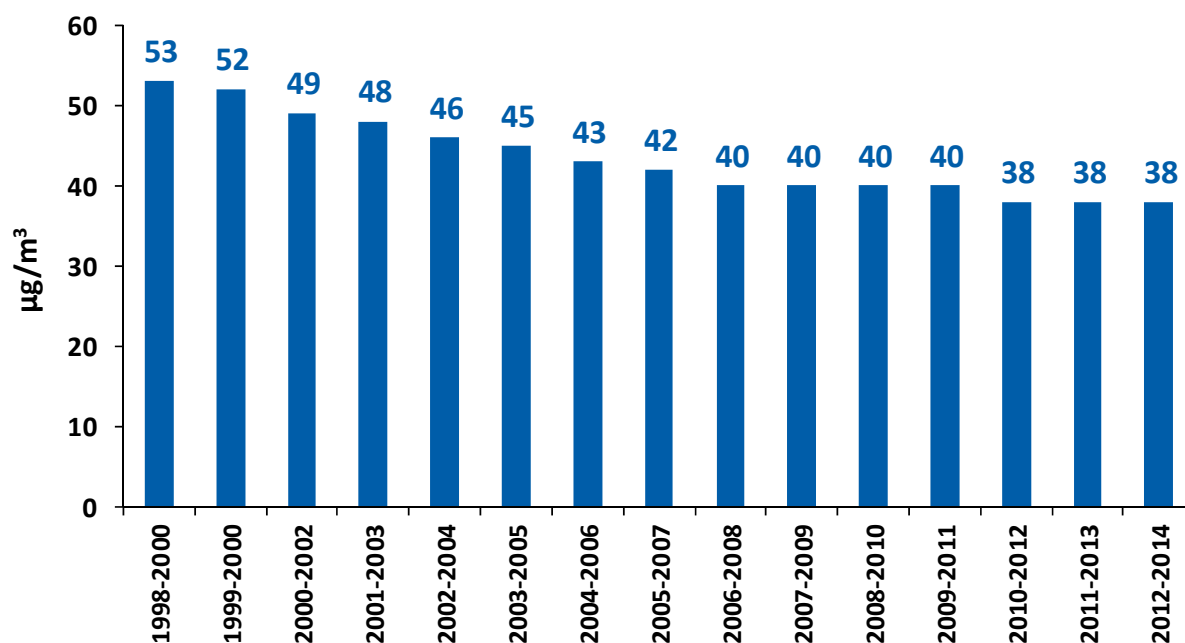


Figure 20 : évolution, à échantillon constant de cinq stations urbaines de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO₂) dans Paris de 1998-2000 à 2012-2014

La tendance sur la dernière décennie des niveaux de pollution à Paris et surtout les facteurs influençant cette évolution sont étudiés plus en détail dans le rapport « Evolution de la qualité de l'air à Paris entre 2000 et 2012 » paru en juillet 2013 [Airparif, 2013b].

Ozone (O₃)



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

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 :

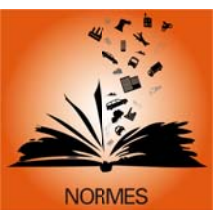
À des concentrations élevées, l'ozone a des effets marqués sur la santé de l'homme : problèmes respiratoires, déclenchement de crises d'asthme, diminution de la fonction pulmonaire et apparition de maladies respiratoires. Plusieurs études européennes ont signalé un accroissement de la mortalité quotidienne de + 0,3 % et des maladies cardiaques de + 0,4 % pour chaque augmentation de - 10 µg/m³ 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 ³ en moyenne sur 8 heures
Objectif de qualité Objectif à long terme	Protection de la végétation	AOT40* = 6000 µg/m ³ .h sur une année
Valeur cible	Protection de la santé	120 µg/m ³ 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 ³ .h 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/m³ et la valeur de 80 µg/m³, relevées entre 9 et 21h légales, du 1er mai au 31 juillet de l'année considérée



	Tendances		Normes à respecter dans la mesure du possible			
	1992 2014	2003 2014	OQ / OLT santé	Valeur Cible santé	OQ / OLT végétation	Valeur Cible végétation
Loi du trafic	↗	→	Dépassé	Respectée	Dépassé	Respectée

A l'échelle de l'Ile-de-France

L'ozone, polluant secondaire, se caractérise par des niveaux de fond plus importants en zones périurbaine et rurale. Pour bien illustrer ce comportement spatial, les cartes annuelles d'ozone sont présentées à l'échelle régionale (*Figure 21* et *Figure 22*).

Les cartes de la *Figure 21* représentent le nombre de jours de dépassement du seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures (objectif de qualité : seuil à ne pas dépasser en cours d'année).

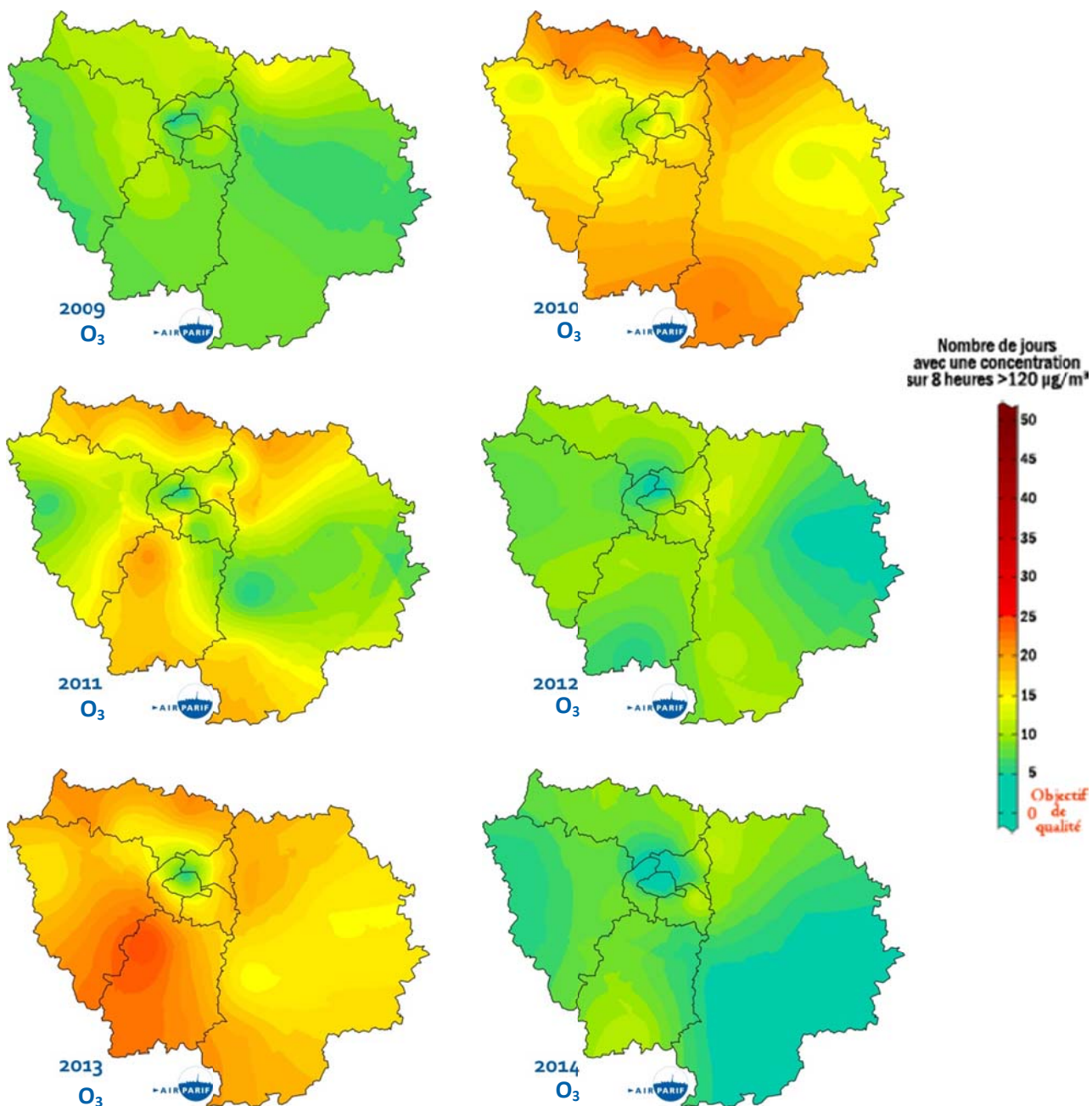


Figure 21 : nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (O_3) (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures à ne pas dépasser) en Ile-de-France de 2007 à 2014

L'objectif de qualité relatif à la protection de la santé ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une période de 8 heures) est dépassé chaque année en tout point de la région (Figure 21). Le dépassement est plus ou moins important selon les conditions météorologiques dominantes de l'année, en particulier les conditions estivales.

La **valeur cible pour la protection de la santé**, établie en moyenne sur 3 ans, était dépassée jusqu'en 2007 dans les zones rurales du sud-ouest et du nord de la région. La succession de six étés peu propices à des forts niveaux d'ozone a induit une baisse sensible de la moyenne calculée sur trois ans. **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 22), Paris observe en moyenne un peu plus de 6 jours de dépassements du seuil de la valeur cible, le nombre de jours à ne pas dépasser étant de 25.

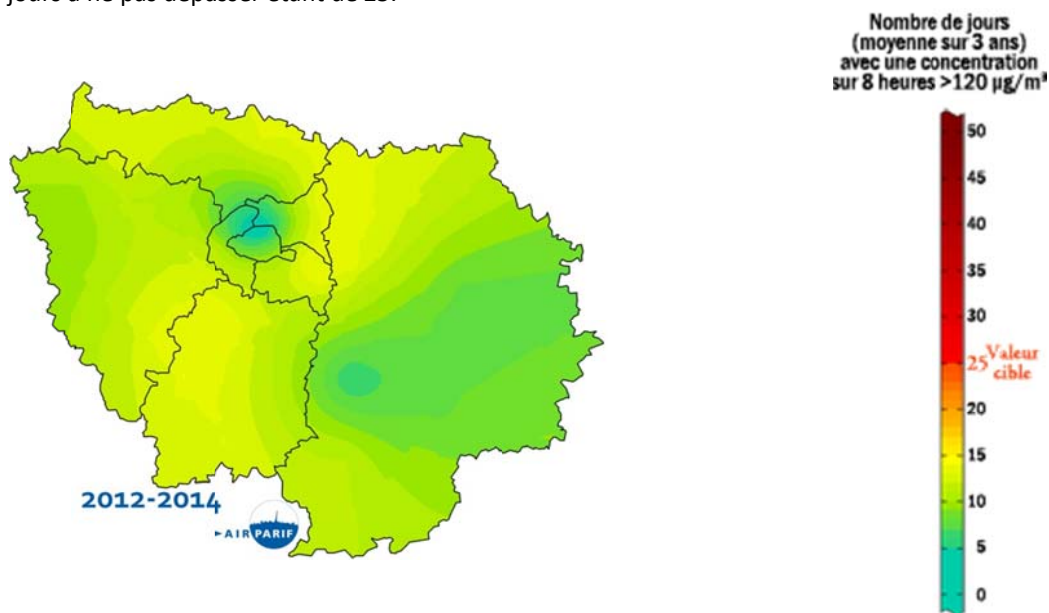


Figure 22 : situation de l'Ile-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O_3) pour la santé (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) – période 2012-2014

Zoom sur les stations de mesure

Les deux tableaux suivants présentent les éléments statistiques pour l'ozone à Paris en 2014 (glossaire en annexe 3).

		OZONE (O_3)										
Stations	Typo.	Fréquence de mesure	Moy an ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Date max H (aaaaammjj)	H max H (H TU)	Max 8H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Date max 8H (aaaaammjj)	H max 8H (H TU)	Nb Dép 120 8H	Nb J avec 8H > 120 2014	Nb J avec 8H > 120 2012-2014
Directives Européennes											Objectif à long terme (0 j)	(2) Valeur cible (25 j)
Réglementation Française											Objectif de qualité pour la santé (0 j)	(2) Valeur cible pour la santé (25 j)
STATIONS DE FOND												
Paris Centre (4ème)	(1)	U H	37	159	20140718	13	136	20140718	18	12	4	7
Paris 6ème		U										
Paris 7ème		U										
Paris 12ème		U										
Paris 13ème		U H	39	159	20140718	13	143	20140718	18	19	5	9
Paris stade Lenglen (15ème)		U										
Paris 18ème		U H	37	167	20140718	14	143	20140718	18	10	2	3
Moyenne agglomération parisienne			43									

(1) : Pendant les travaux de réhabilitation du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre
 (2) : Valeur cible calculée en moyenne sur 3 ans

Tour Eiffel 3ème étage	Obs	H	60	171	20140718	14	161	20140718	19	50	9	11
STATIONS TRAFIC												
Pas de mesures d'ozone sur les stations trafic												

(3) : Données non représentatives en raison de plus de 720 h d'absence de données (problème de prélèvement de l'air)

Pour la protection de la santé, l'objectif de qualité (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 8 heures à ne pas dépasser en cours d'année) est dépassé sur toutes les stations parisiennes, de même que sur toutes les stations franciliennes. A Paris, il est dépassé au cours de 2 à 5 journées en fond selon les stations (9 journées sur la station d'observation). C'est sensiblement moins qu'un 2013, en raison d'un été frais et nuageux.

En revanche, la valeur cible (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 jours en moyenne sur 3 ans) est respectée dans Paris, de même que sur l'ensemble de la région Ile-de-France : le nombre de jours de dépassement de ce seuil en moyenne sur 2012-2014 est de 2 à Paris 18^{ème}, 4 à Paris Centre et 5 à Paris 13^{ème}.

Pour la végétation, l'objectif de qualité (AOT40 de $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) est dépassé sur deux des trois stations parisiennes. En revanche, la valeur cible (AOT40 de $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ en moyenne sur les 5 dernières années) est respectée à Paris, de même que sur l'ensemble de la région Ile-de-France.

Il y a, à l'échelle de la région, un dépassement récurrent de l'objectif de qualité en ozone, tant pour la santé que pour la végétation.

OZONE (O ₃)									
Stations	Typo.	AOT40 forêt	AOT40 végétation 2014	AOT40 végétation 2010-2014	Couverture temporelle	Taux de saisie des données			
						H	8H	été	hiver
Directives Européennes			Objectif à long terme ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	Valeur cible ($18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	(4) MF : 100%	MI > 90%	> 85%	MF > 90%	MF > 75%
Réglementation Française			Objectif de qualité pour la végétation ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	Valeur cible pour la végétation ($18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	(4)				
STATIONS DE FOND									
Paris Centre (4ème) (1)	U	7450	6125	nr	100%	99,09%	99,47%	99,23%	98,97%
Paris 6ème	U								
Paris 7ème	U								
Paris 12ème	U								
Paris 13ème	U	10371	8411	8538	100%	98,56%	99,11%	98,02%	99,13%
Paris 18ème	U	6928	5926	6576	100%	97,81%	97,83%	97,15%	98,49%

(1) : Pendant les travaux du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

(4) : Valeur cible calculée en moyenne sur 5 ans

Tour Eiffel 3ème étage	Obs	10367	7955	7570	100%	97,85%	98,00%	98,54%	97,18%
------------------------	-----	-------	------	------	------	--------	--------	--------	--------

STATIONS TRAFIC

Pas de mesures d'ozone sur les stations trafic

En situation urbaine de fond, les moyennes annuelles d'ozone à Paris sont comprises entre $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La moyenne de l'ensemble des stations de l'agglomération est de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A l'inverse des polluants précédents, les concentrations d'ozone ont tendance à augmenter à mesure que l'on s'éloigne du centre de l'agglomération (effet de titration par le monoxyde d'azote, fortement émis dans le centre de l'agglomération et temps de formation de l'ozone).

Sur la station d'observation de la Tour Eiffel 3^{ème} étage, éloignée verticalement du trafic routier (hauteur 300 m), la moyenne annuelle d'ozone est de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzène (C₆H₆)



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.



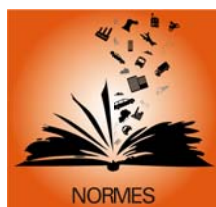
Effets sur la santé :

Le benzène est cancérogène pour l'homme [IARC, 2012]. De plus, sa dégradation dans l'atmosphère produit des composés de type phénols, nitrophenols, 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.



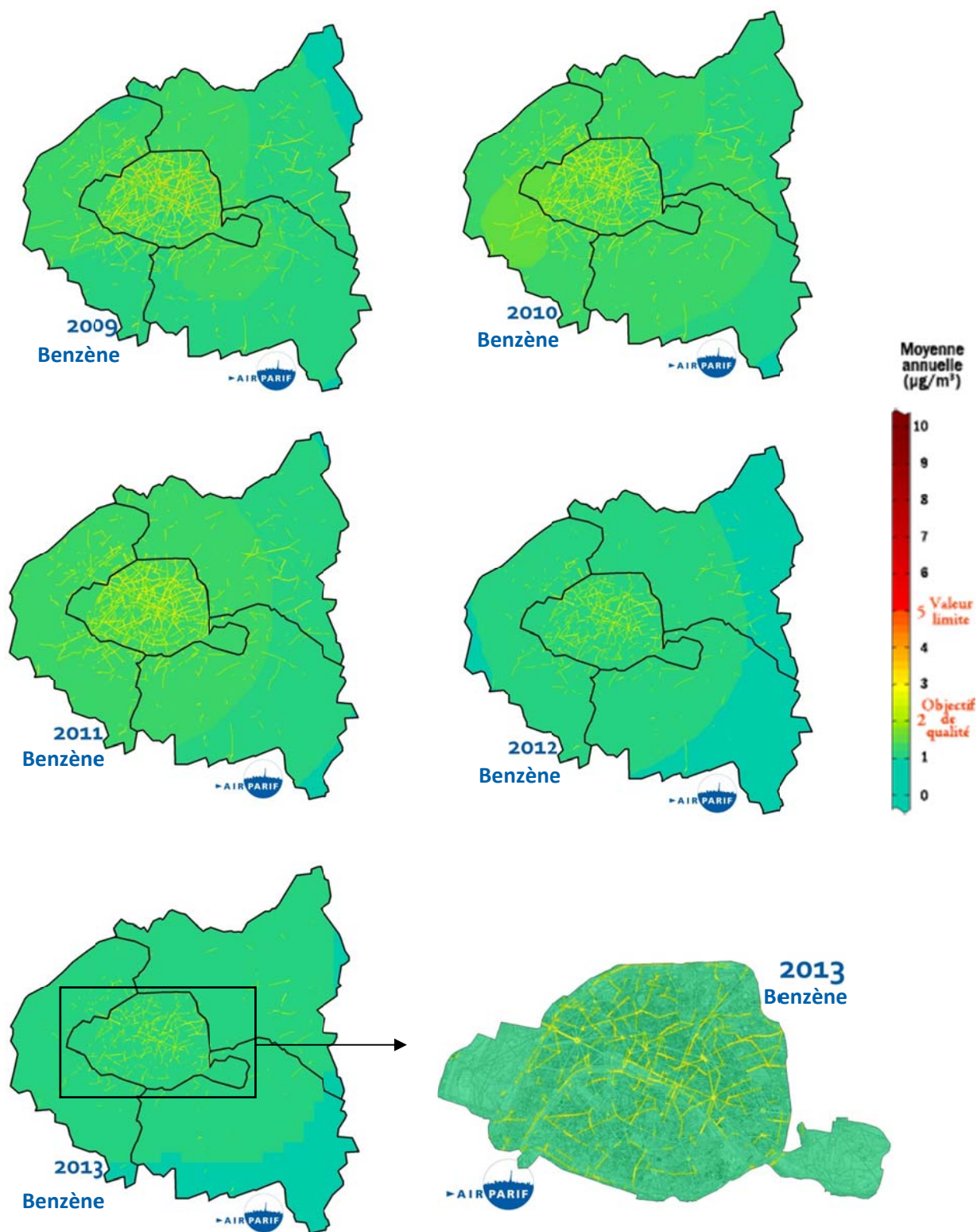
Valeur limite	Protection de la santé	5 µg/m ³ en moyenne annuelle
Objectif de qualité	Protection de la santé	2 µg/m ³ en moyenne annuelle



	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

A l'échelle de Paris et de la petite couronne

Les cartes de la **Figure 23** présentent la **concentration moyenne annuelle de benzène** de 2009 à 2014 sur la petite couronne, ainsi qu'un zoom sur Paris.



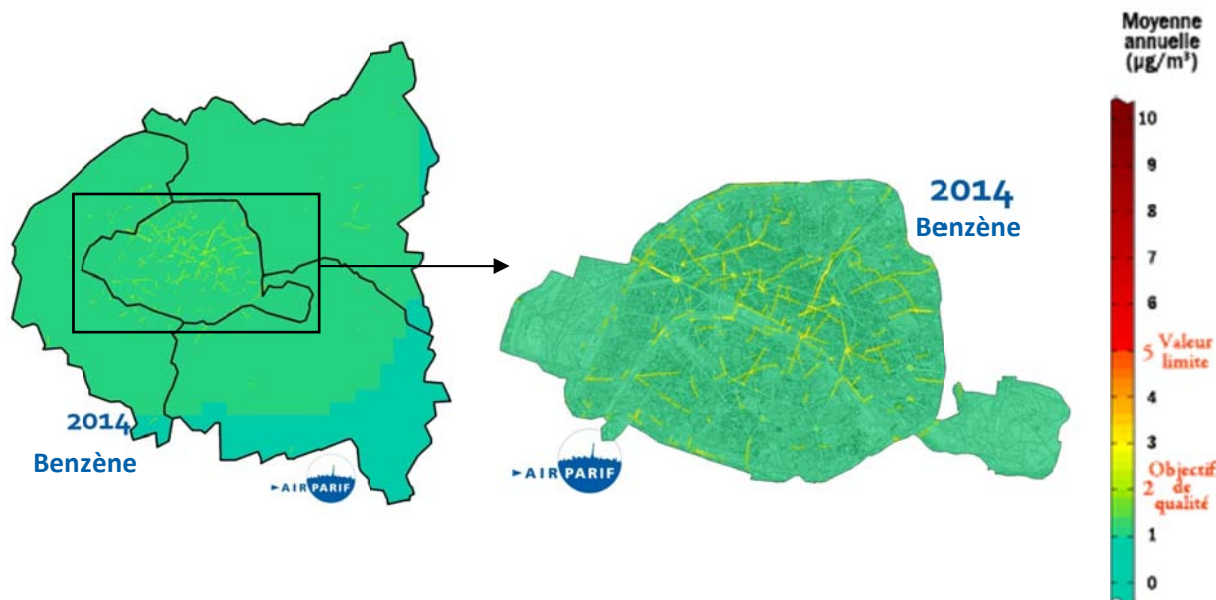
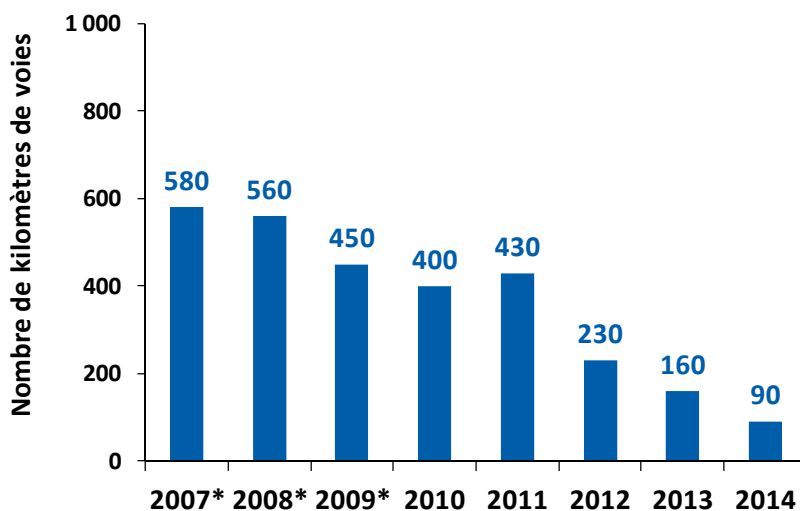


Figure 23 : concentration moyenne annuelle de benzène sur la petite couronne francilienne et zoom sur Paris de 2009 à 2014

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

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 de l'éloignement du centre de l'agglomération parisienne.

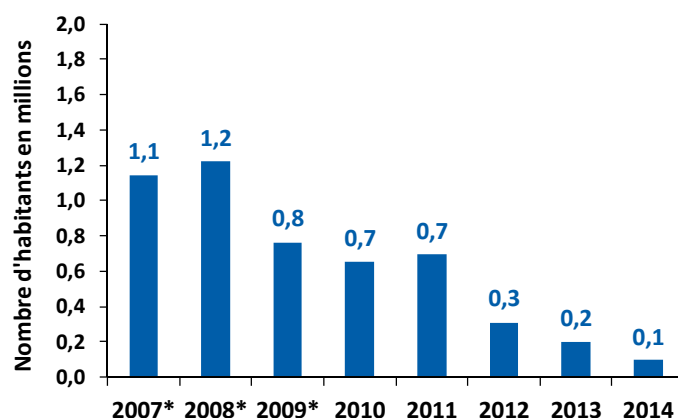
Les outils de modélisation permettent d'estimer que **l'objectif de qualité en benzène est dépassé, en 2014, sur environ de 90 km de voirie dans Paris**, soit environ 10 % du réseau parisien modélisé (Figure 24). Le **dépassement de l'objectif de qualité à Paris** concerne approximativement 100 000 habitants⁶, soit environ un Parisien sur dix (Figure 25).



* dépassements calculés avec le seuil inclus

Figure 24 : évolution du kilométrage cumulé de voies dépassant l'objectif de qualité annuel en benzène à Paris de 2007 à 2014

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



* dépassement calculé avec le seuil inclus

Figure 25 : évolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel en benzène à Paris de 2007 à 2014

La valeur limite annuelle 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,...).

Zoom sur les stations de mesure

Le tableau suivant présente les éléments statistiques pour le benzène à Paris en 2014 (glossaire en annexe 3).

BENZENE					
Stations	Typo.	Fréquence de mesure	Moy an ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Couverture temporelle	Taux de saisie des données
Directives Européennes			Valeur limite annuelle $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	MF : 35% MI : $\geq 14\%$	> 85%
Réglementation Française			Valeur limite annuelle $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Objectif de qualité $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
STATIONS DE FOND					
Paris Centre (4ème) (1)	U	7J	1,0	100%	96,15%
Paris 6ème	U				
Paris 7ème	U				
Paris 12ème	U				
Paris 13ème	U				
Paris stade Lenglen (15ème)	U	7J	1,0	29%	100%
Paris 18ème	U	7J	1,0	100%	100%
Moyenne agglomération parisienne			1,0		
STATIONS TRAFIC					
Avenue des Champs Elysées	U				
Rue Bonaparte	U	7J	1,7	100%	94,23%
Boulevard périphérique Auteuil	U				
Boulevard périphérique Est	U	7J	1,6	100%	98,08%
Quai des Célestins	U				
Place Victor Basch	U	7J	2,8	100%	98,08%
Boulevard Haussmann	U	7J	1,9	100%	100%
Place de l'Opéra	U	7J	2,7	100%	98,08%
Boulevard Sout	U				
Rue de Rivoli	U	7J	3,3	29%	100%
Place de la Bastille	U	7J	3,0	29%	93,33%
Place Vaugirard - Convention	U				
Porte de Clignancourt	U				

(1) : Pendant les travaux du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

En situation de fond, la moyenne annuelle des stations urbaines est de $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les stations de Paris Centre, Paris Stade Lenglen et Paris 18^{ème}. Elles sont inférieures à la **valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle)**, et à **l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle)**. Elles sont équivalentes à la moyenne de l'ensemble des stations de l'agglomération parisienne ($1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En situation de proximité au trafic routier, les moyennes annuelles sont comprises entre $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Certaines dépassent **l'objectif de qualité**, mais toutes restent inférieures à la **valeur limite annuelle**. C'est sur les stations du boulevard périphérique Est et de la rue Bonaparte que les moyennes sont les plus faibles. Pour le périphérique, il s'agit de l'axe sur lequel la vitesse des véhicules peut potentiellement être la plus élevée (70 km/h au lieu de 50 km/h sur les autres sites). Pour la rue Bonaparte, ce résultat peut s'expliquer par un nombre de véhicules circulant sur l'axe plus faible que sur les autres sites.

Les normes européennes et françaises de qualité de l'air relatives au benzène sont respectées en situation de fond. En situation de proximité au trafic routier, la valeur limite annuelle est respectée, mais l'objectif de qualité est dépassé.

Evolution des niveaux sur le moyen terme

Sur la période 2000-2007, les teneurs en **benzène** en proximité au trafic ont connu une forte baisse, en raison de la réglementation européenne ayant limité le taux de benzène dans les carburants (*Figure 26*). Depuis 2007, la baisse observée est plus lente ; les teneurs sont en dessous de la valeur limite européenne mais au-dessus de l'objectif de qualité français.

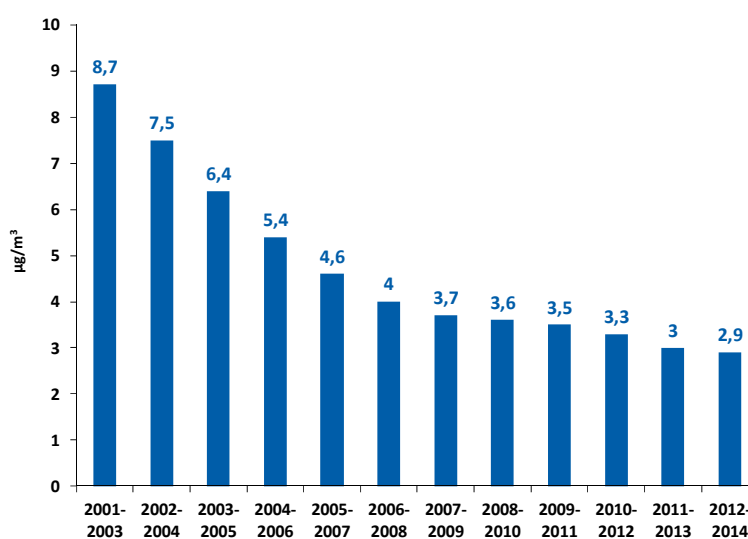


Figure 26 : évolution de la concentration moyenne sur 3 ans en benzène sur la station trafic de la Place Victor Basch à Paris de 2000-2002 à 2012-2014

En situation de fond, la même tendance est observée sur la période 2000-2005. Les niveaux sont relativement stables ces dernières années (*Figure 27*) et respectent la réglementation française et européenne.

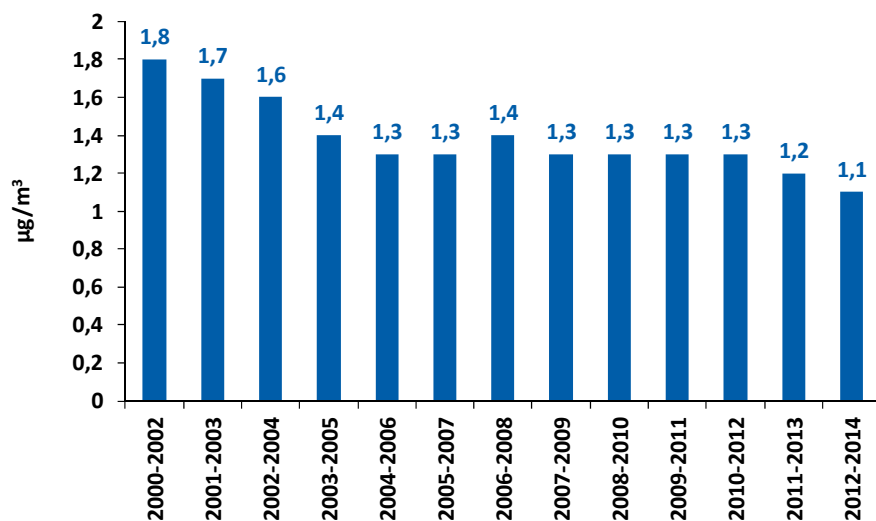


Figure 27 : évolution, à échantillon évolutif de stations de fond, de la concentration moyenne sur 3 ans en benzène dans Paris de 2000-2002 à 2012-2014

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 PM₁₀.



Effets sur la santé :

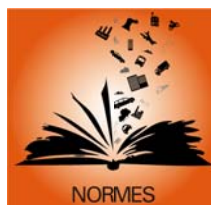
La toxicité des HAP varie fortement d'un composé à l'autre. La plupart des HAP sont mutagènes. Ils peuvent notamment entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire.

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]



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 ₁₀ 1 ng/m ³ 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

Le tableau suivant présente les éléments statistiques pour les HAP à Paris en 2014 (glossaire en annexe 3).

BENZO(a)PYRENE							
Stations	Typo.	Fréquence de mesure	Moy an (ng/m ³)	Max J (ng/m ³)	Date max J (aaaaammjj)	Couverture temporelle	Taux de saisie des données
Directives Européennes			Valeur cible pour le BaP 1 ng/m ³			MF : 33%	> 85%
Réglementation Française			Valeur cible pour le BaP 1 ng/m ³				
STATIONS DE FOND							
Paris 13 ^{ème}	U	1j/3	0.14	0.94	20141204	33%	96.72%
Moyenne agglomération parisienne			0.16				
STATIONS TRAFIC							
Boulevard périphérique Est	U	1j/3	0.24	1.30	20140306	33%	95.90%

En situation de fond, la moyenne annuelle à Paris 13^{ème} est de 0.14 ng/m³. Elle est très inférieure à la **valeur cible (1 ng/m³ en moyenne annuelle)**, et légèrement inférieure à la moyenne de l'ensemble des stations de l'agglomération parisienne (0.16 ng/m³). Ceci peut s'expliquer par une utilisation moindre du chauffage au bois fortement émetteur de BaP, dans Paris.

En situation de proximité au trafic routier, la moyenne annuelle sur la station Boulevard périphérique Est est légèrement plus élevée (0.24 ng/m³), mais reste inférieure à la **valeur cible**.

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.

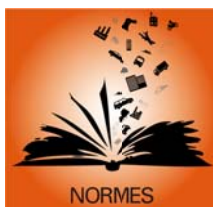
A plus ou moins long terme, et pour des expositions chroniques, les métaux provoquent des affections respiratoires (arsenic, cadmium, nickel), cardiovasculaires (arsenic), neurologiques (plomb, arsenic) et des fonctions rénales (Cadmium) [Ineris, 2003] [Ineris, 2006] [Ineris 2010] [Ineris, 2011].

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moy annuelle
Valeur cible	Protection de la santé	Arsenic : 6 ng/m^3 en moy annuelle Cadmium : 5 ng/m^3 en moy annuelle Nickel: 20 ng/m^3 en moy annuelle
Objectif de qualité	Protection de la santé	Plomb : 0.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moy annuelle



		Tendances		Normes à respecter	Normes à respecter dans la mesure du possible	
		1992 2014	2003 2014		Valeur limite	Objectif de qualité
Pb	Loin du trafic	-	→	Respectée	Respecté	
	Le long du trafic	↘↘	-	Respectée	Respecté	
As	Loin du trafic	-	↘			Respectée
	Le long du trafic	-	-			Respectée
Cd	Loin du trafic	-	→			Respectée
	Le long du trafic	-	-			Respectée
Ni	Loin du trafic	-	-			Respectée
	Le long du trafic	-	-			Respectée

Ces polluants, dont les résultats de l'année 2014 sont présentés dans les tableaux ci-dessous, affichent des moyennes très faibles et très inférieures aux normes de qualité de l'air (Cf. normes en annexe 1).

Les métaux sont mesurés en continu sur un site francilien, sur la station urbaine de Paris 18^{ème} (pendant la durée des travaux dans le jardin des Halles).

NB : afin de documenter les niveaux maximums dans la région, la surveillance est assurée d'une part à l'aide d'un site de mesure fixe de référence, et d'autre part de campagnes de mesure annuelles dans les zones habitées autour des différents sites industriels de la région, potentiellement émetteurs de métaux. Cette démarche permet de s'assurer qu'il n'y a pas de zone où les niveaux seraient supérieurs aux seuils d'évaluation. Les résultats de ces campagnes sont disponibles sur le site internet d'Airparif dans la rubrique « Publications ».

Les moyennes annuelles des quatre métaux mesurés sur ce site sont très inférieures à l'objectif de qualité et aux valeurs cibles.

METAUX					
Stations	Typo.	Fréquence de mesure	Moy an	Couverture temporelle	Taux de saisie des données

STATIONS DE FOND					
Directives Européennes		Valeur limite annuelle 0.5 µg/m ³		MF : 100% MI : >= 14%	> 85%
Réglementation Française		Valeur limite annuelle 0.5 µg/m ³ Objectif de qualité 0.25 µg/m ³			
Paris 18ème	(1)	U	7J	0,01	100% 100%

STATIONS DE FOND					
Directives Européennes		Valeur cible 6 ng/m ³		MF : 50% MI : >= 14%	> 85%
Réglementation Française		Valeur cible 6 ng/m ³			
Paris 18ème		U	7J	0,30	100% 98,08%

STATIONS DE FOND					
Directives Européennes		Valeur cible 5 ng/m ³		MF : 50% MI : >= 14%	> 85%
Réglementation Française		Valeur cible 5 ng/m ³			
Paris 18ème		U	7J	0,14	100% 94,23%

STATIONS DE FOND					
Directives Européennes		Valeur cible 20 ng/m ³		MF : 50% MI : >= 14%	> 85%
Réglementation Française		Valeur cible 20 ng/m ³			
Paris 18ème		U	7J	1,11	100% 96,15%

(1) : Pendant les travaux du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris 18ème

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 sont le trafic routier et le chauffage résidentiel, notamment le chauffage au bois.



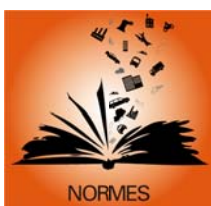
Effets sur la santé :

A fortes teneurs et en milieu confiné (air intérieur), 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 ³ en moyenne sur 8 heures
---------------	------------------------	---



	Tendances		Normes à respecter
	1996-2014	2007-2014	
Loin du trafic	-	➔	Respectée
Le long du trafic	⚡⚡	⚡	Respectée

Dioxyde de soufre (SO₂)



Le **dioxyde de soufre** est émis lors de la combustion des matières fossiles telles que le charbon, le pétrole et certains gaz contenant des impuretés en soufre, ainsi que lors de certains procédés industriels.



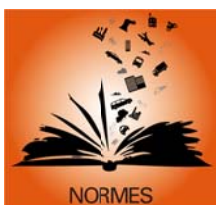
Effets sur la santé :

Le SO₂ 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 ³ moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 fois par an
Valeur limite journalière	Protection de la santé	125 µg/m ³ moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Objectif de qualité	Protection de la santé	50 µg/m ³ 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	
Loin du trafic	↘↘	↘	Respectée	Respectée	Objectif de qualité Respecté
Le long du trafic	↘↘	↘	Respectée	Respectée	Respecté

Les niveaux moyens de CO et de SO₂ 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.

Ces deux polluants, dont les résultats de l'année 2014 sont présentés dans les tableaux ci-après, affichent des moyennes très faibles et très inférieures aux normes de qualité de l'air (Cf. normes en annexe 1).

MONOXYDE DE CARBONE (CO)															
Stations	Type	Fréquence de mesure	Moy an H (µg/m ³)	Max H (µg/m ³)	Date max H (aaaaammjj)	H max (H TU)	Max 8H (µg/m ³)	Date max 8H (aaaaammjj)	H max 8H (H TU)	Nb Dép 10000 8H	Nb Dép 30000 H	Couverture temporelle	Taux de saisie des données		
Directives Européennes										Valeur limite 8H 0 dép.		MF : 100% MI : >= 14%		> 85%	
Réglementation Française										Valeur limite 8H 0 dép.					
STATIONS DE FOND															
Paris Centre (4ème)	(1)	U	H	200	1600	20140310	1	1200	20140310	4	0	0	100%	97.92%	
Paris 6ème		U													
Paris 7ème		U													
Paris 12ème		U													
Paris 13ème		U													
Paris stade Lenglen (15ème)		U													
Paris 18ème		U													

Moyenne agglomération parisienne	300
----------------------------------	-----

STATIONS TRAFIC														
Avenue des Champs Elysées		U												
Rue Bonaparte		U												
Boulevard périphérique Auteuil		U	H	500	2300	20140930	8	1600	20140111	24	0	0	100%	99.32%
Boulevard périphérique Est		U												
Quai des Célestins		U												
Place Victor Basch		U	H	700	2500	20140321	19	1700	20140310	2	0	0	100%	99.38%
Boulevard Haussmann		U												
Place de l'Opéra		U												
Boulevard Soult		U												

(1) : Pendant les travaux de réhabilitation du jardin des Halles (jusqu'en 2017), les mesures du centre de Paris sont réalisées provisoirement sur la station Paris Centre

DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂) - ANNEE CIVILE 2014																					
Stations	Type	Fréquence de mesure	Moy an H (µg/m ³)	Max J (µg/m ³)	Date max J (aaaaammjj)	Max H (µg/m ³)	Date max H (aaaaammjj)	H max H (H TU)	Nb Dép 125 J	Nb Dép 300 H	Nb Dép 350 H	Nb Dép 500 H	Moy Hiver H (µg/m ³)	Couverture temporelle	Taux de saisie des données						
Directives Européennes										Valeur limite journalière (3 dép.)		Valeur limite horaire (24 dép.)		Seuil d'alerte (3 heures consécutives)		Niveau critique hivernal (Protection des écosystèmes) 20 µg/m ³		MF : 100% MI : >= 14%		> 85%	
Réglementation Française										Valeur limite journalière (3 dép.)		Seuil d'information		Valeur limite horaire (24 dép.)		Seuil d'alerte (3 heures consécutives)		Niveau critique hivernal (Protection de la végétation) 20 µg/m ³			
STATIONS DE FOND																					
Paris Centre (4ème)		U																			
Paris 6ème		U																			
Paris 7ème		U																			
Paris 12ème		U																			
Paris 13ème		U																			
Paris stade Lenglen (15ème)		U																			
Paris 18ème		U																			

Moyenne agglomération parisienne	< LD*
----------------------------------	-------

Tour Eiffel 3ème étage	Obs														
------------------------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

STATIONS TRAFIC																
Avenue des Champs Elysées		U														
Rue Bonaparte		U														
Boulevard périphérique Auteuil		U	H	< LD*	12	20140922	29	20140922	22	0	0	0	0	< LD*	27%	67,55%
Boulevard périphérique Est		U														
Quai des Célestins		U														
Place Victor Basch		U														
Boulevard Haussmann		U														
Place de l'Opéra		U														
Boulevard Soult		U														

* : < LD : moyenne inférieure à la limite de détection de l'analyseur (5 µg/m³)

3 – Bilan de l'indice de qualité de l'air européen CITEAIR

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

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 faible " à " très élevé "), 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 NO₂, les PM₁₀ et l'ozone. Les données de CO, PM_{2,5} et SO₂ sont facultatives.

Pour l'indice trafic, les polluants obligatoires sont le NO₂ et les PM₁₀, les PM_{2,5} 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 faible ou faible près de 70 % du temps (Figure 28), soit 10 % de plus qu'en 2013. Ce taux descend à moins de 2 % à proximité du trafic. 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 élevé à très élevé environ 25 % du temps contre 45 % en 2013.

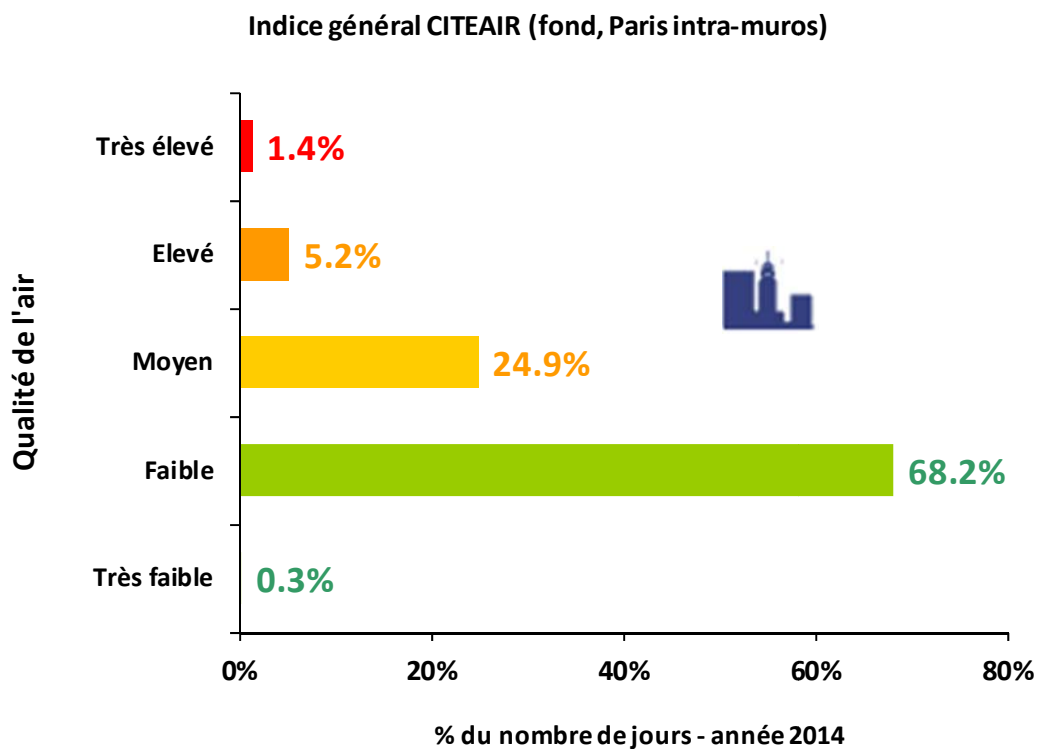


Figure 28 : répartition des indices généraux CITEAIR (fond, Paris intra-muros) en 2014

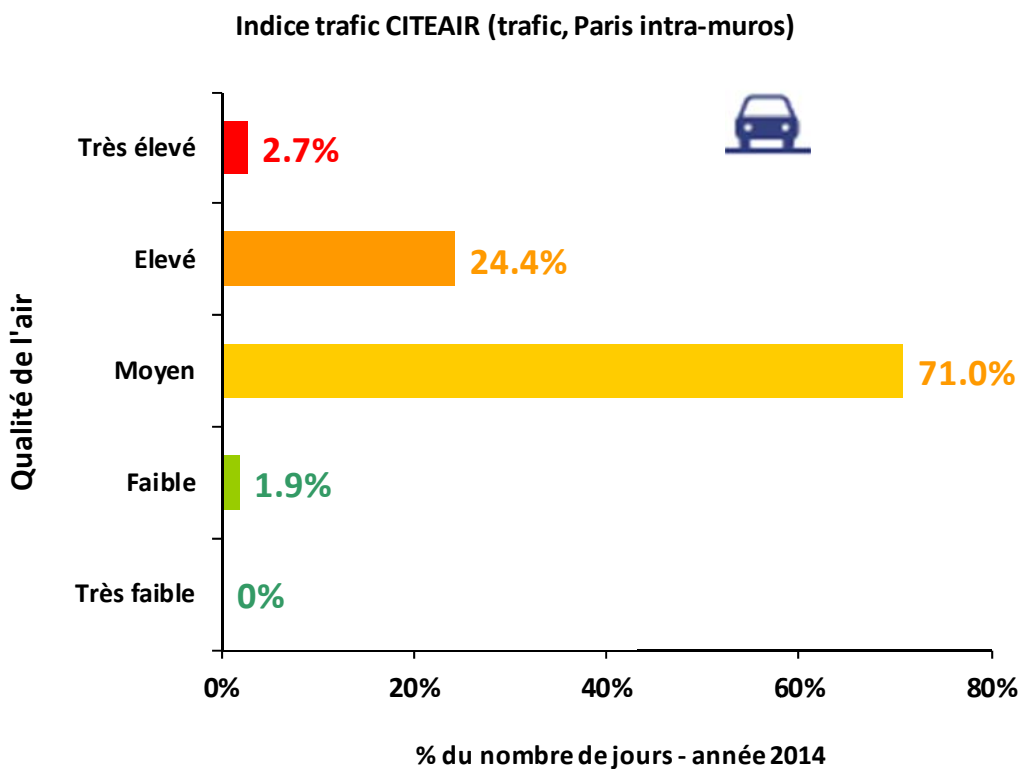


Figure 29 : répartition des indices trafic CITEAIR (proximité trafic, Paris intra-muros) en 2014

4 - Bilan des déclenchements de la procédure d'information et d'alerte à l'échelle de la région

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 PM₁₀. 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^{er} 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 NO₂ 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 SO₂.

Les particules PM₁₀ ont été introduites dans le dispositif d'information et d'alerte régional le 1^{er} janvier 2008. Airparif a évalué le nombre de dépassements des seuils d'information (80 µg/m³) et d'alerte (125 µg/m³) 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 PM₁₀ 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 PM₁₀ à partir de 2012 (Figure 30). En effet, le seuil d'information, initialement fixé à 80 µg/m³, a été abaissé à 50 µg/m³. Le seuil d'alerte est passé de 125 à 80 µg/m³.

L'arrêté inter-préfectoral a été revu une nouvelle fois en modifiant les critères de déclenchement⁷ 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 PM₁₀.

La Figure 30 montre le nombre de journées de déclenchement du niveau d'information et d'alerte tous polluants confondus (NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀), de 2006 à 2014.

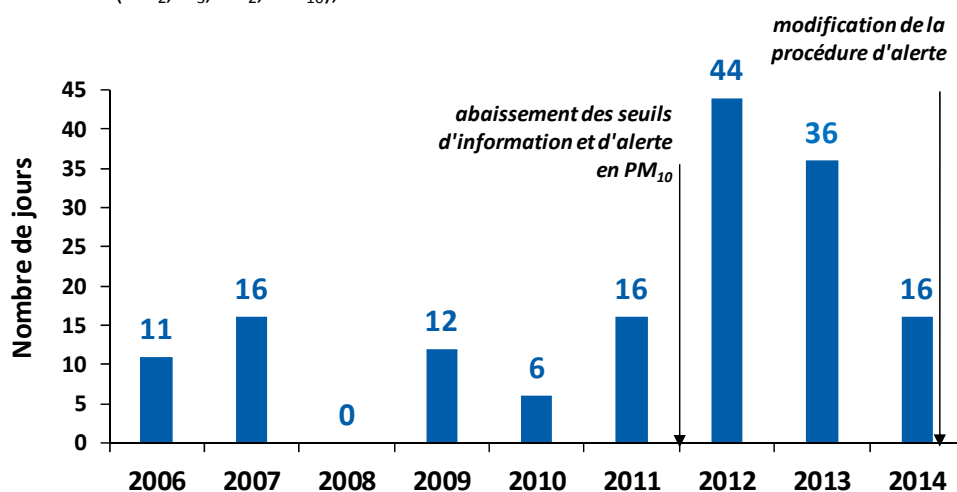


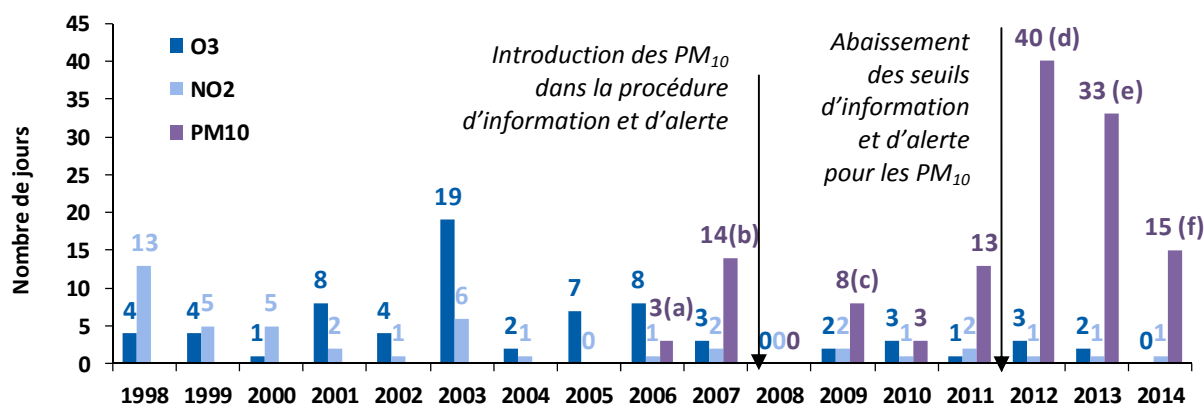
Figure 30 : nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Ile-de-France de 2006 à 2014, tous polluants confondus, y compris particules PM₁₀ (PM₁₀ simulation rétrospective pour les années 2006 et 2007 selon les conditions de l'arrêté du 3 décembre 2007 – Abaissement des seuils de déclenchement à partir du 30 novembre 2011 et modification de la procédure d'alerte à partir du 15 septembre 2014)

⁷ Les critères de déclenchement sont :

- **Un critère de superficie** : dès lors qu'une surface d'au moins 100 km² au total sur la région est concernée par un dépassement de seuil d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particule PM₁₀ 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 PM₁₀ estimé par modélisation en situation de fond.

Les dépassements selon les polluants sont mentionnés sur la [Figure 31](#), pour les années 1998-2014 pour le NO₂ et l'O₃ et 2006-2014 pour les PM₁₀. Le SO₂ n'a jamais fait l'objet de dépassement des seuils d'information et d'alerte en Ile-de-France.

Compte-tenu à la fois de l'introduction des particules PM₁₀ 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 PM₁₀, 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 31 : 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).

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 PM₁₀ 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 PM₁₀. La [Figure 32](#) illustre le nombre de jours où les seuils d'information et d'alerte pour les particules PM₁₀ 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.

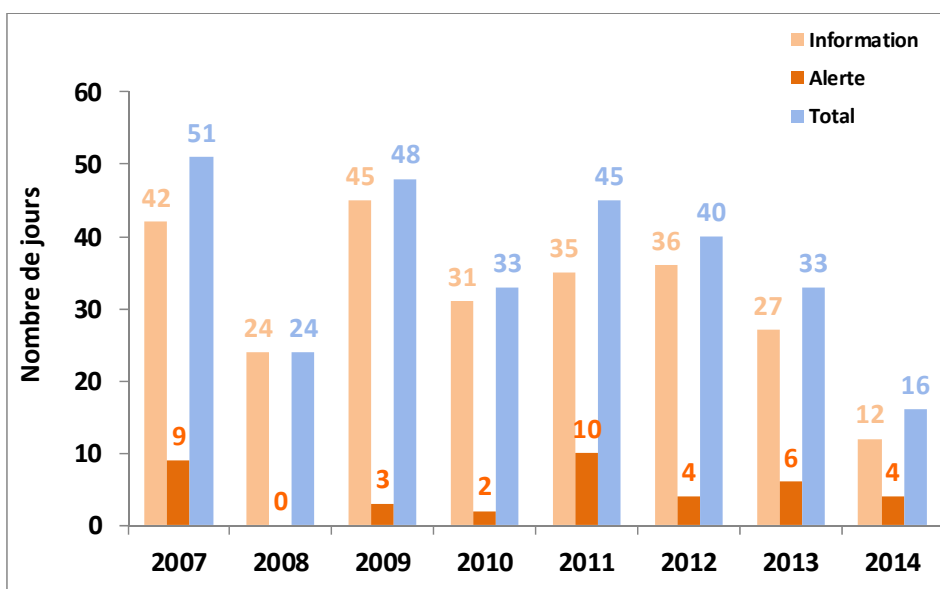


Figure 32 : nombre de jours d'information et d'alerte en PM₁₀ en Ile-de-France de 2007 à 2014 selon les critères de déclenchement de l'arrêté inter-préfectoral du 30 novembre 2011 (simulation rétrospective de 2007 à 2011)

En 2014, le nombre de dépassements des seuils d'information et d'alerte en PM₁₀ est le plus faible de l'histoire. 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 PM₁₀ dont 4 jours consécutifs dépassant le seuil d'alerte entre le 11 et le 14 mars 2014. Ces dépassements ont concernés plusieurs stations parisiennes.

5 – Conclusion

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).

A l'échelle de l'Ile-de-France, le dioxyde d'azote, les particules, le benzène et l'ozone dépassent chaque année les seuils définis par la réglementation européenne et française.

Pour le dioxyde d'azote, la valeur limite est dépassée en situation de proximité au trafic routier ainsi qu'en situation éloignée du trafic dans le cœur de l'agglomération. Les valeurs limites journalières et annuelles pour les particules PM₁₀ sont toujours largement dépassées en proximité au trafic routier.

Pour le benzène, la valeur limite est respectée. En revanche, **l'objectif de qualité est dépassé en proximité au trafic routier.**

Les dépassements en ozone, s'ils sont généralement plus importants en zone rurale, existent aussi au cœur de l'agglomération parisienne.

Des polluants comme le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre ne sont plus problématiques en Ile-de-France. Leurs concentrations sont très faibles et les moyennes très inférieures aux seuils réglementaires.

A Paris, les niveaux moyens de NO₂ sont les plus élevés de l'Ile-de-France, et supérieurs à la moyenne de l'agglomération parisienne. Les valeurs limites sont dépassées sur tous les sites de proximité au trafic, ainsi que sur une station de fond.

Pour les PM₁₀, les PM_{2,5} et le benzène, les seuils réglementaires ne sont dépassés qu'en situation de proximité au trafic.

Les niveaux d'ozone, s'ils sont en moyenne plus faibles que ceux des autres départements franciliens, dépassent les objectifs de qualité, mais pas les valeurs cibles. Ces dépassements sont généralisés à l'ensemble de la région.

Les autres polluants (BaP, métaux, CO, SO₂) ont des niveaux très inférieurs aux seuils réglementaires, à Paris comme dans toute l'Ile-de-France.

Pour en savoir plus...

Bilan de la qualité de l'air 2014 en Ile-de-France :

http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/bilan-2014.pdf

REFERENCES

Affset, *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, *Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre pour la ville de Paris en 2010, Mai 2013*

Airparif, *Evolution de la qualité de l'air à Paris entre 2000 et 2012, Juillet 2013*

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

Airparif, *Surveillance et information sur la qualité de l'air en Ile-de-France en 2014, Juillet 2013*

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**

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

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

Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2014

Afin de juger de la qualité de l'air d'une année, la réglementation s'appuie sur plusieurs notions.

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 efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite. La persistance d'un dépassement peut conduire à un contentieux avec l'Union Européenne. La plupart des valeurs limites voyaient leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM₁₀ et le dioxyde de soufre, les valeurs limites ont atteint leur niveau définitif en 2005. Pour le dioxyde d'azote et le benzène, le seuil des valeurs limites a achevé sa décroissance au 1^{er} janvier 2010. Pour les particules PM_{2,5}, la décroissance se poursuit jusqu'au 1^{er} janvier 2015.

Les **valeurs cibles**, définies par les directives européennes, 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 sur une période donnée. Elles se rapprochent dans l'esprit des objectifs de qualité français puisqu'il n'y a pas de contraintes contentieuses associées à ces valeurs, mais des enjeux sanitaires avérés. De ce fait, un dépassement de valeur cible doit être déclaré au niveau européen et des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en-dessous du seuil de la valeur cible.

Les **objectifs de qualité** sont définis par la réglementation française. Ils correspondent à une qualité de l'air jugée acceptable ou satisfaisante.

Les **objectifs à long terme** concernent spécifiquement l'ozone. Ils sont définis par la réglementation européenne. Ils correspondent à un niveau à atteindre à long terme (> 10 ans), 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. Comme pour les valeurs cibles, ces valeurs sont assimilables aux objectifs de qualité français.

Au regard des normes européennes et françaises de la qualité de l'air, des polluants restent problématiques dans certaines zones d'Ile-de-France, en raison du dépassement récurrent des seuils fixés par ces normes. Il s'agit notamment du dioxyde d'azote, des particules (PM₁₀ et PM_{2,5}), du benzène et de l'ozone.

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 :

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

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

HAP et métaux : directive européenne du 15 décembre 2004

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

Normes françaises (F) Normes européennes (E)

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

Dioxyde d'azote (NO ₂)			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois sur l'année 200 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire 200 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau horaire 400 µg/m ³ 200 µg/m ³ le jour J si le seuil d'information a été déclenché à J-1 et risque de l'être à J+1
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire 400 µg/m ³ 3 heures consécutives
Oxydes d'azote (NO _x)			
X	X	Niveau critique (végétation)	Niveau annuel 30 µg/m ³ NO _x équivalent NO ₂
Particules PM10			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 30 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année 50 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau journalier 50 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau journalier 80 µg/m ³
Particules PM2,5			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 10 µg/m ³
X		Valeur cible	Niveau annuel 20 µg/m ³
	X	Valeur cible	Niveau annuel 25 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel 2008 : 30 µg/m ³ 2009 : 29 µg/m ³ 2010 : 29 µg/m ³ 2011 : 28 µg/m ³ 2012 : 27 µg/m ³ 2013 : 26 µg/m ³ 2014 : 26 µg/m ³ 2015 : 25 µg/m ³
	X	Valeur limite	Niveau annuel 2020 : 20 µg/m ³
X	X	Obligation en matière de concentration relative à l'exposition	Niveau sur 3 ans à l'échelle nationale, sites de fond dans les agglomérations 2013-2014-2015 : 20 µg/m ³
X	X	Objectif national de réduction de l'exposition	Diminution de 15 ou 20 % ⁽¹⁾ entre 2011 et 2020 du niveau national de fond dans les agglomérations <small>(1) selon le niveau de 2011</small>

Ozone (O ₃)				
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 ³
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h)	18000 µg/m ³ .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 ³
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h)	6000 µg/m ³ .h
X	X	Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire	180 µg/m ³
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire	240 µg/m ³ 3 heures consécutives
X		Seuils d'alerte	Niveau horaire	240 µg/m ³ 300 µg/m ³ 3 heures consécutives 360 µg/m ³
Monoxyde de carbone (CO)				
X	X	Valeur limite	Niveau sur 8 heures, <i>aucun dépassement sur l'année</i>	10 mg/m ³
Dioxyde de soufre (SO ₂)				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	50 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau horaire, <i>à ne pas dépasser plus de 24 fois sur l'année</i>	350 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, <i>à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année</i>	125 µg/m ³
X	X	Niveaux critiques (végétation)	Niveau annuel	20 µg/m ³
X	X		Niveau hivernal (du 1/10 au 31/3)	20 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire	300 µg/m ³
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire	500 µg/m ³ trois heures consécutives
Plomb				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	0,25 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel	0,5 µg/m ³
Benzène				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	2 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel	5 µg/m ³
Benzo(a)pyrène				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	1 ng/m ³
Arsenic				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	6 ng/m ³
Cadmium				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	5 ng/m ³
Nickel				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	20 ng/m ³

ANNEXE 2

TYPLOGIE DES STATIONS DE MESURE

1 - LOCALISATION

Stations urbaines et périurbaines

Les **stations urbaines** sont situées dans l'agglomération, les **stations périurbaines** à sa périphérie.

Stations d'observation

Ces stations représentent des situations particulières d'exposition, le plus souvent à vocation d'étude (ex : Tour Eiffel).

2 - INFLUENCE

Stations de fond

Ces stations ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite de fond, représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.

Stations trafic

Ces stations mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales,...).
Les niveaux mesurés sur ces sites correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste.
La représentativité des mesures est locale et diffère selon la configuration topographique et la nature du trafic.

ANNEXE 3

GLOSSAIRE

Depuis l'édition statistique 2011, tous les dépassements sont calculés seuils exclus.

Période de référence
Année civile 2013 : du 1er janvier 2013 au 31 décembre 2013
Hiver 2012-2013 : du 1er octobre 2012 au 31 mars 2013

Données en italique : données dont le taux de saisie des données est inférieur à 85%

nr : données dont la valeur est non représentative, car non pertinente, ou nombre de données insuffisant (saisie minimale < 75%)

Eléments statistiques	
Typologie (Typo.)	U : Urbaine P : Périurbaine RR : Rurale régionale RP : Rurale proche de l'agglomération Obs : Observation
Département (Dépt.)	75 : Paris 92 : Hauts-de-Seine (Petite couronne) 93 : Seine-Saint-Denis (Petite couronne) 94 : Val-de-Marne (Petite couronne) 77 : Seine-et-Marne (Grande couronne) 78 : Yvelines (Grande couronne) 91 : Essonne (Grande couronne) 95 : Val d'Oise (Grande couronne)
Fréquence de mesure	H : moyennes sur 1 heure 7J : moyennes sur 7 jours 1j/3 : prélèvements sur 24 heures 1 jour sur 3
Unités de mesures des concentrations dans l'air ambiant	$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgrammes par mètre cube d'air (1 microgramme = 10^{-6} grammes = 1 millionième de gramme) ng/m^3 : nanogrammes par mètre cube d'air (1 nanogramme = 10^{-9} grammes = 1 milliardième de gramme)
Valeurs réglementaires	VLA : Valeur limite annuelle VLJ : Valeur limite journalière VLH : Valeur limite horaire VC : Valeur cible OLT : Objectif à long terme
Moy an	Moyenne annuelle
Moy hiver	Moyenne hivernale
Moyenne agglomération parisienne	Moyenne de l'ensemble des sites urbains et périurbains de l'agglomération parisienne (définition INSEE 1999), ayant un taux de saisie des données supérieur ou égal à 75%
Rapport NO/NO₂	Rapport de la moyenne annuelle de NO (ppb) sur moyenne annuelle de NO ₂ (ppb)
Max J	Mesure journalière la plus élevée
Max H	Mesure horaire la plus élevée
Max 8 H	Moyenne glissante heure par heure calculée sur 8 heures consécutives la plus élevée
Date max J	Date (aaaaammjj) à laquelle a été relevé le Max J
Date max H	Date (aaaaammjj) à laquelle a été relevé le Max H
Date max 8 H	Date (aaaaammjj) à laquelle a été relevé le Max 8 H
H max H	Heure (en heures TU) à laquelle a été relevé le Max H
H max 8H	Heure (en heures TU) à laquelle a été relevé le Max 8H L'heure indiquée correspond à l'heure de fin de la période 8h Par exemple, H max 8H = 21 correspond à la période de 13h à 21h TU H max 8H = 3 correspond à la période de 19h TU la veille à 3h TU le jour même
Nb Dép XX H	Nombre de mesures horaires strictement supérieures à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nb Dép XX J	Nombre de mesures journalières strictement supérieures à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nb Dép XX 8 H	Nombre de moyennes glissantes heure par heure calculées sur 8 heures consécutives strictement supérieures à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nb J avec 1 H > XX	Nombre de jours où l'on a observé au moins une mesure horaire strictement supérieure à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nb J avec 3 H > XX	Nombre de jours où l'on a observé au moins 3 mesures horaires consécutives strictement supérieures à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nb J avec 8 H > XX	Nombre de jours où l'on a observé au moins une moyenne glissante heure par heure sur 8 heures consécutives strictement supérieure à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'année considérée (a)
Nb J avec 8 H > XX (a-2) - a	Moyenne, sur les 3 dernières années, du nombre de jours où l'on a observé au moins une moyenne glissante heure par heure sur 8 heures consécutives strictement supérieure à $\text{XX } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette moyenne est valide s'il y a une valeur valide individuellement sur chacune des 3 dernières années

AOT 40 - Forêt	L' AOT40 - Forêt correspond à la somme des différences entre les mesures horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m ³ et la valeur de 80 µg/m ³ , relevées entre 8 et 20h (en heure de l'Europe Centrale - CET -, soit heure TU+1), du 1er avril au 30 septembre de l'année considérée (a). Dans le cas où toutes les données mesurées ne sont pas disponibles, les AOT sont calculés à l'aide du facteur suivant : <i>AOT40 [estimation] = AOT 40 mesurées x (nb total d'h possible / nb de valeurs h mesurées)</i>
AOT 40 - Végétation	L' AOT40 - Végétation correspond à la somme des différences entre les mesures horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m ³ et la valeur de 80 µg/m ³ , relevées entre 8 et 20h (en heure de l'Europe Centrale - CET -, soit heure TU+1), du 1er mai au 31 juillet de l'année considérée (a). Dans le cas où toutes les données mesurées ne sont pas disponibles, les AOT sont calculés à l'aide du facteur suivant : <i>AOT40 [estimation] = AOT 40 mesurées x (nb total d'h possible / nb de valeurs h mesurées)</i>
AOT 40 - Végétation (a-4) - a	Moyenne sur les 5 dernières années de l'AOT 40 - Végétation. Cette moyenne est valide si au moins 4 des 5 valeurs d'AOT sont valides
Méthode de mesure	CEN : Méthode conforme aux normes du CEN A : Mesures Automatiques continues TDP : tubes à diffusion passifs TDA : tubes à diffusion actifs Les prélèvements par tubes à diffusion (actifs ou passifs) sont effectués soit : - en continu : durée d'échantillonnage de 7 jours consécutifs, toutes les semaines de l'année - en discontinu : durée d'échantillonnage de 7 jours consécutifs, pendant 14 semaines réparties sur l'année, choisies
Couverture temporelle	Sur une période donnée (le plus souvent l'année civile, parfois l'été ou l'hiver), pourcentage de mesures effectuées sur la période considérée. La couverture temporelle ne doit pas être inférieure, pour un polluant donné, à la période minimale définie dans la Directive 2008/50/EC – Annexe A - Section I, et dans la Directive 2004/107/EC – Annexe IV
Taux de saisie des données	Taux de saisie des données : pourcentage de mesures valides au cours de la période de mesures. Le taux de saisie des données par polluant est définie dans les mêmes annexes des directives ci-dessus. Le taux de saisie de données est considéré comme satisfaisant si il est supérieur ou égal à 85% (90% défini par les directives, moins une marge de 5% correspondant aux maintenances des appareils de mesure). Sauf cas particulier, les statistiques pour les paramètres ayant un taux de saisie de données inférieur à 75 % ne sont pas calculés et sont indiqués "nr" (non représentatif). Entre 75% et 85%, elles sont représentées en italique.

. Les concentrations (moyennes, maximums, percentiles) sont exprimées en microgrammes de polluant par mètre cube d'air (µg/m³) pour tous les polluants, sauf pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques, l'arsenic, le cadmium et le nickel : pour ces polluants, les concentrations sont exprimées en nanogrammes de polluant par mètre cube d'air (ng/m³).

1 microgramme = 10⁻⁶ gramme = 1 millionième de gramme ; 1 nanogramme = 10⁻⁹ gramme = 1 milliardième de gramme.
De même, l'unité "ppb" (partie par billion) correspond à un millimètre cube de polluant par mètre cube d'air.

. Toutes les heures sont exprimées en **heures TU** :

heure légale d'hiver -1 : du 1er janvier au 30 mars 2013 et du 27 octobre au 31 décembre 2013

heure légale d'été -2 : du 31 mars au 26 octobre 2013

ANNEXE 4

MATERIEL DE MESURE - NORMES AFNOR

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 ₂	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 _x	Oxydes d'azote	
O ₃	Ozone NF EN 14625	Photométrie ultra-violet
SO ₂	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	- Mesure par TEOM-FDMS sur 7 sites du réseau ⁽¹⁾ , dont 2 ⁽²⁾ constituent un référent pour la détermination d'un facteur d'ajustement applicable aux autres sites du réseau, équipés de TEOM (mesurage par pesée à l'aide d'une balance inertielle). L'équivalence TEOM-FDMS à la méthode de référence a été prouvée par des essais in situ
PM 2,5	Particules < 2,5 µm	- Pour le site trafic du boulevard périphérique Auteuil : mesurage par TEOM, application d'un facteur correctif déterminé à l'aide du référent utilisé pour les PM10. Pour les 4 sites de fond : mesure par TEOM-FDMS
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	Plomb NF EN 14902	Spectrométrie d'absorption atomique (analyse)
Pb, Cd, As, Ni	Plomb, cadmium, arsenic, nickel NF EN 14902	Mesure de la fraction PM10 de la matière particulaire en suspension
BaP	Benzo(a)pyrène NF EN 15549	Dosage par chromatographie liquide haute performance et chromatographie gazeuse

⁽¹⁾ : Paris 1er Les Halles, Paris 18ème, Gennevilliers, Bobigny, Nogent-sur-Marne, Lognes et Zone rurale Nord-Ouest - Frémainville.

⁽²⁾ : Paris 18ème et Gennevilliers sont équipées des deux méthodes (TEOM-FDMS et TEOM) en parallèle pour la détermination d'un facteur correctif en temps réel.