

Septembre  
2015

## *Bilan de la qualité de l'air en France en 2014*

*et principales tendances observées  
sur la période 2000-2014*



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère  
de l'écologie,  
du Développement  
durable  
et de l'énergie



# ***Bilan de la qualité de l'air en France en 2014***

***et principales tendances observées  
sur la période 2000-2014***

**Directeur de la publication :** Laurence Monnoyer-Smith

**Rédactrice en chef :** Anne Bottin

**Coordination :** Aurélie Le Moullec (SOeS) avec la contribution de la DGEC, du LCSQA, de l'Anses et des Aasqa

**Secrétariat de rédaction :** Céline Carrière

**Traitement des données :** LCSQA ; SOeS (Catherine Sonnette-Chich, Aurélie Le Moullec)

**Cartographie :** David Fretin (Sirs), Vanessa Lages (Magellium), Frédérique Janvier (SOeS)

**Maquette-réalisation :** Chromatiques Éditions

**Crédits photos :** © Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR,  
© Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

# Sommaire

<b>Avant-propos.....</b>	<b>7</b>
<b>Synthèse.....</b>	<b>9</b>
<b>Les effets environnementaux et sanitaires de la pollution atmosphérique.....</b>	<b>13</b>
<b>Le dispositif français de surveillance de la qualité de l'air.....</b>	<b>15</b>
Les acteurs du dispositif.....	15
Les polluants surveillés.....	16
Les outils de surveillance.....	16
L'accès aux données de qualité de l'air.....	17
<b>Des mesures pour lutter contre la pollution de l'air.....</b>	<b>19</b>
<b>Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).....</b>	<b>21</b>
Les effets sanitaires et environnementaux des NO <sub>x</sub> .....	21
L'évolution des émissions de NO <sub>x</sub> .....	21
L'évolution des concentrations de NO <sub>2</sub> .....	21
La situation des sites de mesure en 2014 par rapport aux seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine et de la végétation et l'évolution de la situation dans les agglomérations.....	22
Les variations saisonnières des concentrations en NO <sub>2</sub> .....	23
Les épisodes de pollution en NO <sub>2</sub> en France en 2014.....	24
<b>Les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>).....</b>	<b>25</b>
Les effets sanitaires et environnementaux des particules.....	25
L'évolution des émissions de particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....	25
L'évolution des concentrations de PM <sub>10</sub> .....	26
La situation des sites de mesure en 2014 par rapport aux seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine et l'évolution de la situation dans les agglomérations.....	27
Les variations saisonnières des concentrations en particules.....	28
Les épisodes de pollution en PM <sub>10</sub> en France en 2014.....	28
L'évolution des concentrations de PM <sub>2,5</sub> .....	31
La situation des sites de mesure en 2014 par rapport au seuil annuel pour la protection de la santé humaine.....	31
<b>L'ozone (O<sub>3</sub>).....</b>	<b>33</b>
Les effets sanitaires et environnementaux de l'O <sub>3</sub> .....	33
L'origine de l'O <sub>3</sub> .....	33
L'évolution des concentrations d'O <sub>3</sub> .....	33
La situation au regard des seuils pour la protection de la santé humaine et pour la protection de la végétation.....	33

Les variations saisonnières des concentrations en O <sub>3</sub> .....	34
Les épisodes de pollution en O <sub>3</sub> en France en 2014 .....	35
<b>Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>37</b>
Les effets sanitaires et environnementaux du SO <sub>2</sub> .....	37
L'évolution des émissions de SO <sub>2</sub> .....	37
L'évolution des concentrations de SO <sub>2</sub> .....	37
La situation des sites de mesure en 2014 par rapport aux seuils pour la protection de la santé humaine .....	37
<b>Le monoxyde de carbone (CO).....</b>	<b>38</b>
Les effets sanitaires et environnementaux du CO.....	38
L'évolution des émissions de CO .....	38
L'évolution des concentrations de CO.....	38
<b>Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) .....</b>	<b>39</b>
Les effets sanitaires et environnementaux du C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	39
L'évolution des émissions de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	39
L'évolution des concentrations de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	39
<b>Les métaux lourds.....</b>	<b>41</b>
Les effets sanitaires et environnementaux des métaux lourds.....	41
Le plomb (Pb).....	41
L'arsenic (As) .....	41
Le cadmium (Cd) .....	42
Le nickel (Ni).....	42
Le mercure (Hg).....	42
<b>Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) .....</b>	<b>44</b>
Les effets sanitaires et environnementaux des HAP.....	44
L'évolution des émissions de HAP.....	44
Les concentrations en B[a]P.....	44
<b>Les concentrations de polluants atmosphériques au niveau européen ...</b>	<b>45</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>47</b>
Annexe 1 : éléments méthodologiques.....	47
Annexe 2 : normes de qualité de l'air en vigueur au 1 <sup>er</sup> janvier 2014.....	48
Annexe 3 : implantation des sites de mesure de qualité de l'air – état 2014 .....	51
<b>Sigles et abréviations.....</b>	<b>58</b>
<b>Pour en savoir plus .....</b>	<b>59</b>

## Liste des illustrations

Carte 1 : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) .....	15
Carte 2 : état d'avancement des PPA .....	19
Carte 3 : concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> en 2014 .....	22
Carte 4 : concentrations moyennes annuelles de fond en NO <sub>2</sub> en France en 2014 .....	23
Carte 5 : concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> sur l'agglomération lyonnaise en 2014 .....	23
Carte 6 : concentrations moyennes hivernales de fond en NO <sub>2</sub> en France en 2014 .....	24
Carte 7 : concentrations moyennes estivales de fond en NO <sub>2</sub> en France en 2014 .....	24
Carte 8 : nombre de jours où la concentration en PM <sub>10</sub> est supérieure à 50 µg.m <sup>-3</sup> en 2014 .....	26
Carte 9 : concentrations moyennes annuelles en PM <sub>10</sub> en 2014 .....	27
Carte 10 : concentrations moyennes annuelles de fond en PM <sub>10</sub> en France en 2014 .....	28
Carte 11 : concentrations moyennes hivernales de fond en PM <sub>10</sub> en France en 2014 .....	28
Carte 12 : moyenne des concentrations moyennes journalières de fond en PM <sub>10</sub> sur la période du 6 au 18 mars 2014 .....	29
Carte 13 : maximum des concentrations moyennes journalières de fond en PM <sub>10</sub> sur la période du 6 au 18 mars 2014 .....	29
Carte 14 : répartition des espèces chimiques dans les PM <sub>10</sub> analysées du 11 au 15 mars 2014 .....	30
Carte 15 : maximum des concentrations moyennes journalières de fond en PM <sub>10</sub> sur la période du 21 au 23 mai 2014 .....	30
Carte 16 : maximum des concentrations moyennes journalières de fond en PM <sub>10</sub> sur la période du 22 au 25 septembre 2014 .....	31
Carte 17 : concentrations moyennes annuelles en PM <sub>2,5</sub> en 2014 .....	32
Carte 18 : nombre de jours où le seuil en O <sub>3</sub> pour la protection de la santé humaine est dépassé en moyenne sur 2012-2014 .....	34
Carte 19 : indicateur d'exposition de la végétation à l'O <sub>3</sub> en moyenne sur 2010-2014 .....	34
Carte 20 : concentrations maximales horaires de fond en O <sub>3</sub> en 2014 .....	34
Carte 21 : concentrations moyennes estivales de fond en O <sub>3</sub> en France en 2014 .....	35
Carte 22 : concentrations moyennes hivernales de fond en O <sub>3</sub> en France en 2014 .....	35
Carte 23 : concentrations maximales horaires de fond en O <sub>3</sub> du 9 au 13 juin 2014 .....	35
Carte 24 : concentrations maximales horaires de fond en O <sub>3</sub> du 16 au 19 juillet 2014 .....	36
Carte 25 : concentrations moyennes annuelles en C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> en 2014 .....	40
Carte 26 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le NO <sub>2</sub> en 2014 .....	51
Carte 27 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM <sub>10</sub> en 2014 .....	52
Carte 28 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM <sub>2,5</sub> en 2014 .....	53
Carte 29 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le SO <sub>2</sub> en 2014 .....	54
Carte 30 : implantation et typologie des stations ayant mesuré l'O <sub>3</sub> en 2014 .....	55
Carte 31 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le CO en 2014 .....	56
Carte 32 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> en 2014 .....	57
Figure 1 : synthèse des résultats par polluant .....	9
Figure 2 : la surveillance de la qualité de l'air par modélisation .....	17
Figure 3 : l'information sur la qualité de l'air .....	18
Graphique 1 : évolution des concentrations en SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> et PM <sub>10</sub> sur la période 2000-2014 .....	10
Graphique 2 : évolution des émissions françaises de NO <sub>x</sub> .....	21
Graphique 3 : évolution des concentrations moyennes annuelles de NO <sub>2</sub> de 2000 à 2014 .....	22
Graphique 4 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil annuel en NO <sub>2</sub> pour la protection de la santé humaine .....	23
Graphique 5 : évolution des émissions françaises de PM <sub>10</sub> .....	25
Graphique 6 : évolution des émissions françaises de PM <sub>2,5</sub> .....	26
Graphique 7 : évolution des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>10</sub> de 2007 à 2014 .....	26
Graphique 8 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil journalier en PM <sub>10</sub> pour la protection de la santé humaine .....	27
Graphique 9 : évolution de la composition des particules fines (inférieures à 1 µm) au Sirta (plateau de Saclay, Essonne) entre le 18 et le 28 septembre 2014 .....	31
Graphique 10 : évolution des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2,5</sub> de 2009 à 2014 .....	31

Graphique 11 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil en O <sub>3</sub> pour la protection de la santé humaine en fond urbain en moyenne triennale .....	33
Graphique 12 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil en O <sub>3</sub> pour la protection de la végétation en fond rural en moyenne quinquennale .....	33
Graphique 13 : évolution des émissions françaises de SO <sub>2</sub> .....	37
Graphique 14 : évolution des concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> de 2000 à 2014 .....	37
Graphique 15 : évolution des émissions françaises de CO .....	38
Graphique 16 : évolution des concentrations moyennes annuelles de CO de 2000 à 2014 .....	38
Graphique 17 : évolution des émissions françaises de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	39
Graphique 18 : évolution des émissions françaises de Pb .....	41
Graphique 19 : évolution des émissions françaises d'As .....	41
Graphique 20 : évolution des émissions françaises de Cd .....	42
Graphique 21 : évolution des émissions françaises de Ni .....	42
Graphique 22 : évolution des émissions françaises de Hg .....	43
Graphique 23 : évolution des émissions françaises de HAP .....	44
Graphique 24 : situation des États membres de l'Union européenne au regard du seuil journalier en PM <sub>10</sub> en 2012 .....	45
Tableau 1 : règles d'arrondi commerciales .....	47
Tableau 2 : normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	48
Tableau 3 : norme de qualité de l'air pour les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....	48
Tableau 4 : normes de qualité de l'air pour les particules PM <sub>10</sub> .....	49
Tableau 5 : normes de qualité de l'air pour les particules PM <sub>2,5</sub> .....	49
Tableau 6 : normes de qualité de l'air pour le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....	49
Tableau 7 : normes de qualité de l'air pour l'ozone (O <sub>3</sub> ) .....	49
Tableau 8 : norme de qualité de l'air pour le monoxyde de carbone (CO) .....	50
Tableau 9 : normes de qualité de l'air pour le benzène (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	50
Tableau 10 : normes de qualité de l'air pour les métaux lourds .....	50
Tableau 11 : norme de qualité de l'air pour le benzo[a]pyrène (B[a]P) .....	50



## Avant-propos

En application des dispositions de l'article L221-6 du Code de l'environnement, l'État doit publier chaque année un rapport portant sur la qualité de l'air en France, son évolution possible et ses effets sur la santé et l'environnement.

Le bilan de la qualité de l'air en France en 2014 a été établi par le Commissariat général au développement durable (CGDD) et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (Medde). Ce travail a été réalisé avec l'appui de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) dans le cadre de ses travaux menés au sein du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) et du consortium PREV'AIR, et en concertation avec Atmo France, le réseau des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa). Par ailleurs, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été sollicitée pour émettre un avis sur les parties de ce document qui concernent les effets sanitaires. Enfin, la Direction générale de la santé du ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes a apporté son appui pour la rédaction des parties sur les risques sanitaires.

Ce bilan présente les enjeux de la pollution atmosphérique, les acteurs français dans ce domaine et les moyens mis en œuvre pour suivre les concentrations de polluants dans l'air. Il dresse un panorama des principales mesures visant à lutter contre la pollution atmosphérique. Pour chacun des polluants réglementés par les

directives 2008/50/CE et 2004/107/CE sont présentés : les enjeux, l'évolution des émissions sur la période 2000-2014, l'évolution des concentrations sur la période 2000-2014 puis la situation en 2014 au regard des seuils réglementaires de concentrations. Enfin, ce bilan détaille les principaux épisodes de pollution survenus en 2014.

Les données de concentrations présentées sont celles communiquées par le Medde à la Commission européenne. Il s'agit des mesures réalisées par environ 1 600 analyseurs en continu installés en sites fixes en 2014 et transmises pour chaque région par les Aasqa à la base de données nationale Géod'Air. Les cartes portant la mention PREV'AIR résultent de la combinaison de simulations obtenues par modélisation déterministe et de données d'observations issues de Géod'Air. Des données provenant du dispositif national de caractérisation des particules (Cara) sont également utilisées afin de comprendre l'origine des épisodes de pollution aux particules de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) survenus en 2014. Enfin, les données d'émissions présentées dans ce bilan émanent du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa).

Ce document est complété au niveau régional par des rapports annuels présentant les résultats de la surveillance réalisée par les Aasqa, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public. Ces rapports peuvent présenter les résultats de campagnes de mesure non exploitées dans le bilan national.



## Synthèse

La pollution atmosphérique se caractérise par la présence dans l'air extérieur de gaz et de particules ayant des effets néfastes sur la santé humaine et/ou sur l'environnement. Ces substances proviennent de phénomènes naturels (éruptions volcaniques, décomposition de matières organiques, incendies de forêts, etc.) et/ou d'activités humaines (industries, transports, agriculture, chauffage résidentiel, etc.). Elles peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement tels que l'acidification des eaux, des sols ou encore la baisse des rendements agricoles. De plus, ces substances ont des effets sur la santé qui peuvent aller d'affections bénignes (fatigue, nausées, irritation des yeux et de la peau) à des maladies graves (asthme, allergies), voire mortelles (cancers, maladies cardio-vasculaires).

La surveillance de la qualité de l'air est encadrée par des directives européennes et une réglementation française. Des seuils sont ainsi fixés pour différents polluants pour la protection de la santé humaine et de la végétation. Les polluants concernés sont :

- le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ;
- les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), dont le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ;
- l'ozone (O<sub>3</sub>) ;
- les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>) et de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) ;
- des métaux : le plomb (Pb), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni), le mercure (Hg) ;
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), principalement le benzo[a]pyrène (B[a]P).

La surveillance est réalisée par des mesures complétées par de la modélisation, au niveau national et en région. Le dispositif français de surveillance réglementaire dispose d'un parc analytique important, avec près de 650 stations de mesure en 2014, principalement localisées en zones urbaines. L'implantation de ces stations est réalisée selon les préconisations réglementaires.

Malgré un épisode de pollution d'ampleur nationale au caractère remarquable par son intensité, sa couverture géographique et sa durée, la qualité de l'air en France en 2014 s'améliore légèrement par rapport à 2013 :

- les concentrations moyennes annuelles baissent de 1 à 3 µg.m<sup>-3</sup> selon le type de stations de mesure pour le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> ;
- les concentrations moyennes annuelles en CO continuent de diminuer ;
- les concentrations annuelles en SO<sub>2</sub> sont faibles et stables.

Les dépassements des seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine (définis en *annexe 2*) sont moins fréquents :

- en 2014, 36 stations de mesure dépassent au moins un des deux seuils fixés pour le NO<sub>2</sub>, contre 39 en 2013. Ces stations se trouvent majoritairement dans des agglomérations de plus de 250 000 habitants et à proximité du trafic routier ;
- 5 stations de mesure ne respectent pas au moins un des deux seuils fixés pour les PM<sub>10</sub> en 2014, contre 16 en 2013 ;
- pour l'O<sub>3</sub>, 26 stations de fond urbain dépassent le seuil de protection de la santé humaine en moyenne sur 2012-2014, contre 40 sur la période 2011-2013.

Des épisodes de pollution, plus ou moins nombreux, selon les conditions météorologiques, surviennent chaque année en France et à des périodes différentes selon les polluants. 2014 est marquée par l'absence d'épisode au NO<sub>2</sub>, ce qui est peu fréquent. Pour l'O<sub>3</sub>, deux événements d'ampleur limitée se déroulent respectivement en juin et en juillet. Concernant les PM<sub>10</sub>, la France connaît trois épisodes de pollution dont un au caractère exceptionnel en mars et deux autres, liés à des contributions d'origine naturelle, en mai et septembre. Comme les années passées, aucun épisode important au SO<sub>2</sub> n'est constaté, les hausses de concentrations observées se limitant aux zones industrielles, et leurs durées n'excédant pas quelques heures.

Figure 1 : synthèse des résultats par polluant

	Principales sources primaires	Évolution des concentrations	Respect de la réglementation en 2014
SO <sub>2</sub>		➔	✓
NO <sub>2</sub>		➔	✗
O <sub>3</sub>		➔	✗
PM <sub>10</sub>		➔	✗
PM <sub>2,5</sub>		➔	✗
CO		➔	✓
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		➔	✗
As		nd	✗
Cd		nd	✓
Ni		nd	✓
Pb		nd	✓
B[a]P		nd	✗

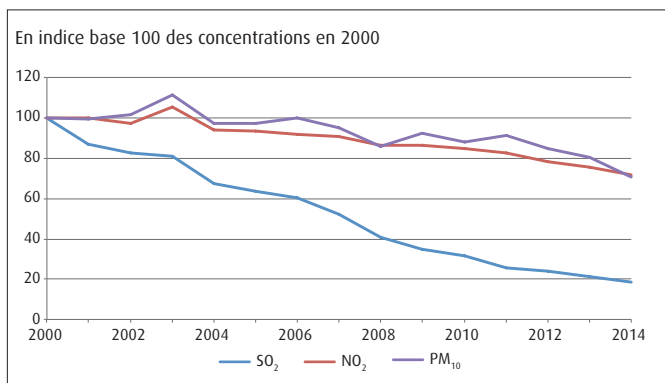
Notes : nd = pour les métaux et le B[a]P les évolutions ne sont pas disponibles ; l'O<sub>3</sub> n'a pas de sources directes.  
Source : SOeS

Au-delà de l'état de la qualité de l'air en 2014, des évolutions sur plusieurs années sont visibles. Sur la période 2000-2014, les concentrations moyennes annuelles en SO<sub>2</sub> ont diminué fortement (*graphique 1*). Celles en NO<sub>2</sub> et en PM<sub>10</sub> ont également baissé mais plus modérément. Les concentrations en PM<sub>10</sub> ont enregistré des variations interannuelles qui s'expliquent en partie par les conditions météorologiques.

Des tendances se dégagent aussi pour le NO<sub>2</sub> et les PM<sub>10</sub> concernant le respect des seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine. Dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants,

le pourcentage de stations de mesure ne respectant pas le seuil annuel en NO<sub>2</sub> a diminué sur la période 2000-2014. Aucune tendance en revanche ne se dégage dans les zones regroupant des agglomérations de 50 000 à 250 000 habitants. Pour les PM<sub>10</sub>, le pourcentage de stations de mesure ne respectant pas le seuil journalier a baissé sur la période 2007-2014 à la fois dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones regroupant des agglomérations de 50 000 à 250 000 habitants.

**Graphique 1 : évolution des concentrations en SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> sur la période 2000-2014**



Note : ces indicateurs sont construits sur un échantillon évolutif de stations de mesure : sélection des stations ayant fonctionné l'année n et l'année n-1. Cette méthode permet de tenir compte de l'évolution du réseau de mesure tout en restant sur un champ constant entre deux années. Champ : France métropolitaine, hors Corse. Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

Ces tendances masquent des disparités temporelles et spatiales importantes. Les concentrations moyennes annuelles les plus élevées sont le plus souvent mesurées à proximité du trafic routier pour les PM<sub>10</sub> et le NO<sub>2</sub>, alors que pour l'O<sub>3</sub>, il s'agit des stations de fond rural puis de fond urbain, compte tenu des mécanismes de formation de ce polluant. Quant au SO<sub>2</sub>, les valeurs les plus élevées sont mesurées sur les stations industrielles.

Pour protéger la santé des populations et respecter les valeurs limites européennes (définies en annexe 2), l'État agit au niveau national avec des plans d'action dans tous les secteurs d'activité tels que le plan « particules » lancé en 2010, le plan d'urgence pour la qualité de l'air (Puqa) publié en février 2013 et le plan national de réduction des émissions polluantes (Prepa) qui sera révisé avant juin 2016. Dans cet objectif, l'État combine les mesures réglementaires, fiscales et incitatives. Au niveau local, les préfets adoptent des plans de protection de l'atmosphère (PPA) dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants ou dans les zones qui dépassent ou risquent de dépasser les valeurs limites européennes. Ils mettent également en œuvre des mesures d'urgence lors des épisodes de pollution.

## Summary

Atmospheric pollution is characterised by the presence in the outdoor air of gases and particulates that have harmful effects on human health and/or the environment. These substances originate from natural sources (volcanic eruptions, decomposition of organic matter, forest fires, etc.) and/or human activities (industry, transport, agriculture, residential heating, etc.). They can have adverse environmental effects such as acidification of water or soils or lowering of crop yields. In addition, they can have consequences for health that extend from relatively mild conditions (fatigue, nausea, irritation of the eyes or skin) to illnesses that are serious (asthma, allergies, etc.) or even fatal (cancer, cardio-vascular conditions).

In France, a framework for air quality monitoring is provided by European directives and national regulations. Thresholds are set for different pollutants to protect human health and vegetation. The pollutants concerned are:

- sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>);
- nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), including nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>);
- ozone (O<sub>3</sub>);
- particulates with diameters of less than 10 µm (PM<sub>10</sub>) and less than 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>);
- carbon monoxide (CO);
- benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>);
- metals: lead (Pb), arsenic (As), cadmium (Cd), nickel (Ni), mercury (Hg);
- polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), principally benzo[a]pyrene (B[a]P).

Monitoring is conducted in the form of measurements, completed by modelling, at the national and regional levels. France's monitoring network has extensive provision for analysis with around 650 monitoring stations in 2014, located for the most part in urban areas. These stations are located in accordance with regulatory requirements.

In spite of a pollution episode that was exceptional in terms of its intensity, geographical extent and duration, air quality in 2014 improved slightly in relation to 2013:













- for NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, average annual concentrations decreased by 1 to 3 µg.m<sup>-3</sup>, depending on the type of monitoring station;
- average annual concentrations of CO continued to decrease;
- annual concentrations of SO<sub>2</sub> were low and stable.

Exceedance of the regulatory thresholds for protection of human health (given in Annex 2) was less frequent:

- in 2014, 36 monitoring stations indicated excesses for at least one of the two thresholds set for NO<sub>2</sub>, against 39 stations in 2013. Most of these stations were in urban conglomerations with populations of over 250,000 and were close to road traffic;
- measurements from 5 stations in 2014 indicated values that did not respect at least one of the two thresholds fixed for PM<sub>10</sub>, against 16 stations in 2013;
- for O<sub>3</sub>, on average 26 urban background monitoring stations showed values beyond the threshold for protection of human health over 2012–2014, against 40 for the 2011–2013 period.

Pollution episodes arose each year in France, more or less numerous depending on weather conditions, and at different periods depending on the pollutants involved. 2014 was marked by the absence of NO<sub>2</sub> episodes, which is unusual. For O<sub>3</sub>, two relatively minor events occurred, in June and July respectively. Where PM<sub>10</sub> particulates were concerned, France experienced three pollution episodes one of which, in March, was exceptional in nature; the other two, in May and September, involved contributions of natural origin. As in previous years, no important SO<sub>2</sub> episode was observed, with those increased concentrations that were observed occurring in industrial estates, and not lasting more than a few hours.

Figure 1: overview of results for the different pollutants

	Main primary sources	Evolution of concentrations	Compliance with standards in 2014
SO <sub>2</sub>		➔	✓
NO <sub>2</sub>		➔	✗
O <sub>3</sub>		➔	✗
PM <sub>10</sub>		➔	✗
PM <sub>2.5</sub>		➔	✗
CO		➔	✓
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		➔	✗
As		na	✗
Cd		na	✓
Ni		na	✓
Pb		na	✓
B[a]P		na	✗

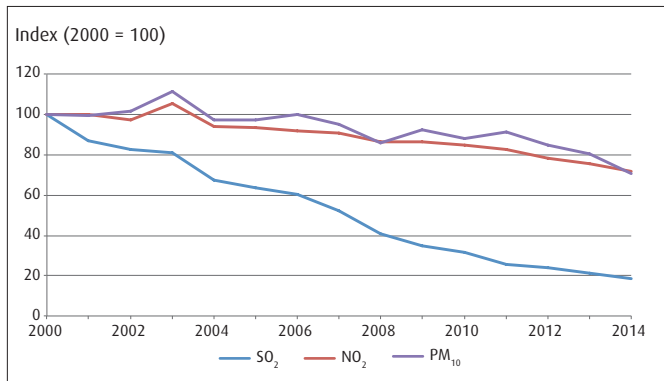
Note: na = not available for evolution of metals and B[a]P; O<sub>3</sub> has no direct sources. Source: SOeS

Over and above the quality of the air in 2014, changes over several years are also visible. For the 2000–2014 period, average annual concentrations of SO<sub>2</sub> dropped markedly (graph 1). Those for NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> also decreased but more moderately. PM<sub>10</sub> concentrations showed inter-annual variations that are partly explained by weather conditions.

Trends also emerge for NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> in terms of their compliance with the regulatory thresholds for protection of human health. In conglomerations with populations of over 250,000 the percentage

of monitoring stations not sustaining compliance with the annual  $\text{NO}_2$  threshold decreased over the 2000–2014 period. Conversely, no trend emerges for areas grouping conglomerations with populations from 50,000 to 250,000. For  $\text{PM}_{10}$ , the percentage of monitoring stations exceeding the daily threshold decreased over 2007–2014 in conglomerations of over 250,000 inhabitants and areas grouping those with populations of 50,000–250,000.

**Graph 1: evolution of  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  and  $\text{PM}_{10}$  concentrations over the 2000–2014 period**



Note: these indicators are based on an evolving sample of monitoring stations: selection of stations operating year  $n$  and year  $n-1$ . This method allows for the development of the monitoring network while retaining a constant field of coverage between two years.  
Field of coverage: metropolitan France excluding Corsica.  
Source: Géod’Air, May 2015. Processed by: SOeS, 2015

These trends mask marked temporal and spatial disparities. Highest average annual concentrations of  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{NO}_2$  are found most frequently close to road traffic, whereas for  $\text{O}_3$  these are found at rural and then urban background monitoring stations, given the mechanisms for the formation of this pollutant. Where  $\text{SO}_2$  is concerned, the highest values were measured by industrial stations.

To protect people’s health and remain in compliance with the European limit values (given in *Annex 2*), the French state has taken action in all sectors of activity, with: a “particules” plan, launched in 2010; the PUCA air quality emergency plan, published in February 2013; and the Prepa national plan for reduction of polluting emissions, which will be reviewed before June 2016. To achieve its aims, the state is combining regulatory, fiscal and incentive measures. At the local level, Prefects are adopting PPA (air protection plans) in conglomerations with populations of over 250,000 and in areas where European limit values are exceeded or risk being exceeded. They also implement emergency measures during pollution episodes.

## Les effets environnementaux et sanitaires de la pollution atmosphérique

Les impacts de la pollution atmosphérique sur des éléments sensibles de l'environnement, tels que les écosystèmes ou les matériaux, sont importants et variés. La pollution acide, qui désigne les retombées au sol de composés acidifiants ou acides sous l'effet des vents et des précipitations, modifie les équilibres chimiques des milieux naturels : cours d'eau, lacs, sols, forêts. Elle est causée par les oxydes de soufre et d'azote ainsi que l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et peut toucher des zones très éloignées des sources d'émission. L'acidification des lacs et des cours d'eau provoque des atteintes, parfois irréversibles, à la faune et la flore aquatiques. L'acidification des sols entraîne leur appauvrissement en minéraux nécessaires à la nutrition des végétaux : calcium, potassium, magnésium. La pollution acide a également un impact sur les matériaux, notamment l'accélération de l'érosion des constructions en pierres calcaires. Par ailleurs, les composés de l'azote dans l'air contribuent à l'eutrophication des écosystèmes. Les dépôts de certains polluants (métaux lourds par exemple) peuvent conduire à une contamination de la chaîne alimentaire. Enfin, l'ozone ( $\text{O}_3$ ) peut provoquer des pertes de rendements pour les cultures ou les forêts.

Les impacts sanitaires liés à la pollution atmosphérique sont également nombreux, comme en témoignent des estimations récentes de mortalité et de morbidité conduites selon des méthodes différentes et dans des objectifs distincts.

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la pollution de l'air représente le principal risque environnemental pour la santé au niveau mondial. L'exposition à la pollution de l'air extérieur conduit chaque année au décès prématuré d'environ 3,7 millions de personnes dans le monde. Dans la zone Europe de l'OMS (53 pays), environ 600 000 décès par an sont liés à la pollution de l'air. Une étude publiée en 2015 par l'OMS et l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) indique que le coût économique de ces 600 000 décès prématurés ainsi que des maladies provoquées par la pollution de l'air extérieur dans la zone Europe de l'OMS atteignait, en 2010, environ 1 400 milliards d'euros (Md€). La santé cardio-vasculaire et respiratoire de la population, à court et long termes, est inversement proportionnelle au niveau d'exposition à la pollution atmosphérique. En diminuant les niveaux de pollution atmosphérique, les pays peuvent réduire la charge de morbidité et de mortalité imputable, entre autres, aux accidents vasculaires cérébraux, aux cardiopathies, aux cancers du poumon et aux affections respiratoires, chroniques ou aiguës, y compris l'asthme.

En 2013, le Centre international de recherche sur le cancer (Circ, instance de l'OMS) classe la pollution de l'air extérieur dans son ensemble comme cancérigène pour l'homme (groupe 1) ainsi que les particules de l'air extérieur dans leur ensemble. En effet, les données scientifiques indiquent que l'exposition à la pollution atmosphérique favorise l'apparition du cancer du poumon. Le Circ note également une association positive avec un risque accru de cancer de la vessie. Par ailleurs, en 2012, il classe les émissions (ou effluents) d'échappement des moteurs diesel comme cancérigènes pour l'homme (groupe 1) et les émissions des moteurs essence comme pouvant être cancérigènes pour l'homme (groupe 2B).

D'après l'avis de l'Anses du 23 mars 2009 relatif aux particules dans l'air ambiant, l'impact sanitaire prépondérant à l'échelle nationale est dû aux expositions répétées à des niveaux modérés de particules dans l'air. Il existe un effet sans seuil, c'est-à-dire qu'on ne peut observer un seuil de concentration en particules en deçà duquel aucun effet sanitaire ne serait constaté. Une amélioration de la santé des populations ne peut donc être obtenue qu'à condition de parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air.

Les programmes de surveillance sanitaire et les études épidémiologiques menées au cours des dernières années ont montré la contribution de la pollution de l'air à l'apparition ou à l'aggravation d'effets sanitaires, et cela même à des concentrations égales ou inférieures aux valeurs limites actuellement établies par l'Union européenne :

- à court terme : hospitalisations pour causes cardio-vasculaires et respiratoires, et décès prématurés, notamment de cause cardio-vasculaire ;
- à long terme : les études tendent à montrer des augmentations du risque de développer un cancer du poumon ou une maladie cardio-pulmonaire (infarctus du myocarde, broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), asthme, etc.) à la suite d'une exposition à long terme à la pollution atmosphérique. Ces effets sont *a priori* plus importants que ceux à court terme.

L'impact en termes de santé publique est donc nettement identifiable : décès prématurés, qualité et espérance de vie nettement réduites.

Selon l'étude de l'OMS, *Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution* (Revihaap), il existe un lien de causalité renforcé entre l'exposition aux  $\text{PM}_{2,5}$  et la mortalité cardio-vasculaire et respiratoire. Cette revue de littérature met en évidence des associations entre l'exposition à long terme aux  $\text{PM}_{2,5}$  et le développement de l'athérosclérose, la survenue d'issues indésirables de grossesse (faibles poids de naissance, naissances prématurées) et l'occurrence des maladies respiratoires chez l'enfant (infections respiratoires et asthme). Elle rapporte également des études indiquant un lien avec une atteinte des fonctions cognitives et le développement du diabète. De plus, elle confirme l'absence de seuil en deçà duquel les particules n'auraient pas d'effet.

Le projet européen, *Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe* (Aphekom), coordonné par l'Institut de veille sanitaire (InVS), a notamment montré que le dépassement de la valeur de l'OMS pour les particules fines ( $\text{PM}_{2,5}$ ) se traduit chaque année dans 25 grandes villes européennes (totalisant 39 millions d'habitants) par :

- 19 000 décès prématurés, dont 15 000 décès pour causes cardio-vasculaires ;
- 31,5 milliards d'euros en dépenses et coûts de santé.

Dans les villes les plus polluées d'Europe, c'est près de deux ans d'espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans et plus qui pourraient être gagnés, si la pollution pouvait être ramenée aux concentrations préconisées par l'OMS. La perte d'espérance de vie a été estimée à 5,8 mois à Paris, 7,5 mois à Marseille, 5 mois à

Bordeaux. Dans les 9 grandes villes françaises suivies dans le cadre de ce projet, si les concentrations moyennes en particules fines  $PM_{2,5}$  respectaient la valeur guide de l'OMS, de l'ordre de 2 900 décès prématurés pourraient être évités chaque année, ce qui représente une réduction globale des coûts de santé d'environ 5 Md€ par an. Cette étude a également montré qu'habiter à proximité du trafic routier est un facteur majorant le développement de pathologies chroniques. Dans dix villes européennes, le fait d'habiter à proximité du trafic routier pourrait être responsable d'environ 15 % à 30 % de nouveaux cas d'asthme chez l'enfant. Diminuer davantage les niveaux de particules fines dans l'air des villes européennes entraînerait un bénéfice non négligeable en termes d'augmentation de l'espérance de vie et de réduction des coûts pour la santé.

À l'échelle du territoire français pris dans son ensemble, les coûts globaux de santé de la pollution atmosphérique sont estimés à 20-30 Md€ par an.

Plusieurs études épidémiologiques ont analysé les bénéfices en termes d'impacts sanitaires pouvant être observés lorsque les niveaux de pollution diminuent. Ces études, dites d'intervention, ont confirmé que des bénéfices sanitaires étaient bien observés dans la réalité quand la qualité de l'air s'améliore.



# Le dispositif français de surveillance de la qualité de l'air

## Les acteurs du dispositif

### • Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (Medde)

Le Medde élabore les politiques nationales de surveillance de la qualité de l'air et de réduction des émissions polluantes.

Conformément à l'article L221-1 du Code de l'environnement, l'État assure, avec le concours des collectivités territoriales, la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement. L'article L221-3 de ce code précise que, dans chaque région, l'État confie la mise en œuvre de cette surveillance à un organisme agréé. Il s'agit des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa).

### • Le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA)

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2011, la coordination technique du dispositif de surveillance de la qualité de l'air est confiée au LCSQA. Ce dernier est un groupement d'intérêt scientifique, constitué de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), du Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) et de Mines Douai. Financé très majoritairement par l'État, 5,4 millions d'euros (M€) en 2014, il regroupe près d'une cinquantaine d'experts de différents domaines. Il apporte un appui stratégique, technique et scientifique au dispositif par les activités suivantes :

- animation et pilotage du dispositif national de surveillance ;
- mise en place d'actions techniques dans les divers domaines de la surveillance (instrumentation, mesure, modélisation, prévision, émissions, cartographie) ;
- bancarisation, dissémination et valorisation des données ;
- appui au rapportage européen des données ;
- appui au financement des Aasqa ;
- développement d'études et de connaissances.

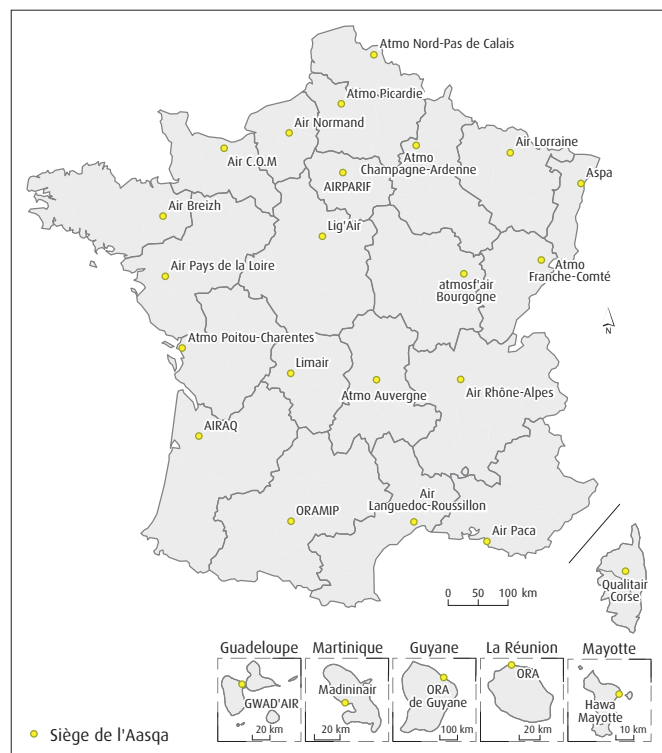
Le LCSQA est le référent technique au niveau national. Il est garant de la qualité et de la cohérence des données de surveillance produites sur le territoire. Il élabore des guides ou avis techniques, réalise des audits techniques des Aasqa et conduit des exercices d'intercomparaison de mesures et de modèles de dispersion avec celles-ci.

### • Les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa)

Les Aasqa, toutes régionalisées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012 (*carte 1*), sont des associations multipartites régies par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901 (ou équivalent) relative au contrat d'association. Elles emploient plus de 550 experts de différents domaines. Leur gouvernance est quadripartite : représentants des services de l'État, représentants de collectivités territoriales, gestionnaires d'installations émettrices de polluants, représentants d'associations de protection de l'environnement et des consommateurs et personnalités qualifiées. Les Aasqa sont financées principalement par l'État (17,12 M€ en 2014)

et des collectivités territoriales, ainsi que par des entreprises qui émettent des substances surveillées. Ce système de gouvernance et de financement assure l'indépendance et la transparence de leur action et de l'information qu'elles fournissent.

**Carte 1 : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa)**



Source : Medde ; LCSQA. Traitement : SOeS, 2015

Les dispositions légales confient aux Aasqa la surveillance de la qualité de l'air sur leur territoire d'agrément par la mise en œuvre de moyens :

- d'observation : dispositifs fixes ou mobiles de mesure de la qualité de l'air ;
- de modélisation : modèles régionaux, urbains, etc. ;
- de prévision : plateformes de modélisation à différentes échelles territoriales ;
- de descriptions permettant l'identification d'enjeux : inventaires et cadastres des émissions à l'échelle infrarégionale.

Les Aasqa évaluent l'exposition des populations et des écosystèmes à la pollution atmosphérique. Elles valorisent et diffusent les résultats consolidés afin d'informer et de sensibiliser les autorités et le public. Elles développent, en partenariat avec les acteurs locaux, l'expertise nécessaire à l'évaluation de certains aspects des politiques locales et régionales de gestion de l'air. Enfin, elles participent à l'amélioration des connaissances.

### • La fédération Atmo France

La fédération Atmo France représente et promeut les Aasqa qui en sont membres, afin de conforter leur place, leur rôle et leur pérennité. Atmo France anime le réseau des Aasqa, identifie des

grands enjeux de qualité de l'air et prend part aux débats. Elle contribue à la diffusion de l'information et conduit des actions de sensibilisation auprès des différents acteurs nationaux.

### • Le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa)

Le ministère du Développement durable a mis en place un système national d'inventaires des émissions de polluants atmosphériques. Ce système vise à estimer les émissions des principaux polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre des différents secteurs d'activité. Dans ce cadre, plusieurs inventaires sont produits et permettent de répondre aux obligations des conventions internationales et des décisions européennes. La réalisation technique des inventaires est déléguée au Citepa. L'organisation et les méthodes d'établissement des inventaires nationaux des émissions atmosphériques, qui sont élaborées et contrôlées au niveau international, sont décrites dans le rapport méthodologique Ominea (Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France).

## Les polluants surveillés

La surveillance de la qualité de l'air ambiant est obligatoire dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants et porte en priorité sur les polluants réglementés par le Code de l'environnement et les directives européennes 2004/107/CE et 2008/50/CE :

- dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ;
- oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), dont dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ;
- ozone (O<sub>3</sub>) ;
- particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) ;
- monoxyde de carbone (CO) ;
- benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) ;
- plomb (Pb), arsenic (As), cadmium (Cd), nickel (Ni), mercure (Hg) ;
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), principalement le benzo[a]pyrène (B[a]P).

En outre, des études spécifiques sont menées par certaines Aasqa pour évaluer la pollution de l'air due, le cas échéant, à d'autres composés tels que les pesticides.

Pour les polluants réglementés, les directives européennes fixent des seuils d'évaluation destinés à graduer les moyens de surveillance à déployer en fonction des concentrations des polluants dans l'air et des éléments démographiques. Les équipements et les sites de mesure des Aasqa reposent sur des préconisations techniques communes définies par le LCSQA, en vue de répondre de manière harmonisée aux obligations nationales ou européennes, et en cohérence, lorsque cela est possible, aux demandes locales.

## Les outils de surveillance

### • Les mesures réalisées sur le terrain

La surveillance de la qualité de l'air fait appel à différents moyens, avec en premier lieu la mise en œuvre de stations fixes de surveillance dotées d'un ou plusieurs instruments de mesure automatiques. Le parc analytique des Aasqa comprend en 2014

environ 1 600 analyseurs déclarés en sites fixes, répartis sur près de 650 stations de mesure. Il comporte également des préleveurs pour le suivi de polluants, comme les métaux, les HAP et les composés organiques volatils (COV), dont la mesure peut nécessiter des prélèvements suivis d'analyses en laboratoire. Toutes les grandes villes sont dotées de systèmes de surveillance et un indice de qualité de l'air est calculé chaque jour dans plus d'une centaine d'agglomérations. Sur les zones dont le niveau de pollution ne justifie pas la présence de stations fixes, ou pour procéder à des études, la surveillance peut être menée au moyen de campagnes de mesure faisant appel à des camions laboratoires ou d'autres moyens d'investigation.

### La typologie des stations de mesure

Il existe différents types de stations de mesure de la qualité de l'air :

- stations de fond rural : stations de surveillance de l'exposition de la végétation, des écosystèmes naturels et de la population à la pollution atmosphérique de « fond », notamment photochimique, dans les zones rurales ;
- stations de fond urbain : stations de suivi du niveau d'exposition de la majorité de la population aux phénomènes de pollution dits de « fond » dans les centres urbains et à leurs périphéries ;
- stations trafic : stations de mesure implantées dans des zones représentatives des niveaux de concentrations les plus élevés auxquels la population située à proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée ;
- stations industrielles : stations de mesure des concentrations dans des zones représentatives des niveaux les plus élevés auxquels la population riveraine d'une source fixe est susceptible d'être exposée, par des phénomènes de panache ou d'accumulation.

En 2014, le dispositif français de surveillance réglementaire dispose d'un parc analytique important (*annexe 3*) :

- 186 stations de mesure de SO<sub>2</sub> ;
- 456 stations de mesure de NO<sub>2</sub> ;
- 387 stations de mesure des PM<sub>10</sub> ;
- 154 stations de mesure des PM<sub>2,5</sub> ;
- 365 stations de mesure de l'O<sub>3</sub> ;
- 46 stations de mesure du CO ;
- 16 stations de mesure du C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

Par ailleurs, Mines Douai assure la coordination du dispositif de mesure et d'évaluation en zone rurale de la pollution atmosphérique à longue distance (Mera). Ce dernier constitue la contribution française au dispositif européen de suivi des pollutions atmosphériques longues distances et transfrontières (European Monitoring and Evaluation Programme (Emep)). Ce dispositif, prévu par la convention de Genève sur la pollution transfrontalière à longue distance, répond également aux objectifs de la directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant.

Ainsi, le suivi des concentrations et des dépôts des polluants atmosphériques ciblés est mis en œuvre dans des zones géographiques isolées de toute influence locale (urbaine, routière, industrielle et agricole), ceci afin d'identifier et de caractériser au mieux la part de la pollution à longue distance. Le programme de mesure

concerne les retombées humides (composés inorganiques, métaux lourds), les composés gazeux ( $O_3$ ,  $NO_2$ , COV, carbonyles,  $NH_3$ , etc.) et les composés particulaires (métaux lourds,  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , etc.), ainsi que les paramètres météorologiques. En 2014, ce dispositif compte 13 sites gérés par les Aasqa et basés dans les régions suivantes : Alsace, Auvergne, Basse-Normandie, Bourgogne, Bretagne, Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Île-de-France, Limousin, Midi-Pyrénées, Pays de la Loire, Provence – Alpes – Côte d'Azur (Paca).

En complément de ces différents réseaux de mesures, le LCSQA gère avec l'appui des Aasqa le dispositif national de caractérisation des particules (Cara). Ce dernier a été mis en place afin de comprendre le plus rapidement possible l'origine des épisodes de pollution aux particules qui surviennent chaque année en France. Il vise également à documenter l'origine des  $PM_{10}$  et des  $PM_{2,5}$  en situation de fond urbain, ainsi qu'à améliorer la modélisation. Une quinzaine de sites, répartis sur l'ensemble du territoire national, sont ainsi disponibles en France pour réaliser des prélèvements sur filtres et des analyses chimiques des particules en situation d'épisodes, et héberger des analyseurs automatiques de la composition chimique des particules. Ce dispositif opérationnel est précurseur en Europe et permet de disposer d'informations précieuses pour une meilleure compréhension des facteurs déterminants dans le développement des épisodes.

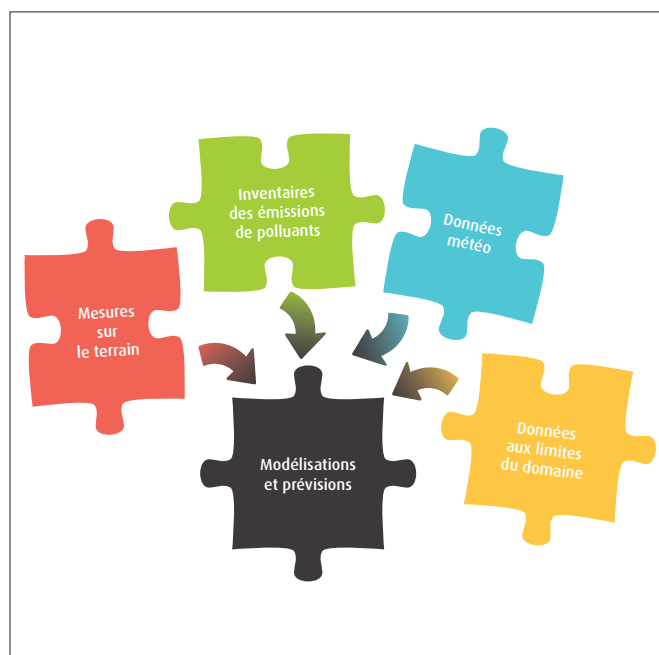
### • Les outils numériques

En complément des mesures de terrain, la surveillance fait de plus en plus appel à des outils numériques pour modéliser la distribution spatiale de la pollution et prévoir la qualité de l'air sur les jours à venir (figure 2). Ainsi, le système national de prévision et de cartographie de la qualité de l'air PREV'AIR fonctionne de manière opérationnelle depuis 2004. Il est basé sur les modèles déterministes de chimie-transport CHIMERE et Mocage développés respectivement par l'Ineris et le CNRS (Institut Pierre Simon Laplace) et par Météo-France (Centre national de recherches météorologiques). PREV'AIR fournit quotidiennement des prévisions de la qualité de l'air à l'échelle nationale et européenne. Il repose sur l'usage combiné de simulations numériques et d'observations. Au niveau national, il intègre donc les données d'observation des Aasqa. Les prévisions et cartographies issues de PREV'AIR sont disponibles pour tous sur le site [www.prevaair.org](http://www.prevaair.org).

Afin de caractériser l'exposition des populations à une échelle plus fine, les Aasqa mettent en œuvre des modèles de prévision régionaux qui s'appuient sur les données aux limites issues de PREV'AIR, et sont alimentés par les inventaires territoriaux réalisés par les Aasqa. Elles mettent aussi en œuvre des modèles adaptés au milieu urbain notamment pour caractériser la pollution à proximité des voies de circulation. Ces derniers peuvent aussi être utilisés dans le cadre de la planification réglementaire (PPA, plan de déplacement urbain (PDU), schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE), etc.).

Par ailleurs, le consortium PREV'AIR participe au programme européen Copernicus. Ce dernier vise à construire des services délivrant des produits élaborés de surveillance des milieux au bénéfice des politiques environnementales et des citoyens, s'appuyant sur les avancées consolidées de la recherche. Il inclut six missions satellitaires

Figure 2 : la surveillance de la qualité de l'air par modélisation



Source : SOeS

(les Sentinelles) qui permettront d'observer les territoires, l'océan, l'atmosphère et le changement climatique, mais également de répondre à des situations d'urgence ou des besoins de sécurité.

## L'accès aux données de qualité de l'air

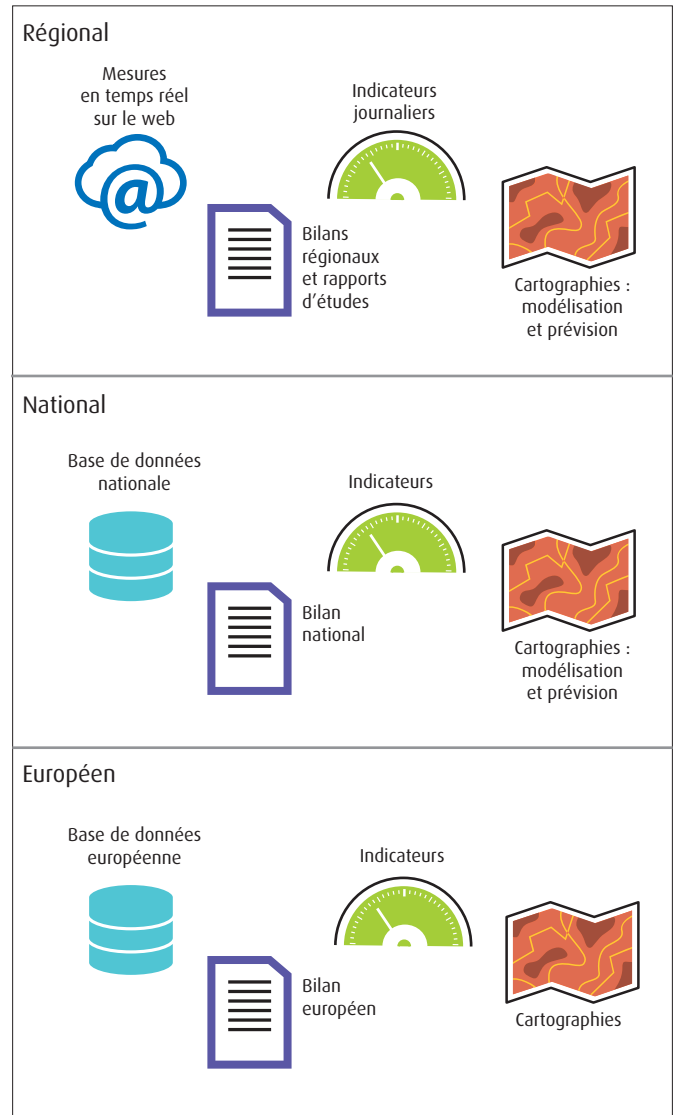
Les Aasqa assurent une large diffusion des résultats de surveillance, *via* notamment leurs sites internet (<http://www.atmo-france.org/fr/index.php?/200804119/carte-des-aasqa/id-menu-222.html>) qui délivrent des informations détaillées sur la pollution atmosphérique, les normes en vigueur, les données mesurées et les tendances associées. Les Aasqa diffusent également des bilans locaux détaillés, des cartographies de pollution et les chiffres clés régionaux. Elles transmettent l'information en cas d'épisode de pollution, sous forme de communiqués, newsletters entre autres.

Par ailleurs, le Medde met à disposition sur son site internet (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Air-et-pollution-atmospherique,495-.html>) des informations générales sur la qualité de l'air et la réglementation applicable. Il publie chaque année sur ce même site le bilan de la qualité de l'air en France. De plus, le service de l'observation et des statistiques (SOeS) du Medde diffuse des informations générales et des statistiques sur la qualité de l'air (<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/s/pollution-lair.html>).

La nouvelle base nationale de données de qualité de l'air, Géod'Air, développée par le LCSQA sera opérationnelle en 2015. Elle a pour objet de collecter et d'archiver l'ensemble des données acquises par les Aasqa. Elle donnera un accès au plan national aux données d'observation de la qualité de l'air, à des données statistiques et des indicateurs de qualité notamment sur l'ensemble des polluants réglementés dans l'air ambiant.

Au niveau européen, les données de qualité de l'air sont collectées par l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) et regroupées dans la base de données Airbase (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting>).

Figure 3 : l'information sur la qualité de l'air



Source : SOeS

## Des mesures pour lutter contre la pollution de l'air

La réduction de la pollution atmosphérique est un enjeu majeur sur le plan sanitaire et économique. Elle est également indispensable pour contribuer à la lutte contre les inégalités environnementales et sociales.

Dans ce contexte, le droit européen fixe pour tous les États membres des obligations en matière de réduction des émissions et de respect de concentrations maximales dans l'atmosphère pour les principaux polluants.

Actuellement, la France ne respecte pas l'ensemble de ces obligations dans plusieurs grandes agglomérations. C'est pourquoi elle est visée par deux procédures contentieuses pour dépassement des valeurs limites européennes pour les PM<sub>10</sub> et le NO<sub>2</sub>.

### Article L. 220-1 du Code de l'environnement

L'État et ses établissements publics, les collectivités territoriales et leurs établissements publics ainsi que les personnes privées concourent, chacun dans le domaine de sa compétence et dans les limites de sa responsabilité, à une politique dont l'objectif est la mise en œuvre du droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé.

Cette action d'intérêt général consiste à prévenir, à surveiller, à réduire ou à supprimer les pollutions atmosphériques, à préserver la qualité de l'air et, à ces fins, à économiser et à utiliser rationnellement l'énergie. La protection de l'atmosphère intègre la prévention de la pollution de l'air et la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre.

Depuis de nombreuses années, des textes réglementent les sources de pollution dans différents secteurs en combinant les différents outils des politiques publiques.

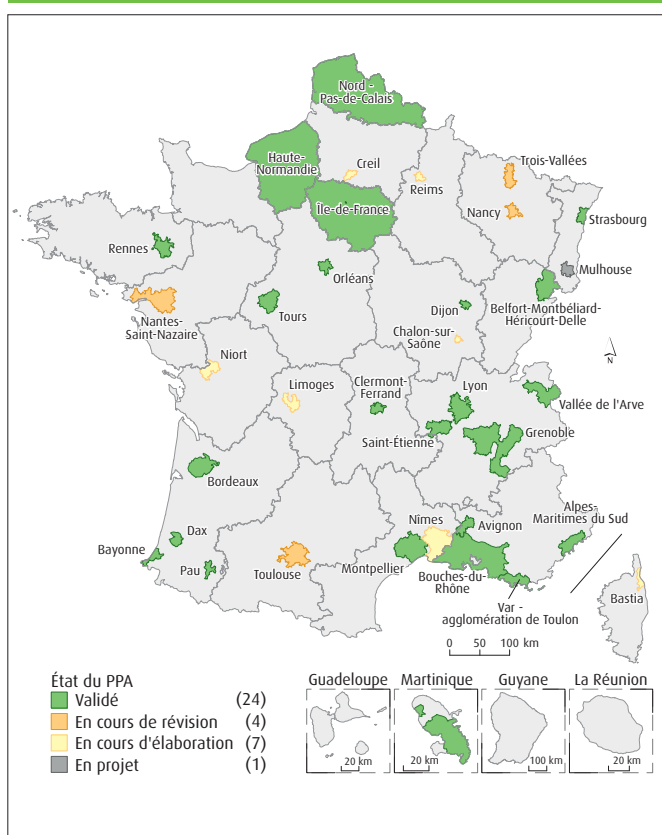
Plus récemment, l'État a renforcé l'action dans tous les secteurs d'activité (transports, industrie, agriculture, résidentiel) en agissant :

- Au niveau national avec des plans d'action tels que : le plan « particules » lancé en 2010 ou le plan d'urgence pour la qualité de l'air (Puqa) publié en février 2013. Dans cette optique, l'État combine des mesures réglementaires, fiscales et incitatives, telles que le renforcement des prescriptions techniques pour les installations de combustion, l'augmentation des taux et ajout de cinq substances à l'assiette de la taxe générale sur les activités polluantes, la révision du barème de la taxe sur les véhicules de société, la modification des compétences de certaines collectivités locales afin qu'elles puissent agir plus efficacement sur la qualité de l'air dans le cadre des lois de décentralisation.
- Au niveau régional : les SRCAE, élaborés conjointement par le préfet de région et le président du conseil régional, servent de cadre intégré climat-air-énergie à l'ensemble des actions entreprises par les collectivités territoriales en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de développement des sources locales et renouvelables d'énergie et d'amélioration de la qualité de l'air en agissant potentiellement sur les politiques locales

d'aménagement du territoire : urbanisme et politique de déplacements. À ce jour, tous les SRCAE sont adoptés.

- Au niveau local : dans toutes les zones en dépassement, et les agglomérations de plus de 250 000 habitants, les plans de protection de l'atmosphère (PPA) sont publiés par les préfets après concertation avec les collectivités locales et les parties prenantes. La première vague de PPA a été publiée en 2005. Une deuxième est en cours. Fin juin 2015, 24 PPA sont validés, 4 sont en cours de révision, 7 sont en cours d'élaboration et un est en projet (carte 2). L'échéance de ces PPA est comprise, selon les cas, entre 2015 et 2020. Au total, 47 % des Français sont couverts par un PPA.

Carte 2 : état d'avancement des PPA



Note : état au 29 juin 2015.  
Source : Medde, 2015. Traitements : SOeS, 2015

Il est prévu de renforcer ces mesures dans le cadre notamment du plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa) qui sera publié d'ici juin 2016.

Par ailleurs, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) apporte un appui scientifique, technique et financier, en finançant des études et quelques opérations pilotes. Elle a ainsi mis en place le fond air-bois dans le cadre du PPA de la vallée de l'Arve. Cette action consiste à apporter une aide financière aux particuliers pour moderniser le parc d'appareils domestiques de chauffage au bois. Depuis 2012, plus de 1 000 particuliers ont pu en bénéficier.

Concernant la gestion des pics de pollution, des seuils d'information et d'alerte sont définis afin de déclencher la diffusion de recommandations sanitaires, voire la mise en œuvre de mesures réglementaires

temporaires visant à réduire les émissions ou l'exposition des populations en cas de pics de pollution. Le dispositif de gestion des pics de pollution est mis en œuvre localement par les préfets. Ce dispositif a été renforcé en 2010 avec l'abaissement, par décret du 21 octobre 2010, des seuils d'information et recommandation pour les particules PM10 (passage pour le seuil d'alerte de 125 µg.m<sup>-3</sup> à 80 µg.m<sup>-3</sup> et le seuil d'information/recommandation passant de 80 à 50 µg.m<sup>-3</sup>). Par ailleurs, l'arrêté du 26 mars 2014 relatif au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant permet d'harmoniser les conditions de gestion, de déclenchement des mesures préfectorales. Il liste des mesures d'urgence dans tous les secteurs d'activité tout en laissant le soin aux préfets de les adapter en fonction du contexte local et du type d'épisode de pollution. Les mesures de restriction visent en priorité, selon le type de pollution, la circulation des véhicules, l'utilisation d'appareils de chauffage au bois, le brûlage des déchets verts, les activités industrielles génératrices de pollutions et les épandages agricoles.

Par ailleurs, une prime à la conversion des vieux véhicules diesel pouvant aller jusqu'à 10 000 € pour l'achat d'un véhicule électrique a été mise en place par le décret n° 2015-361 du 30 mars 2015.

Enfin, la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour une croissance verte prévoit des dispositions favorisant les mobilités moins polluantes telles que :

- la fixation d'objectifs de renouvellement des flottes de l'État, des collectivités et certains acteurs économiques par des véhicules à faibles émissions ;
- le développement des plans de mobilité d'entreprise pour favoriser le covoiturage entre salariés et économiser du carburant ;
- la possibilité pour les collectivités de mettre en place des zones à circulation restreinte réservées aux véhicules identifiés comme les moins polluants ;
- l'incitation à réaliser les trajets domicile-travail à vélo et une aide fiscale pour les entreprises.

## Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Les émissions de NO<sub>x</sub>, principalement issues du secteur des transports routiers, ont baissé de 39 % depuis 2000. Sur la même période, les concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'air ont également diminué. Les seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine ne sont pas respectés en 2014 sur 8,8 % des stations de mesure, principalement situées à proximité du trafic routier. Néanmoins, ce pourcentage a baissé depuis 2000 dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants. En 2014, aucun épisode de pollution au NO<sub>2</sub> n'est observé.

### Les effets sanitaires et environnementaux des NO<sub>x</sub>

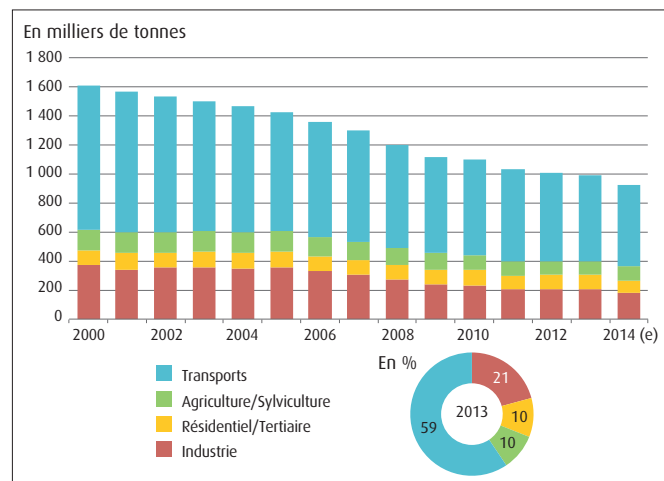
Les NO<sub>x</sub> regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le NO<sub>2</sub>. Ils participent à la formation de l'O<sub>3</sub> sous l'effet du rayonnement solaire et contribuent à la formation de particules secondaires par réactions chimiques avec d'autres polluants dans l'air. Ils concourent également au phénomène des pluies acides ainsi qu'à l'eutrophisation des eaux.

Parmi les NO<sub>x</sub>, le NO<sub>2</sub> est la substance la plus nocive pour la santé humaine et ses niveaux sont réglementés dans l'air ambiant. Le NO<sub>2</sub> est une substance fortement irritante des voies respiratoires dont les cibles prédominantes sont les tissus trachéobronchiques et pulmonaires. Les personnes atteintes de maladies respiratoires, les enfants et les adultes de plus de 65 ans semblent être plus sensibles aux effets du NO<sub>2</sub>. Ils réagissent à de plus faibles concentrations que le reste de la population ou manifestent des effets sanitaires plus sévères pour un niveau d'exposition semblable.

### L'évolution des émissions de NO<sub>x</sub>

Les NO<sub>x</sub> sont essentiellement émis par des processus de combustion de combustibles fossiles. En 2013, les sources principales sont le transport routier (54 %) puis l'industrie (21 %), intégrant la transformation d'énergie (*graphique 2*). Les émissions de NO<sub>x</sub> ont diminué de 48 % sur la période 1990-2013 et de 39 %

Graphique 2 : évolution des émissions françaises de NO<sub>x</sub>



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

sur la période 2000-2013, notamment grâce aux transports et à l'industrie. Les progrès enregistrés pour le secteur des transports routiers s'expliquent par l'équipement progressif des véhicules particuliers en pots catalytiques depuis 1993, par l'application de valeurs limites d'émission de plus en plus contraignantes (normes Euro) et par le renouvellement du parc de véhicules. Ces progrès ont été freinés par la diésélisation du parc ainsi que par la croissance du parc et de la circulation.

Le NO<sub>2</sub> est un polluant principalement rencontré en milieu urbain et constitue souvent un bon traceur des émissions du trafic routier.

Les niveaux de NO<sub>x</sub> dépendent également de l'activité chimique dans l'atmosphère et des conditions météorologiques.

#### Les émissions de NO<sub>x</sub> au niveau européen

À l'échelle européenne, les émissions de NO<sub>x</sub> sont réglementées par la directive 2001/81/CE (National Emission Ceilings - dite NEC), qui fixe des plafonds d'émission à respecter pour 2010 pour chaque État membre.

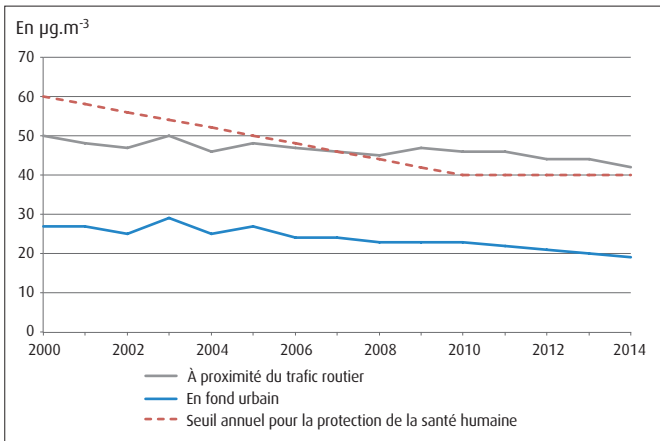
Selon les données provisoires 2013, six États membres ne respectent toujours pas leur plafond d'émission en NO<sub>x</sub>. Les pays concernés sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la France, l'Irlande et le Luxembourg. En valeur absolue, l'Allemagne et la France sont les deux pays qui dépassent le plus leurs plafonds d'émissions respectivement de 218 et 180 kilotonnes. En pourcentage, les deux pays les plus éloignés de la cible sont le Luxembourg (41 %) et l'Autriche (32 %).

### L'évolution des concentrations de NO<sub>2</sub>

La moyenne annuelle des concentrations en NO<sub>2</sub> a diminué de façon progressive depuis 2000 tous types de stations confondus (fond urbain, fond rural, à proximité d'industries et à proximité du trafic routier), avec une année atypique en 2003 (*graphique 3*). Sur la même période, les concentrations de NO ont baissé nettement sur tous les types de sites.

En 2014, la moyenne annuelle en fond urbain est de l'ordre de 19 µg.m<sup>-3</sup> contre 20 µg.m<sup>-3</sup> l'année précédente. Sur les stations localisées à proximité du trafic routier, et plus directement affectées par les émissions automobiles, la moyenne annuelle des concentrations observées est de 42 µg.m<sup>-3</sup> en 2014 contre 44 µg.m<sup>-3</sup> en 2013.

**Graphique 3 : évolution des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> de 2000 à 2014**



Champ : France métropolitaine et DOM.  
Source : Géod'Air, mai 2015

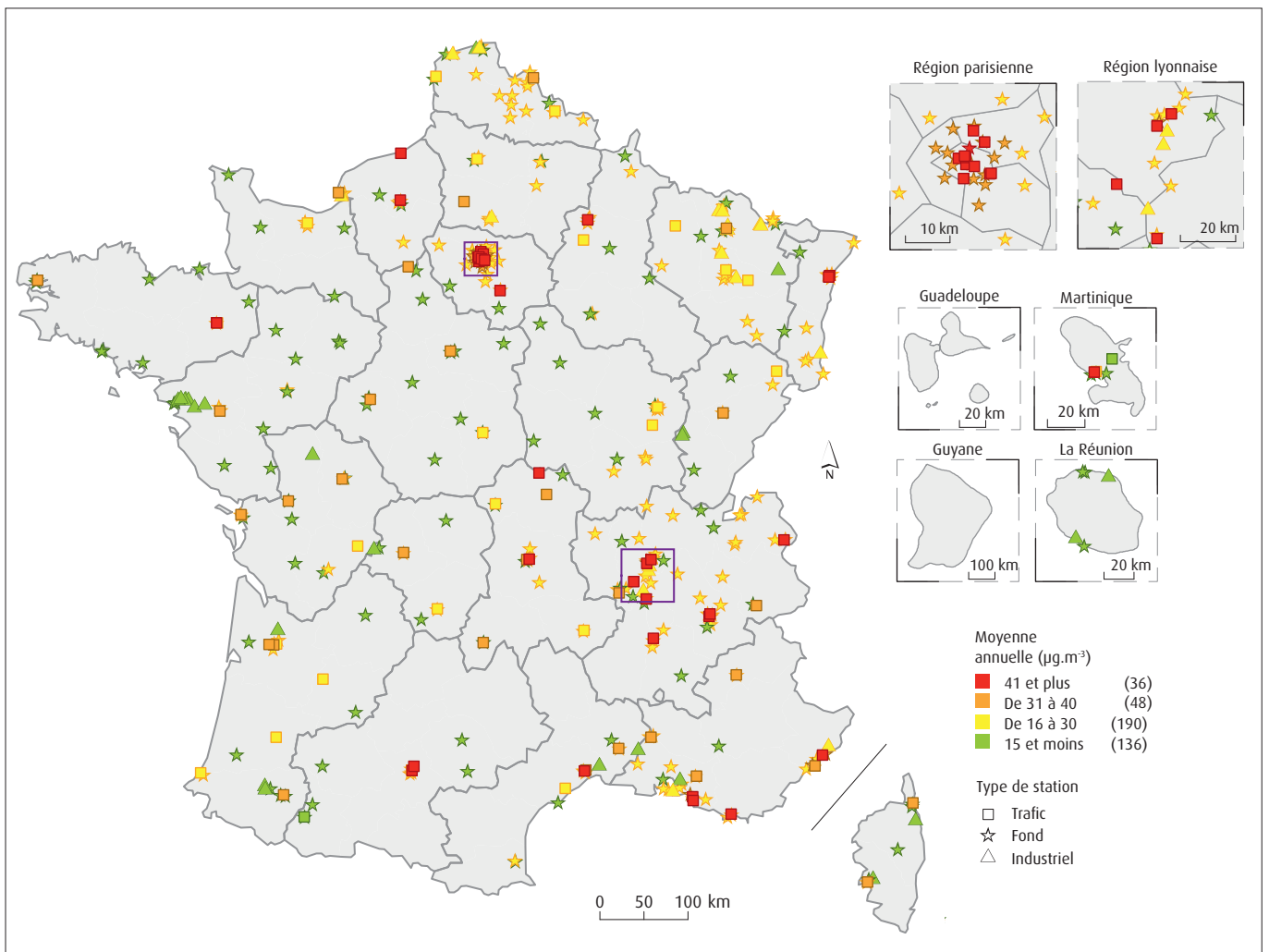
## La situation des sites de mesure en 2014 par rapport aux seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine et de la végétation et l'évolution de la situation dans les agglomérations

En 2014, le seuil annuel pour la protection de la santé humaine n'est pas respecté sur 36 stations de mesure soit 8,8 %, principalement situées à proximité du trafic routier et dans des grandes agglomérations (carte 3). Les agglomérations concernées sont : Paris, Lyon, Marseille – Aix-en-Provence, Strasbourg, Toulouse, Grenoble, Nice, Montpellier, Rouen, Clermont-Ferrand, Saint-Etienne, Toulon et Rennes.

Le seuil horaire pour la protection de la santé humaine fixé à 200 µg.m<sup>-3</sup> et à ne pas dépasser plus de 18 heures par an, n'est pas respecté sur un site localisé à proximité du trafic routier dans l'agglomération de Lyon (le long de l'A7).

En ce qui concerne les concentrations de NO<sub>x</sub>, aucun dépassement du seuil pour la protection de la végétation, fixé à 30 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, n'est observé en site de fond rural.

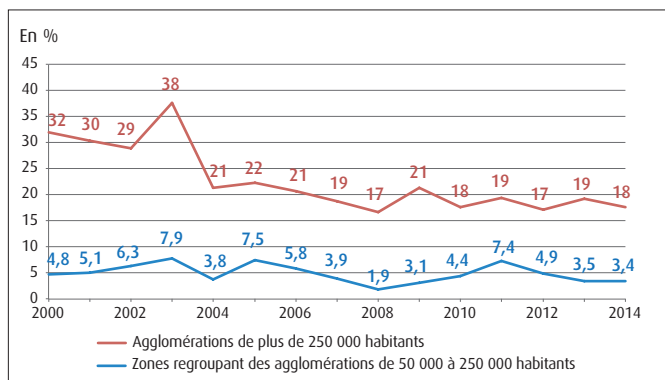
**Carte 3 : concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> en 2014**



Note : seuil annuel pour la protection de la santé humaine : 40 µg.m<sup>-3</sup>.  
Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015



**Graphique 4 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil annuel en NO<sub>2</sub> pour la protection de la santé humaine**



Note : pour chaque année les dépassements sont calculés par rapport au seuil de 40 µg.m<sup>-3</sup>, en vigueur depuis 2010.  
 Champ : France métropolitaine et DOM.  
 Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOes, 2015

Dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants, le pourcentage de stations de mesure ne respectant pas le seuil annuel en NO<sub>2</sub> a baissé sur la période 2000-2014. Dans les zones regroupant des agglomérations de 50 000 à 250 000 habitants, aucune tendance ne se dégage. En 2014, ces pourcentages sont respectivement de 18 et 3,4 % (graphique 4).

## Les variations saisonnières des concentrations en NO<sub>2</sub>

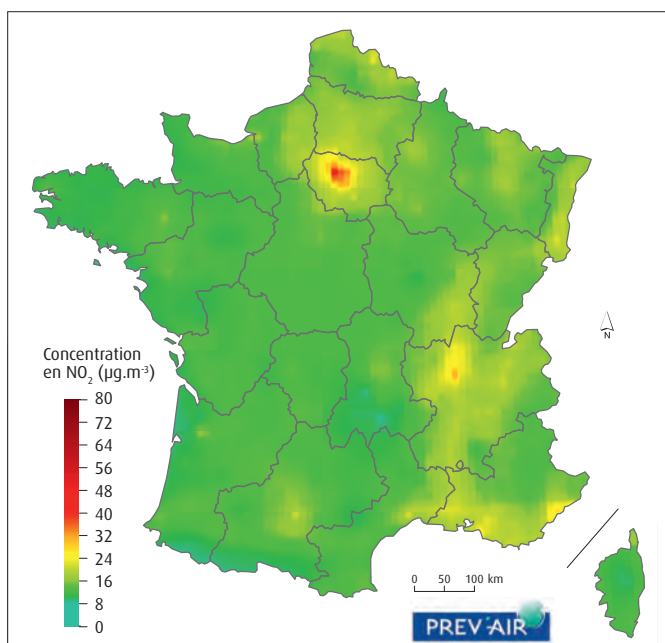
Les cartes ci-dessous montrent la répartition spatiale en situation de fond des concentrations moyennes annuelles et saisonnières 2014 en NO<sub>2</sub> en France métropolitaine. Elles résultent de la combinaison

de résultats de simulation de modèle de qualité de l'air et d'observations des Aasqa issues de la base de données nationale Géod'Air. Ces cartes ne sont pas suffisamment précises pour faire apparaître des dépassements locaux du seuil annuel pour la protection de la santé humaine. Des cartes à l'échelle urbaine représentant les situations d'exposition au trafic sont réalisées par les Aasqa dans les grandes agglomérations, telles que Lyon (carte 5). Elles prennent mieux en compte les variabilités locales du NO<sub>2</sub>.

Le NO<sub>2</sub> étant émis principalement par le trafic routier et les activités industrielles, les concentrations les plus fortes sont localisées sur les zones urbanisées et les grands axes routiers. Ainsi, la qualité de l'air est significativement dégradée dans les principales agglomérations du territoire. Dans le nord-est de la région Rhône-Alpes, les teneurs moyennes de fond en NO<sub>2</sub> sont relativement élevées en raison du relief spécifique de cette région conjugué au trafic important. Les émissions des complexes industriels importants dans certaines régions comme la Haute-Normandie, le Nord et Paca (carte 4) s'ajoutent aux émissions du trafic local.

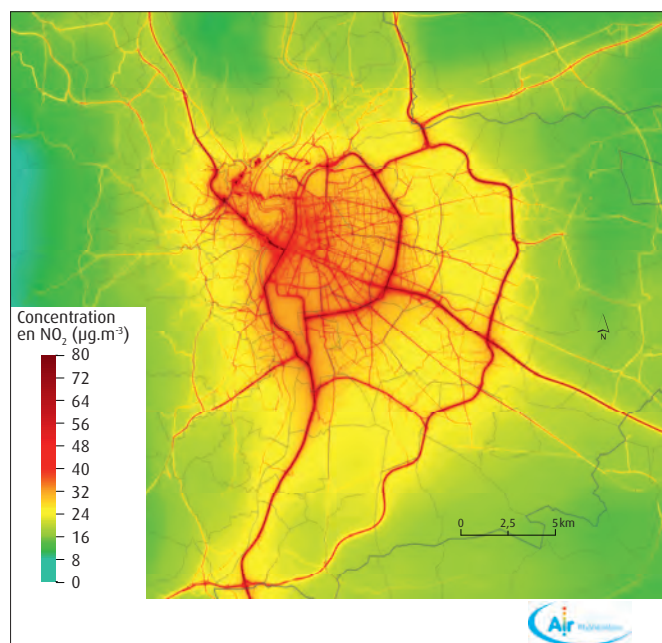
Les températures froides et les faibles épaisseurs hivernales de la couche limite atmosphérique (couche de l'atmosphère en contact direct avec la surface terrestre et dont l'épaisseur varie entre une centaine de mètres et quelques kilomètres) sont principalement responsables des différences saisonnières. Les conditions hivernales favorisent en effet l'accumulation des polluants à proximité du sol, notamment lors des situations anticycloniques persistantes (carte 6). L'été, la dispersion verticale est plus importante, permettant une dilution du NO<sub>2</sub> plus efficace dans la basse troposphère et améliorant ainsi la qualité de l'air dans les villes (carte 7). Néanmoins, la répartition géographique des sources ne varie que très peu, et les zones les plus affectées demeurent les mêmes d'une saison à l'autre.

**Carte 4 : concentrations moyennes annuelles de fond en NO<sub>2</sub> en France en 2014**



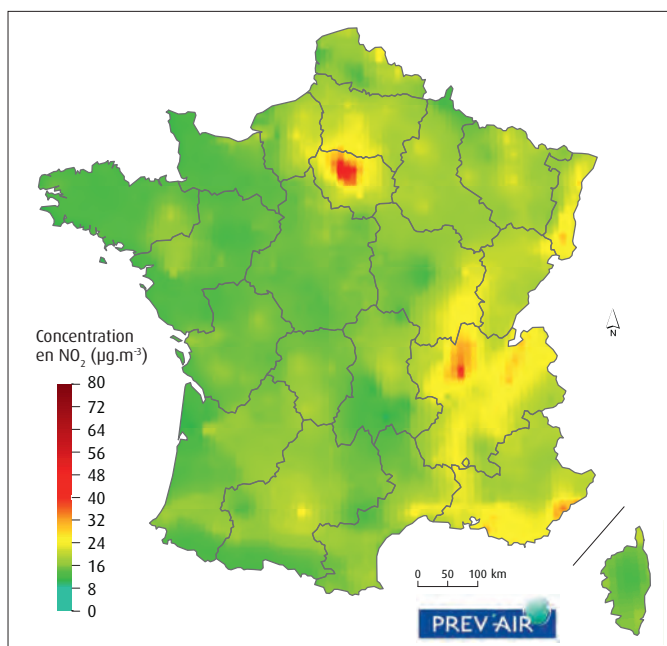
Note : seuil annuel pour la protection de la santé humaine : 40 µg.m<sup>-3</sup>.  
 Source : PREV'AIR

**Carte 5 : concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> sur l'agglomération lyonnaise en 2014**



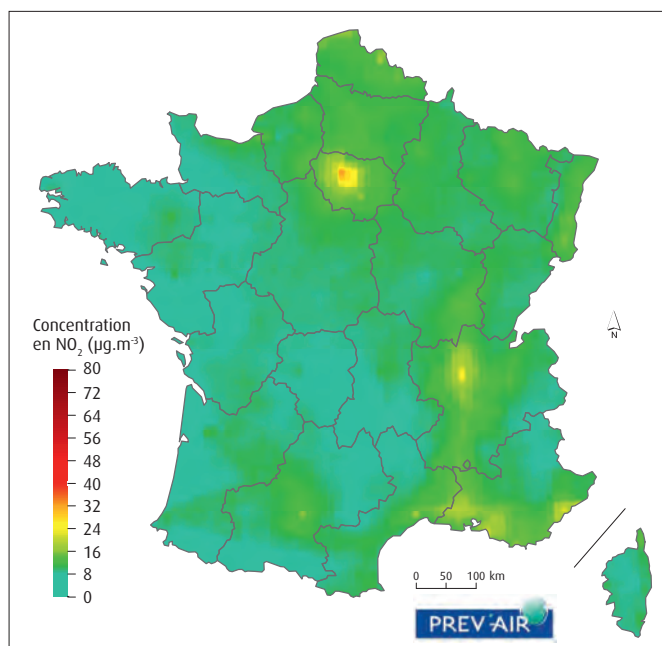
Note : seuil annuel pour la protection de la santé humaine : 40 µg.m<sup>-3</sup>.  
 Source : Air Rhône-Alpes

**Carte 6 : concentrations moyennes hivernales de fond en NO<sub>2</sub> en France en 2014**



Source : PREV'AIR

**Carte 7 : concentrations moyennes estivales de fond en NO<sub>2</sub> en France en 2014**



Source : PREV'AIR

## Les épisodes de pollution en NO<sub>2</sub> en France en 2014

En 2014, aucun épisode de pollution au NO<sub>2</sub> n'est observé. Les conditions météorologiques plus favorables expliquent notamment cette situation.

## Les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>)

Les particules PM<sub>10</sub> sont émises par différentes sources, le secteur résidentiel, l'industrie, l'agriculture et le transport routier, alors que les PM<sub>2,5</sub> le sont principalement par le secteur résidentiel, chauffage au bois en particulier. Des contributions naturelles sont aussi parfois observées. Depuis 2000, les émissions de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> ont diminué respectivement de 35 et 42 %. Les concentrations de ces polluants ont également baissé, depuis 2007 pour les PM<sub>10</sub> et depuis 2009 pour les PM<sub>2,5</sub>. Malgré ces progrès, la réglementation n'est toujours pas respectée sur certaines zones principalement pour les PM<sub>10</sub> et à proximité du trafic routier. Ces dépassements sont cependant moins fréquents ces dernières années et concernent, en 2014, cinq stations de mesure. Enfin, l'année 2014 est marquée par un épisode de pollution à caractère exceptionnel en mars et par deux épisodes avec des sources d'origines naturelles.

Les particules dans l'air font l'objet d'une préoccupation importante du fait de leur impact sanitaire. Le non-respect des seuils réglementaires est à l'origine d'un contentieux européen en cours.

Avant 2009, la surveillance et la réglementation portaient avant tout sur les particules dites inhalables dont le diamètre est inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>). Une attention complémentaire est dorénavant portée sur les particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>). Elles sont désormais réglementées, notamment par la directive 2008/50/CE sur la qualité de l'air ambiant. Parallèlement à la surveillance des PM<sub>10</sub>, il a donc été nécessaire de développer une surveillance spécifique des PM<sub>2,5</sub>. Ainsi en 2011, le nombre de stations de mesure de PM<sub>2,5</sub> a augmenté de 80 % par rapport à 2010. En 2014, 154 stations mesurent les PM<sub>2,5</sub> contre 108 en 2011.

### Les effets sanitaires et environnementaux des particules

Le dépôt et la persistance des particules dans l'appareil respiratoire dépendent de leur taille. Différentes régions de dépôt sont généralement considérées :

- les particules les plus grossières (diamètre supérieur à 5 µm) sont retenues dans la région nasopharyngée ;
- les particules les plus fines, inférieures à 1 µm, peuvent atteindre les régions bronchiolaire et alvéolaire où leur persistance dans ces tissus peut être prolongée.

Les particules présentent des effets néfastes pour la santé à court et long termes. Pour une exposition à court terme, les effets observés chez l'homme sont des inflammations respiratoires suivies d'atteintes de la fonction vasculaire ainsi que des troubles du rythme cardiaque, pouvant conduire à l'hospitalisation ou au décès.

Les études portant sur l'exposition à long terme mettent en évidence des augmentations significatives de la mortalité (totale, cardio-respiratoire, cancer du poumon) et de la survenue de maladies respiratoires (asthme, BPCO, etc.) et cardio-vasculaires. De nouvelles études relient également exposition à long terme et athérosclérose, faible poids à la naissance et naissances prématurées.

Les populations les plus sensibles sont : foetus, nouveau-nés, enfants, personnes âgées, toute personne atteinte de pathologie cardio-vasculaire ou respiratoire (antécédents d'infarctus du myocarde, coronaropathie, asthme, etc.), de diabète, voire d'obésité.

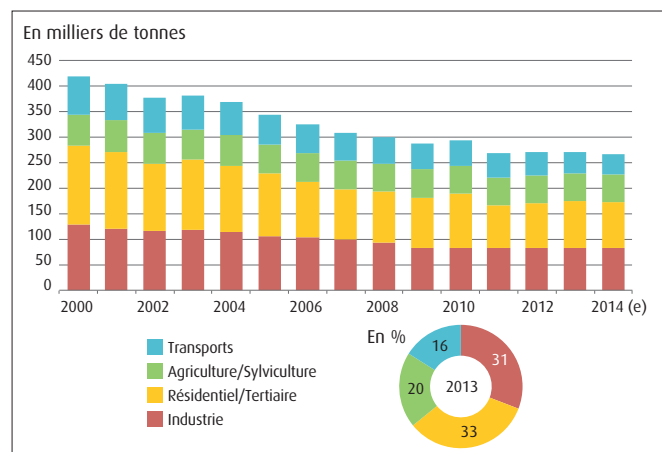
Depuis octobre 2013, les particules de l'air ambiant sont classées comme agent cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le Circ sur la base d'un niveau de preuve suffisant d'une association entre exposition et risque augmenté de cancer pulmonaire.

Par ailleurs, les particules conduisent au noircissement et à l'en-croûtement des bâtiments.

### L'évolution des émissions de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

En France, quatre principaux secteurs se partagent les émissions de particules PM<sub>10</sub> : le secteur résidentiel et tertiaire (du fait de la combustion du bois et dans une moindre mesure du charbon et du fioul), l'industrie, les activités agricoles (épandages, stockages d'effluents, remises en suspension lors des labours, brûlage) et le transport routier (*graphique 5*). Les émissions de PM<sub>10</sub> ont diminué de 50 % sur la période 1990-2013 et de 35 % sur la période 2000-2013.

Graphique 5 : évolution des émissions françaises de PM<sub>10</sub>



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).

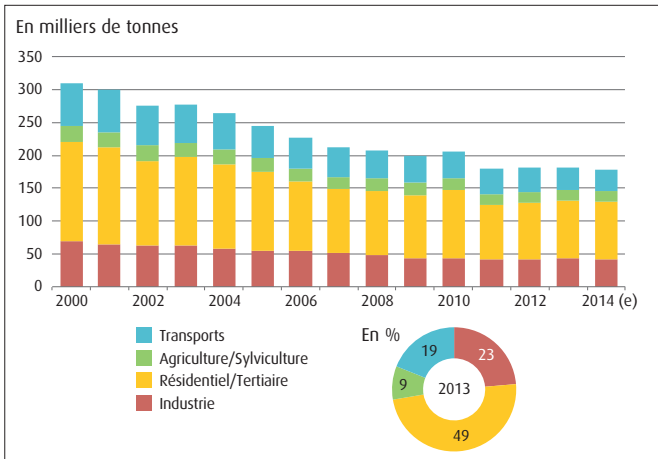
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

La répartition des sources d'émissions de particules PM<sub>2,5</sub> est différente : les émissions dues au résidentiel et au tertiaire (combustion du bois principalement) sont prépondérantes (*graphique 6*). Elles sont suivies de celles de l'industrie et du transport routier. Les émissions de PM<sub>2,5</sub> ont diminué de 56 % sur la période 1990-2013 et de 42 % sur la période 2000-2013.

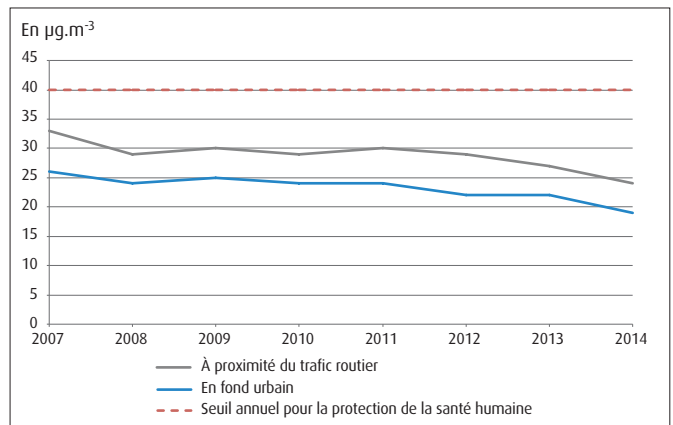
Par ailleurs, la lutte contre cette forme de pollution est d'autant plus complexe qu'une partie des particules fines se forme à la suite de transformations chimiques dans l'atmosphère impliquant le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les COV, le NH<sub>3</sub>, ou même des particules primaires (émises directement dans l'atmosphère). Le produit de ces réactions est appelé particules secondaires. De plus, des apports naturels s'ajoutent aux concentrations des particules, tels que les poussières telluriques d'origine désertique (qui peuvent être transportées sur de longues distances) ou issues de l'érosion des sols et les embruns marins.

**Graphique 6 : évolution des émissions françaises de PM<sub>2,5</sub>**



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
 Champ : France métropolitaine.  
 Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

**Graphique 7 : évolution des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>10</sub> de 2007 à 2014**



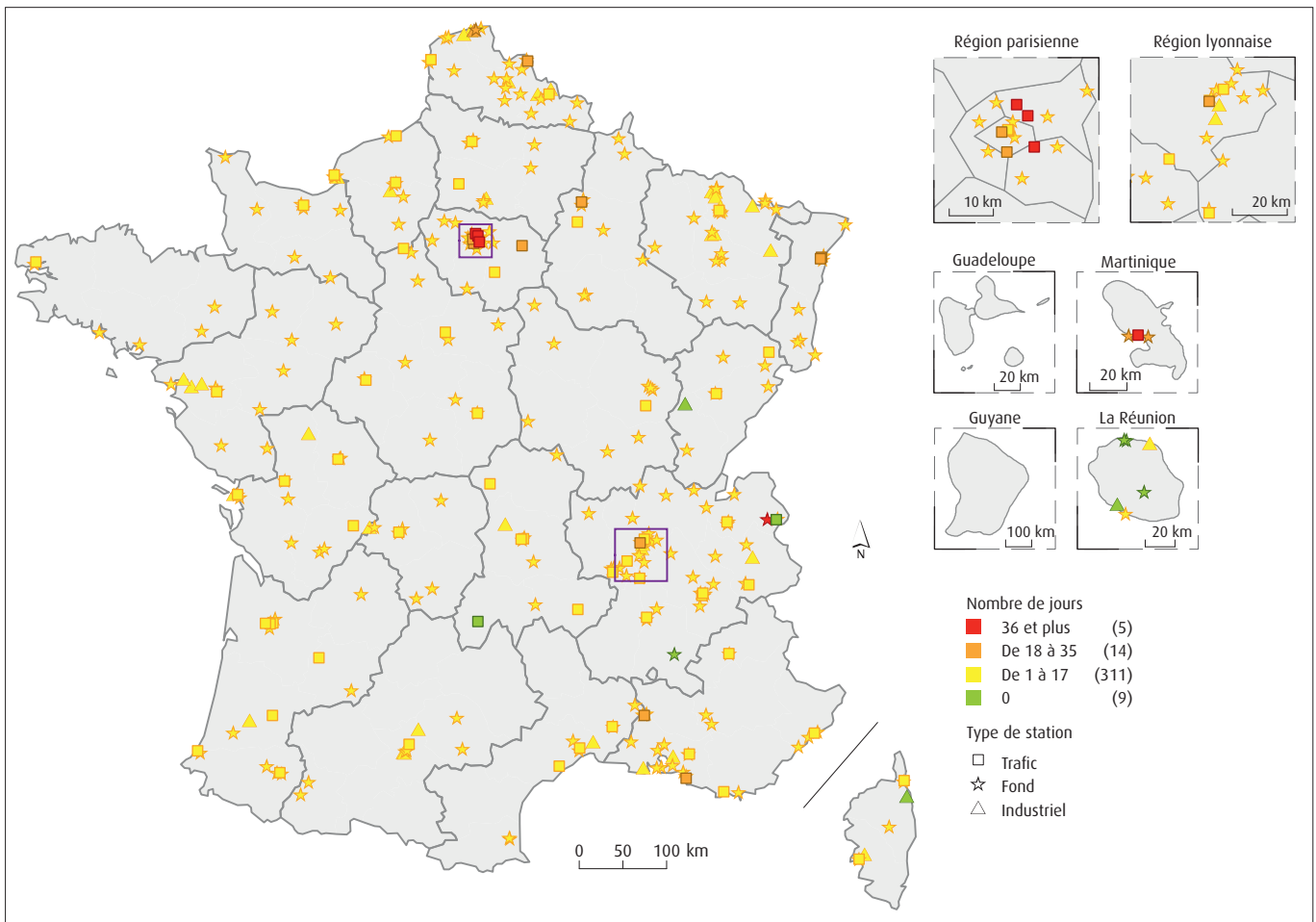
Champ : France métropolitaine et DOM.  
 Source : Géod'Air, mai 2015

## L'évolution des concentrations de PM<sub>10</sub>

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, une modification des modalités de mesure des PM<sub>10</sub> est mise en œuvre dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Elle permet de rendre les résultats équivalents à ceux obtenus par la méthode de référence fixée par la réglementation

européenne. L'ajustement des mesures consiste à prendre en compte une fraction volatile de la masse particulaire susceptible de s'évaporer lors de la mesure. Ainsi, les concentrations journalières et annuelles s'en trouvent augmentées. Ceci explique l'accroissement brutal du nombre de dépassements du seuil journalier pour la protection de la santé humaine après 2007. De plus, ce changement dans la mesure des particules ne permet pas de comparer les années 2007-2014 avec les années précédentes.

**Carte 8 : nombre de jours où la concentration en PM<sub>10</sub> est supérieure à 50 µg.m<sup>-3</sup> en 2014**



Note : seuil journalier pour la protection de la santé humaine : 50 µg.m<sup>-3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile.  
 Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOEs, 2015

Sur la période 2007-2014, les concentrations moyennes annuelles en  $PM_{10}$  ont diminué sur tous les types de stations (graphique 7). Elles baissent de 1 à 3  $\mu g.m^{-3}$  entre 2013 et 2014 selon le type de station. Elles sont en moyenne de 24 et 19  $\mu g.m^{-3}$  en 2014 respectivement à proximité du trafic routier et en fond urbain.

Les concentrations moyennes annuelles en  $PM_{10}$  sont plus variables sur les stations situées à proximité du trafic routier que sur les stations de fond urbain.

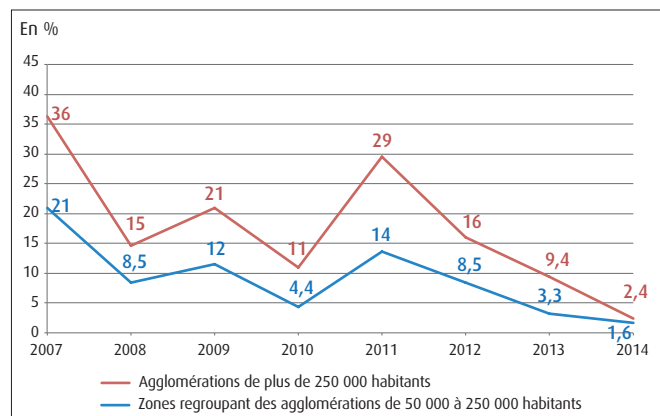
## La situation des sites de mesure en 2014 par rapport aux seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine et l'évolution de la situation dans les agglomérations

Le seuil journalier pour la protection de la santé humaine n'est pas respecté sur cinq sites en 2014, principalement des sites à proximité du trafic routier, soit 1,5 % des sites de surveillance du territoire contre 5 % en 2013 (carte 8). Les régions concernées sont l'Île-de-France, Rhône-Alpes et la Martinique.

De plus, un site dépasse en 2014 le seuil annuel fixé pour la protection de la santé humaine, contre deux en 2013 (carte 9). Le site concerné est de type trafic, dépasse également le seuil journalier et se trouve en Île-de-France (à proximité de l'autoroute A1 à Saint-Denis).

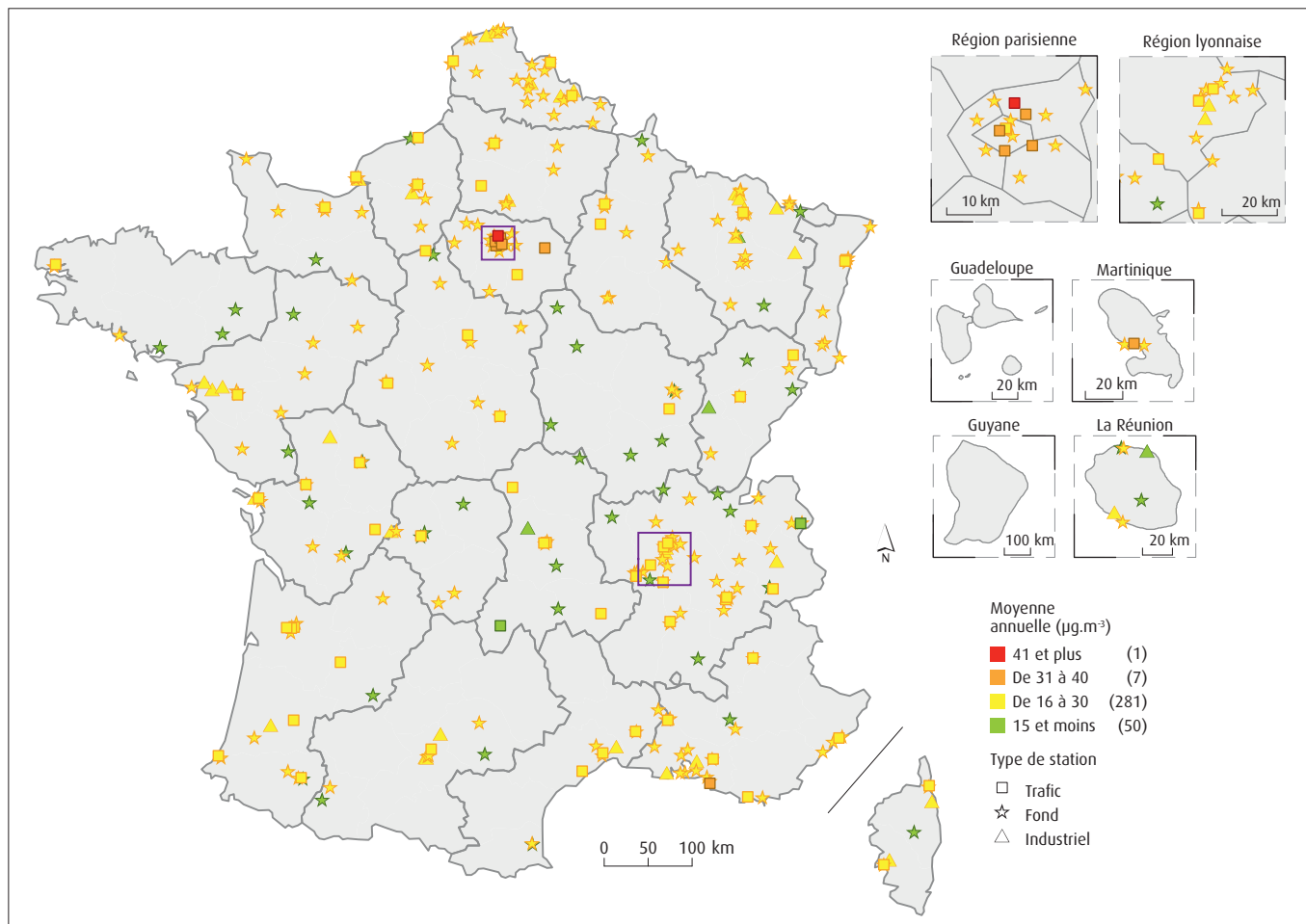
Dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones regroupant des agglomérations de 50 000 à 250 000 habitants, le pourcentage de stations de mesure ne respectant pas le seuil journalier en  $PM_{10}$  a baissé sur la période 2007-2014. Il est respectivement de 2,4 % (trois stations de mesure) et 1,6 % (deux stations de mesure) en 2014 (graphique 8). Ce pourcentage est fortement influencé par la variabilité interannuelle des conditions météorologiques.

Graphique 8 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil journalier en  $PM_{10}$  pour la protection de la santé humaine



Note : seuil journalier en  $PM_{10}$  pour la protection de la santé humaine : 50  $\mu g.m^{-3}$  à ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile.  
 Champ : France métropolitaine et DOM.  
 Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

Carte 9 : concentrations moyennes annuelles en  $PM_{10}$  en 2014



Note : seuil annuel pour la protection de la santé humaine : 40  $\mu g.m^{-3}$ .  
 Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

## Les variations saisonnières des concentrations en particules

Les cartes ci-dessous présentent la répartition spatiale en situation de fond des concentrations moyennes journalières de  $PM_{10}$  en moyenne sur l'année (*carte 10*) et sur l'hiver (*carte 11*) en France métropolitaine. Elles résultent de la combinaison de résultats de simulation de modèle de qualité de l'air et d'observations des Aasqa issues de la base nationale Géod'Air. Ces cartes ne sont pas suffisamment précises pour faire apparaître des dépassements locaux du seuil annuel pour la protection de la santé humaine. Des cartes à l'échelle urbaine représentant les situations d'exposition au trafic sont réalisées par les Aasqa dans les grandes agglomérations. Elles prennent mieux en compte les variabilités locales des  $PM_{10}$ .

Cette année 2014 est marquée par une faible variabilité saisonnière, les concentrations hivernales et automnales apparaissent légèrement plus importantes que celles des autres saisons sur certaines zones comme Rhône-Alpes, Paca et l'Île-de-France mais les écarts de concentrations entre zones polluées et peu polluées en moyenne saisonnière demeurent peu élevés.

Généralement, les situations météorologiques propices à des concentrations élevées de  $PM_{10}$  surviennent majoritairement au cours de l'hiver sous conditions anticycloniques fortes, avec une couche de mélange de faible épaisseur, concentrant les particules au-dessus de la surface que les vents, le plus souvent de faible intensité, dispersent peu. De surcroît, les températures basses engendrent une augmentation des émissions de particules et de leurs précurseurs, notamment liées à l'utilisation du bois pour se chauffer, au trafic routier et aux activités industrielles. La période mars-avril est également propice aux niveaux élevés de particules, lors de régimes continentaux pouvant amener des masses d'air chargées en particules et en précurseurs, qui s'ajoutent aux émissions locales. Ces régimes continentaux sont fréquemment associés

à des conditions météorologiques favorables à la formation de particules secondaires, en particulier le nitrate d'ammonium, sur de larges zones géographiques.

Les températures anormalement élevées tout au long de l'année 2014 limitent certainement les émissions de polluants notamment lors de la période traditionnellement froide entre décembre et février, pendant laquelle peu de dépassements du seuil journalier pour la protection de la santé humaine sont constatés.

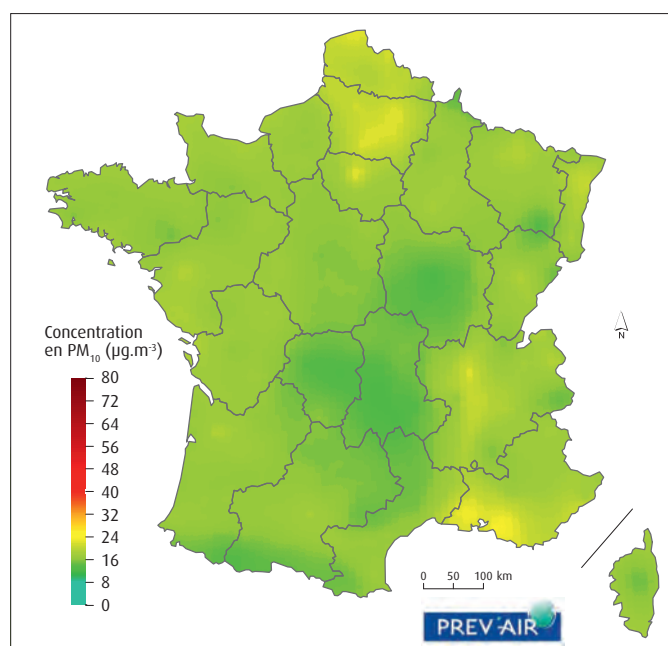
## Les épisodes de pollution en $PM_{10}$ en France en 2014

Le premier épisode significatif intervient assez tardivement au mois de mars entre le 6 et le 18 sous l'effet de conditions météorologiques anticycloniques. Il est remarquable par son intensité, sa couverture géographique et sa durée. Il touche toute la France et une partie de l'Europe de l'Ouest. Les concentrations dépassent les  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en moyenne journalière dans l'ensemble du pays ainsi que les  $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en moyenne journalière pendant plusieurs jours dans plusieurs régions : Alsace, Champagne-Ardenne, Île-de-France, Lorraine, Nord - Pas-de-Calais, Picardie et Rhône-Alpes.

Trois facteurs expliquent les niveaux exceptionnels de particules observés durant cette période :

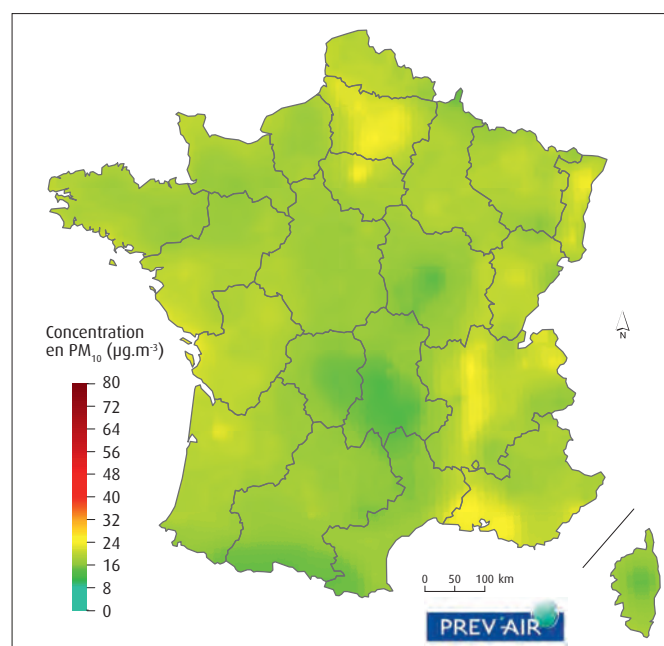
- les conditions météorologiques anticycloniques, très stables avec de fortes inversions thermiques, et des températures plutôt douces en journée, ne permettent pas la dispersion des polluants atmosphériques. Les polluants émis localement restent piégés dans les basses couches de l'atmosphère ;
- le transport transfrontalier des polluants, par des vents de secteur est et nord-est, contribue à importer des polluants des pays voisins ;
- la conjoncture saisonnière particulière cumule de nombreuses sources d'émissions. Ainsi, aux émissions habituelles (trafic, industrie) s'ajoutent des émissions plus spécifiques à cette période telles que

Carte 10 : concentrations moyennes annuelles de fond en  $PM_{10}$  en France en 2014



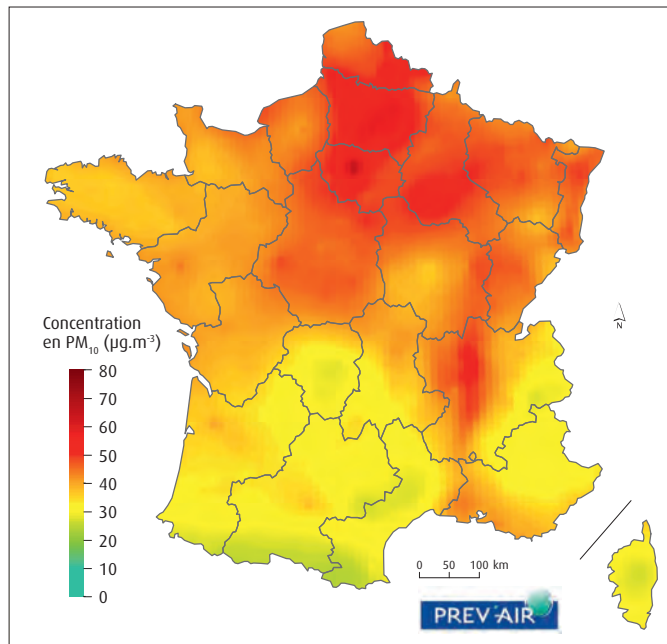
Note : seuil annuel pour la protection de la santé humaine :  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .  
Source : PREV-AIR

Carte 11 : concentrations moyennes hivernales de fond en  $PM_{10}$  en France en 2014



Source : PREV-AIR

**Carte 12 : moyenne des concentrations moyennes journalières de fond en PM<sub>10</sub> sur la période du 6 au 18 mars 2014**



Source : PREVAIR

celles issues du chauffage au bois et celles provenant des pratiques agricoles comme l'épandage d'engrais, source de NH<sub>3</sub> et donc indirectement de nitrate d'ammonium en présence de NO<sub>x</sub>. De plus, la douceur des températures a pu exacerber la volatilisation du NH<sub>3</sub> dans l'atmosphère.

L'ampleur de ce phénomène va bien au-delà du territoire national et les raisons sont exactement les mêmes que celles qui expliquent la situation française. Il s'agit donc bien d'un épisode de pollution particulaire à l'échelle européenne.

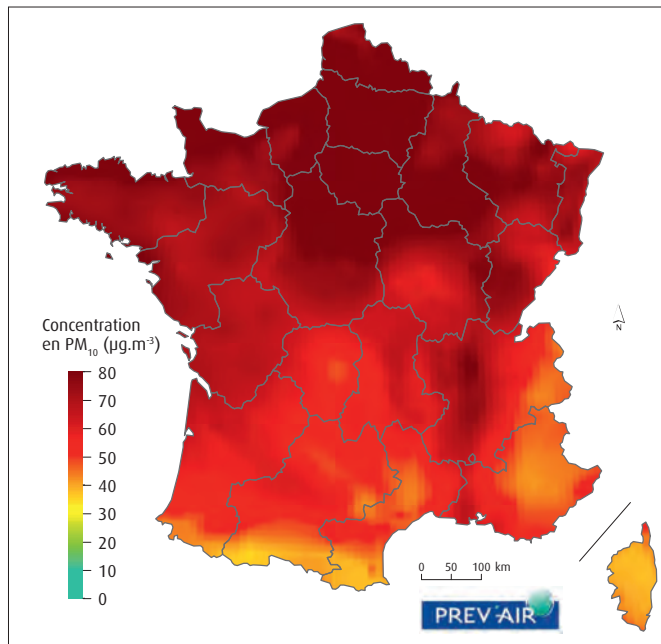
Dès le 7 mars, des conditions météorologiques extrêmement stables, avec des vents très faibles, favorisent l'augmentation des concentrations de PM<sub>10</sub> en Île-de-France, dans le nord-est de la France et en Rhône-Alpes. Cette situation se maintient jusqu'au 10 mars, favorisant l'accumulation des polluants.

La cellule anticyclonique se maintenant toujours sur l'Europe, à partir du 11 mars, un flux de secteur est à nord-est s'installe et transporte des masses d'air continentales chargées en polluants particulaires des pays voisins, ces derniers étant également soumis à une croissance forte de leurs niveaux de pollution atmosphérique. Ce panache contribue à une forte dégradation de la situation en France.

À partir du 13 mars, les conditions météorologiques redeviennent très stables et la pollution est importante sur l'ensemble du pays, toutes les régions faisant état de niveaux de PM<sub>10</sub> supérieurs à 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière. Seul le quart sud-ouest de la France se trouve épargné par le phénomène mais enregistre tout de même des concentrations proches de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière et atteint ce seuil localement.

À partir du 15 mars, la France se trouve soumise à un flux de nord-ouest faible mais durable qui se poursuit les 16 et 17. Ce flux permet d'amorcer le balayage des polluants dans l'air en surface et de faire passer les concentrations de PM<sub>10</sub> progressivement en dessous des 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière. Les cartes 12 et 13 montrent le caractère tout à fait exceptionnel de cet épisode : d'une

**Carte 13 : maximum des concentrations moyennes journalières de fond en PM<sub>10</sub> sur la période du 6 au 18 mars 2014**



Source : PREVAIR

part d'un point de vue géographique, puisque l'ensemble de la France est touché au cours d'au moins une journée par un dépassement du seuil de 50 µg.m<sup>-3</sup>, et d'autre part, par l'intensité des concentrations qui affectent une grande partie du pays. Sur de larges zones, les concentrations moyennes journalières sont supérieures à 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur la période.

Durant toute la durée de l'épisode, un certain nombre de mesures de réduction des émissions sont mises en place en région : réduction de la vitesse des véhicules et renforcement des contrôles, gratuité des transports en commun, accès à l'agglomération parisienne réduit pour les camions les plus polluants, gratuité du parking résidentiel, incitation auprès de l'industrie à réduire les activités, incitation auprès des professions agricoles pour réduire ou décaler les épandages d'engrais azotés. Le 17 mars 2014, la circulation alternée est appliquée sur l'agglomération parisienne.

Les mesures du dispositif Cara réalisées entre le 11 et le 15 mars restituent la composition chimique de l'aérosol sur plusieurs sites. La forte présence de nitrate d'ammonium obtenue dans les particules pointe la contribution lors de cet épisode des émissions de NO<sub>x</sub> et de NH<sub>3</sub>, donc des émissions liées au trafic ainsi qu'aux secteurs industriels et agricoles.

Tous les sites à l'est d'un axe Normandie/Paca mesurent des concentrations de PM<sub>10</sub> élevées, en particulier entre le 11 et le 15 mars (carte 14), et une forte proportion de nitrate et d'ammonium : de 50 % à 70 % en fonction des jours et des sites. Ce constat s'applique à toutes les typologies de stations : proximité du trafic routier, fond urbain, fond rural. Cela démontre le caractère régional de l'épisode et l'influence de différentes sources de pollutions : les activités agricoles fortement émettrices de NH<sub>3</sub> à cette époque de l'année, et le trafic routier et autres activités de combustion émettrices de NO<sub>x</sub>. La production d'aérosols secondaires à grande échelle est donc un élément déterminant dans cet épisode de pollution. La proportion de matière organique, plutôt représentative de la combustion de la

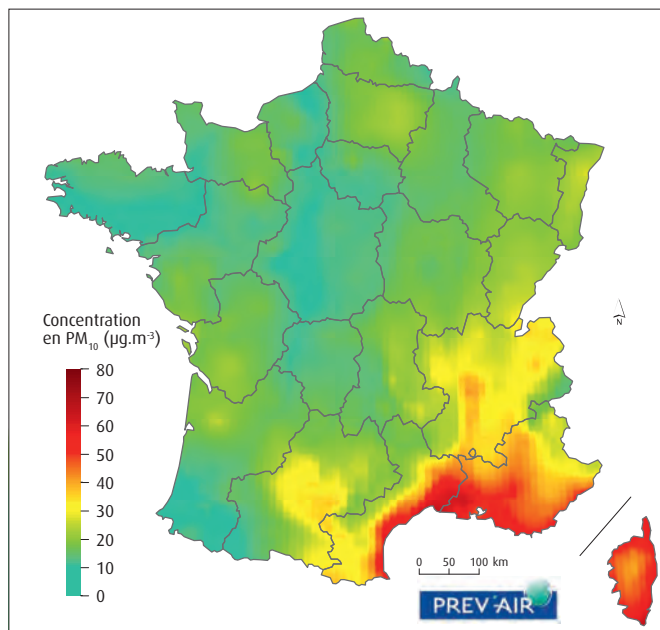
biomasse (chauffage au bois, brûlage de déchets verts) est non négligeable. Elle est prépondérante pour certains jours en Aquitaine, ce qui démontre la plus grande influence de sources locales dans le Sud-Ouest.

Deux autres épisodes en particules, d'ampleur nettement moindre, sévissent en 2014. D'origine non plus anthropique mais naturelle, le premier a lieu les 22 et 23 mai avec le transport de masses d'air provenant d'Afrique. Chargées en poussières telluriques, ces masses d'air entraînent une hausse importante des concentrations de particules le long du littoral méditerranéen (carte 15).

Le second survient au mois de septembre et affecte principalement le nord et l'ouest de la France avec des concentrations ayant dépassé les 50  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en moyenne journalière sur plus d'un quart du pays (carte 16).

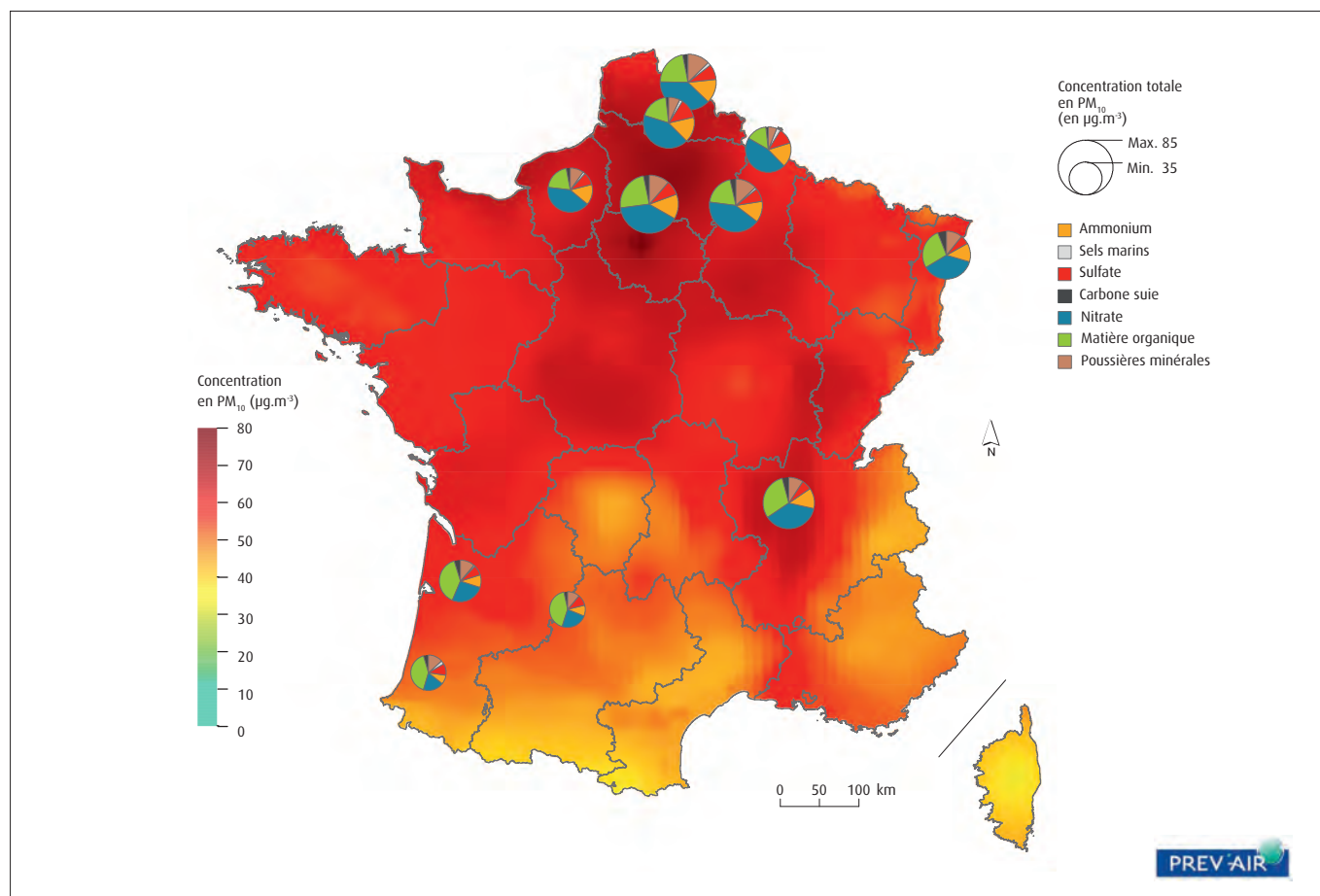
Les émanations de  $\text{SO}_2$  du volcan islandais Bardarbunga, qui s'est réveillé au cours du mois d'août, sont à l'origine de cet épisode. Ce volcan connaît un accroissement d'activité vers le 18 septembre, avec d'importants rejets de  $\text{SO}_2$  dans l'atmosphère qui alimentent des masses d'air transportées ensuite vers l'Europe. En se combinant aux émissions européennes de polluants anthropiques, le  $\text{SO}_2$  engendre une formation importante de particules secondaires composées de sulfate d'ammonium comme illustré par les mesures réalisées en temps réel au Sirta (Site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique) – (graphique 9).

Carte 15 : maximum des concentrations moyennes journalières de fond en  $\text{PM}_{10}$  sur la période du 21 au 23 mai 2014



Source : PREV AIR

Carte 14 : répartition des espèces chimiques dans les  $\text{PM}_{10}$  analysées du 11 au 15 mars 2014

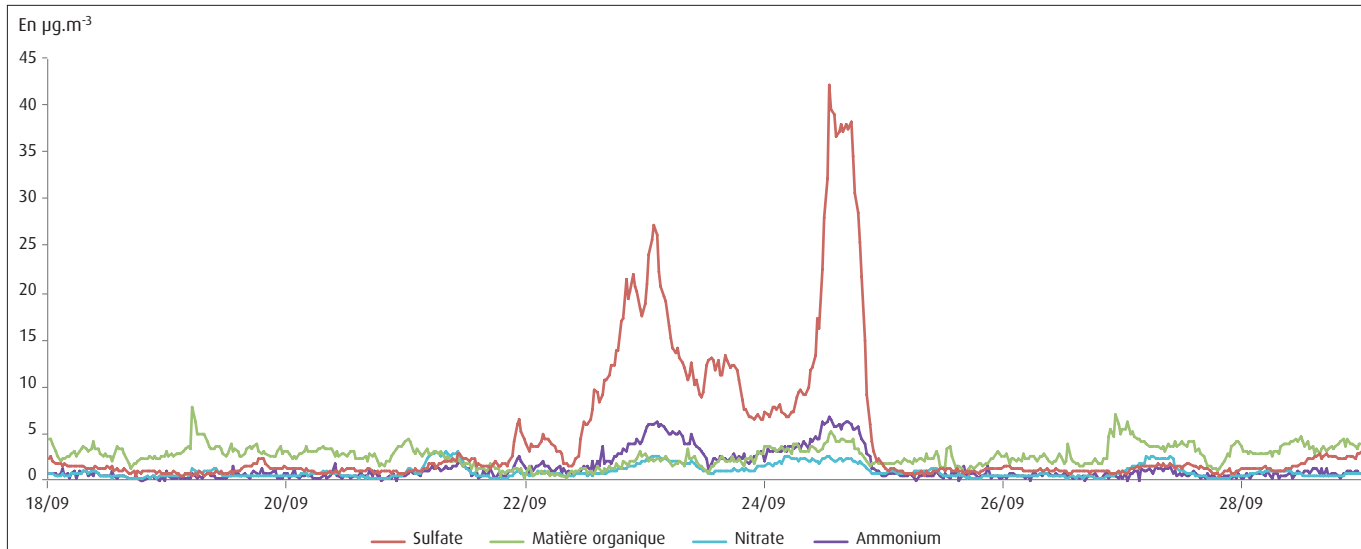


Notes : fond de carte : moyenne des concentrations moyennes journalières de fond en  $\text{PM}_{10}$  sur la période du 11 au 15 mars 2014 ; analyse de la composition des  $\text{PM}_{10}$  réalisée sur les sites de mesure du dispositif Cara.

Sources : PREV AIR, Cara

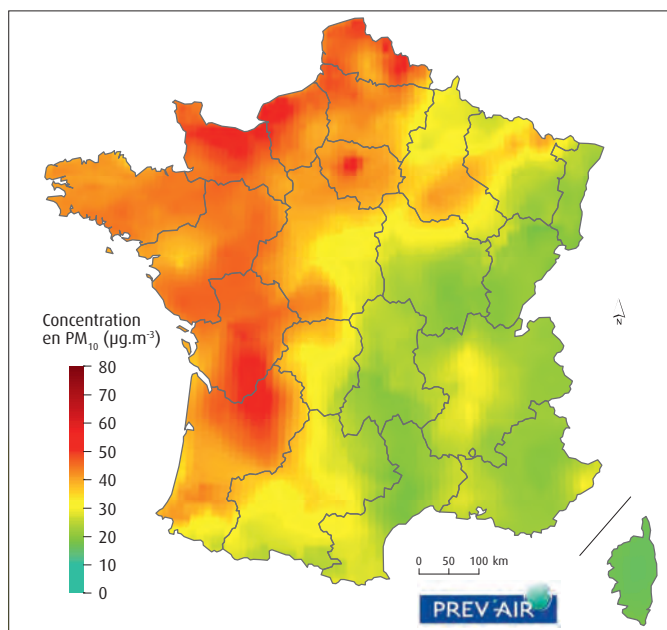


**Graphique 9 : évolution de la composition des particules fines (inférieures à 1 µm) au Sirta (plateau de Saclay, Essonne) entre le 18 et le 28 septembre 2014**



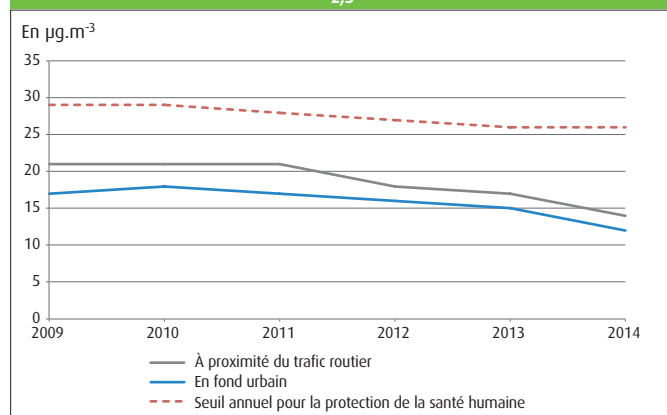
Source : Sirta (CEA, CNRS, Ineris, LCSQA, LSCE, Medde)

**Carte 16 : maximum des concentrations moyennes journalières de fond en PM<sub>10</sub> sur la période du 22 au 25 septembre 2014**



Source : PREV'AIR

**Graphique 10 : évolution des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2,5</sub> de 2009 à 2014**



Champ : France métropolitaine et DOM.  
Source : Géod'Air, mai 2015

**L'évolution des concentrations de PM<sub>2,5</sub>**

Sur la période 2009-2014, les concentrations en PM<sub>2,5</sub> ont baissé à proximité du trafic routier et en fond urbain (graphique 10). En 2014, la moyenne annuelle est respectivement de 14 µg.m<sup>-3</sup> et de 12 µg.m<sup>-3</sup>.

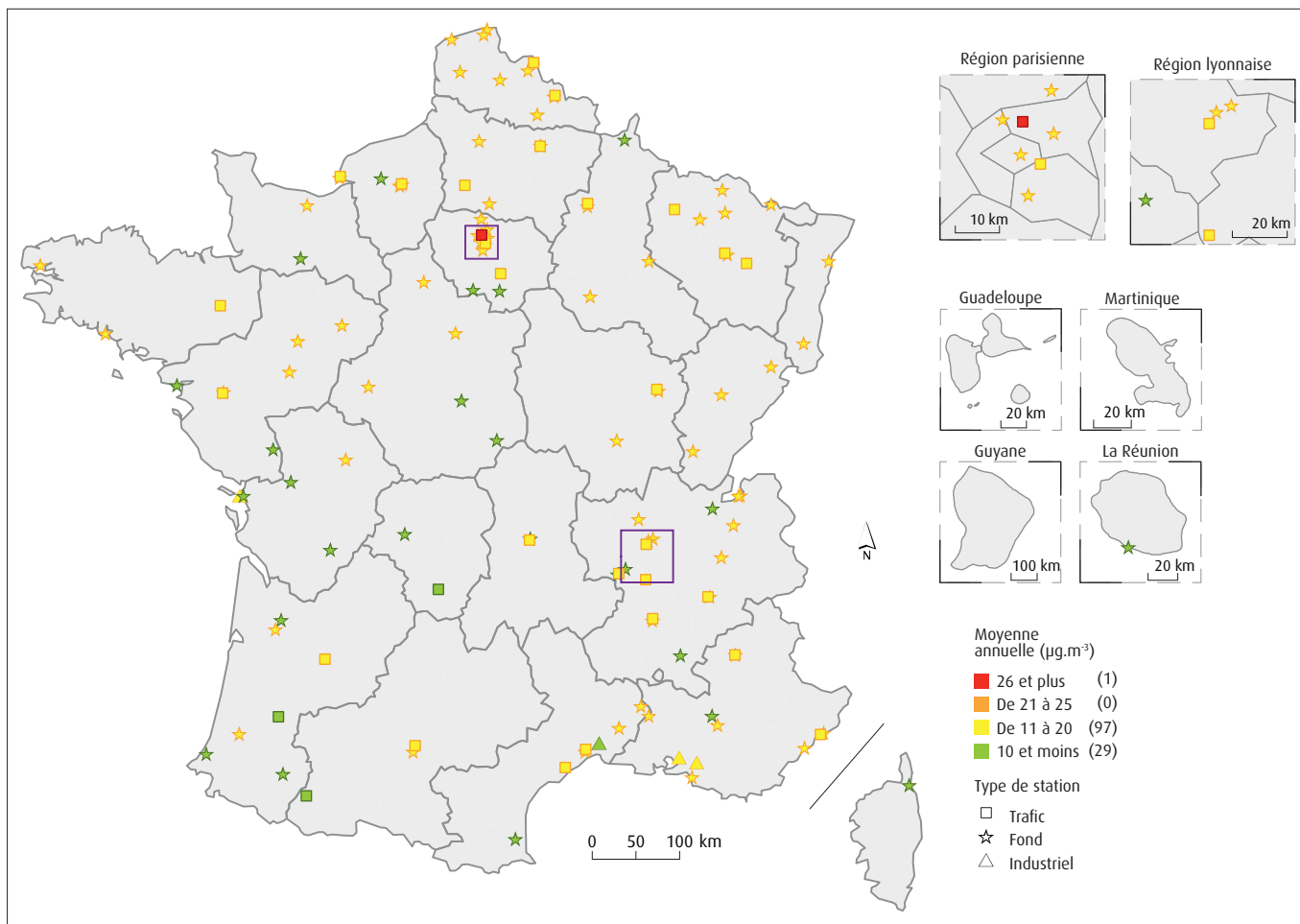
**La situation des sites de mesure en 2014 par rapport au seuil annuel pour la protection de la santé humaine**

La directive 2008/50/CE fixe un seuil annuel pour la protection de la santé humaine de 25 µg.m<sup>-3</sup> à respecter au 1<sup>er</sup> janvier 2015 et le décret français du 21 octobre 2010, un objectif en moyenne annuelle pour la protection de la santé humaine de 20 µg.m<sup>-3</sup>.

En 2014, un seul site sur un total de 127 enregistre une concentration moyenne annuelle supérieure à l'objectif annuel français et au seuil européen (carte 17). Il s'agit d'une station localisée en Île-de-France, à proximité de l'autoroute A1 à Saint-Denis.

La réglementation européenne fixe également un objectif de réduction de l'exposition moyenne en fond urbain aux PM<sub>2,5</sub> pour chaque État membre pour 2020. En France, l'indice d'exposition moyenne (IEM) est de 14,7 µg.m<sup>-3</sup> en 2020. Cet objectif est déjà atteint en 2014 avec une valeur de l'IEM de 14,4 µg.m<sup>-3</sup>.

Carte 17 : concentrations moyennes annuelles en  $PM_{2,5}$  en 2014



Notes : seuil annuel européen 2014 en moyenne annuelle :  $26 \mu g.m^{-3}$  ; en Martinique, des mesures de  $PM_{2,5}$  ont été réalisées en 2014 mais n'ont pu être exploitées à la suite de travaux de voiries à proximité.

Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

## L'ozone (O<sub>3</sub>)

Les concentrations en O<sub>3</sub> ont baissé depuis 2000 avec des dépassements des seuils pour la protection de la santé humaine et pour la végétation moins fréquents. En moyenne sur 2012-2014, 26 stations de fond urbain ne respectent pas le seuil pour la santé. Pour la protection de la végétation, 15 stations de fond rural ne se conforment pas à la réglementation en moyenne sur 2010-2014. Les conditions météorologiques moins favorables à la formation de ce polluant expliquent partiellement cette tendance. En 2014, les dépassements de ces deux seuils concernent la région Sud-Est. Par ailleurs, deux épisodes de pollution marquent cette année en juin et juillet.

### Les effets sanitaires et environnementaux de l'O<sub>3</sub>

L'O<sub>3</sub> peut pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire. Ses propriétés oxydantes entraînent une réaction inflammatoire bronchique au niveau cellulaire. Une exposition à l'O<sub>3</sub> provoque le plus fréquemment de la toux sèche et une gêne respiratoire. Les études épidémiologiques mettent en corrélation, l'augmentation des niveaux d'O<sub>3</sub> avec une augmentation des hospitalisations et des décès prématurés. Une diminution de la fonction respiratoire est également observée chez les adultes et les enfants. Chez des enfants asthmatiques, la hausse des niveaux d'O<sub>3</sub> peut provoquer une augmentation de la fréquence des crises d'asthme. Des effets cardio-vasculaires sont également confirmés pour ce polluant. De récentes études montrent des effets à long terme reliant l'exposition à l'O<sub>3</sub> à la mortalité respiratoire et au développement de l'asthme.

L'O<sub>3</sub> a également des effets néfastes sur la végétation, baisse du rendement des cultures par exemple, et sur certains matériaux.

### L'origine de l'O<sub>3</sub>

L'O<sub>3</sub> est un polluant secondaire, produit dans la basse atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire et de réactions chimiques complexes entre les NO<sub>x</sub>, les COV, le CO et le CH<sub>4</sub>. Ce phénomène est appelé pollution photochimique. La formation d'O<sub>3</sub> d'une année sur l'autre est donc influencée par les variations des conditions

météorologiques et en particulier de l'ensoleillement. Celui-ci a une durée de vie de quelques jours dans les basses couches de l'atmosphère, de sorte qu'il peut être transporté loin de sa zone de production : cette pollution s'observe en général de manière plus intense en été dans les régions périurbaines et rurales sous le vent des agglomérations.

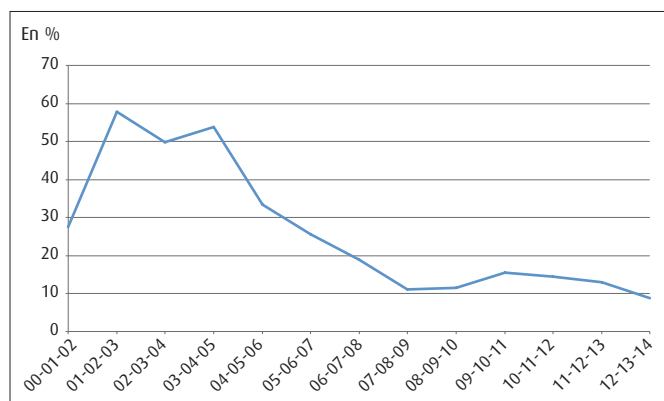
### L'évolution des concentrations d'O<sub>3</sub>

La tendance suivie par les concentrations en O<sub>3</sub> peut être illustrée par l'évolution des dépassements du seuil pour la protection de la santé humaine et du seuil pour la protection de la végétation. Sur la période 2000-2014, le pourcentage de stations de mesure qui ne respectent pas ces seuils a diminué (*graphiques 11 et 12*) et atteint respectivement 8,8 % (26 stations de fond urbain) et 23 % (15 stations de fond rural) sur la dernière période étudiée. Cette tendance peut s'expliquer par des conditions météorologiques plus favorables à la formation d'O<sub>3</sub> en début de période, en 2003 et 2006 notamment.

### La situation au regard des seuils pour la protection de la santé humaine et pour la protection de la végétation

Le seuil en O<sub>3</sub> pour la protection de la santé humaine ne doit pas être dépassé plus de 25 jours en moyenne sur trois ans. Sur la période 2012-2014, ce seuil n'est pas respecté dans le sud-est de

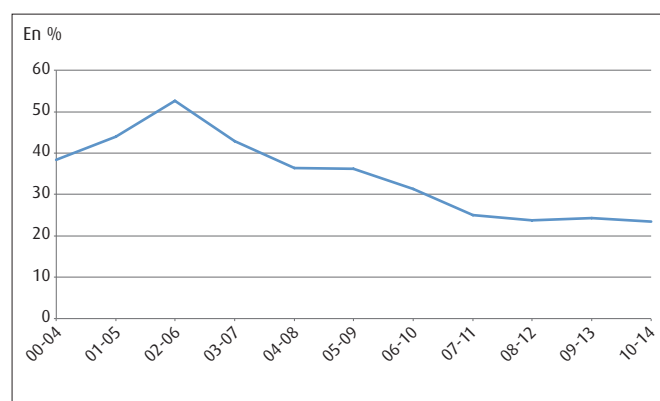
**Graphique 11 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil en O<sub>3</sub> pour la protection de la santé humaine en fond urbain en moyenne triennale**



Notes : les stations prises en compte sont celles de type fond urbain dont les données sont remontées à la Commission européenne ; seuil : 120 µg.m<sup>-3</sup> en maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours en moyenne sur trois années civiles. Champ : France métropolitaine et DOM.

Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

**Graphique 12 : évolution du pourcentage de stations ne respectant pas le seuil en O<sub>3</sub> pour la protection de la végétation en fond rural en moyenne quinquennale**

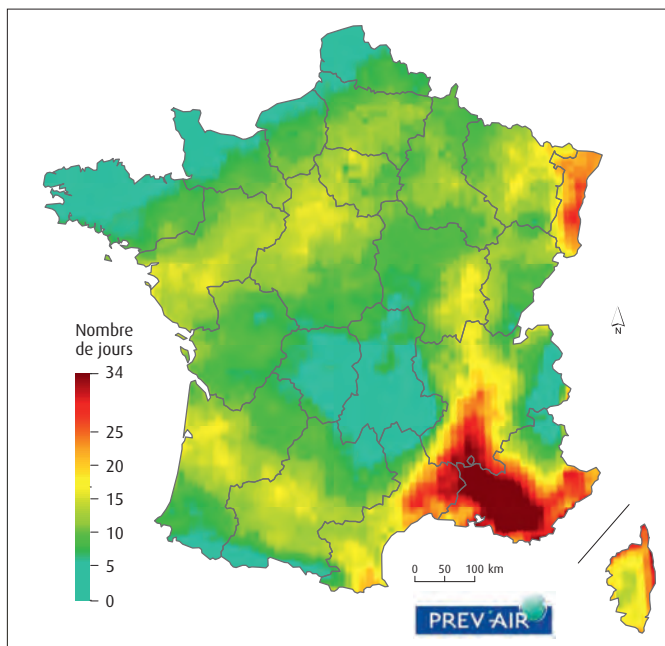


Notes : les stations prises en compte sont celles de type fond rural dont les données sont remontées à la Commission européenne ; seuil : 18 000 (µg.m<sup>-3</sup>).h en AOT40 (défini dans Sigles et abréviations) en moyenne sur cinq années civiles.

Champ : France métropolitaine et DOM.

Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

**Carte 18 : nombre de jours où le seuil en O<sub>3</sub> pour la protection de la santé humaine est dépassé en moyenne sur 2012-2014**

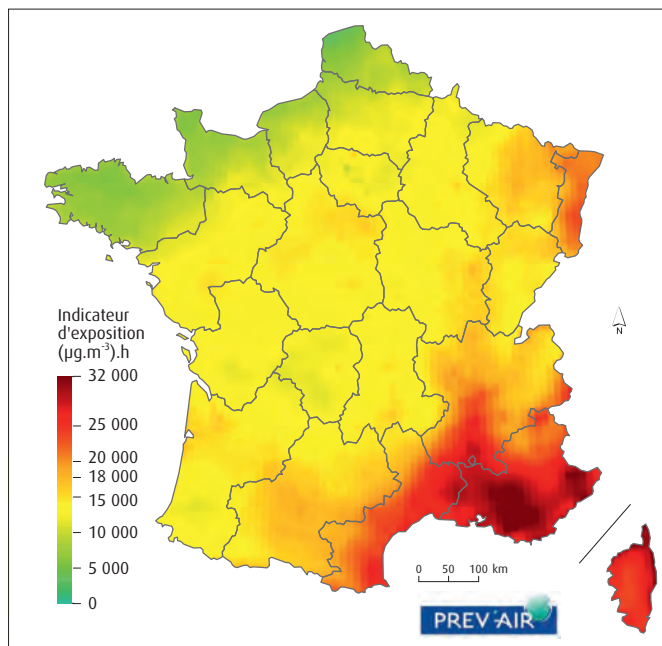


Note : 120 µg.m<sup>-3</sup> en maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans).  
Source : PREVAIR

la France (carte 18). Sur 2014 uniquement, ce seuil est dépassé sur la même zone mais avec une intensité moindre et une étendue géographique plus faible.

Pour la végétation, la réglementation fixe un seuil de 18 000 (µg.m<sup>-3</sup>).h en moyenne sur cinq ans. Sur la période 2010-2014, les zones concernées par un dépassement de seuil se trouvent également dans le sud-est de la France (carte 19). En considérant uniquement l'année 2014, les dépassements du seuil

**Carte 19 : indicateur d'exposition de la végétation à l'O<sub>3</sub> en moyenne sur 2010-2014**



Note : 18 000 (µg.m<sup>-3</sup>).h en AOT40 (défini dans Sigles et abréviations), calculé à partir des valeurs sur une heure de mai à juillet, entre 8 h 00 et 20 h 00 (en moyenne sur 5 ans).  
Source : PREVAIR

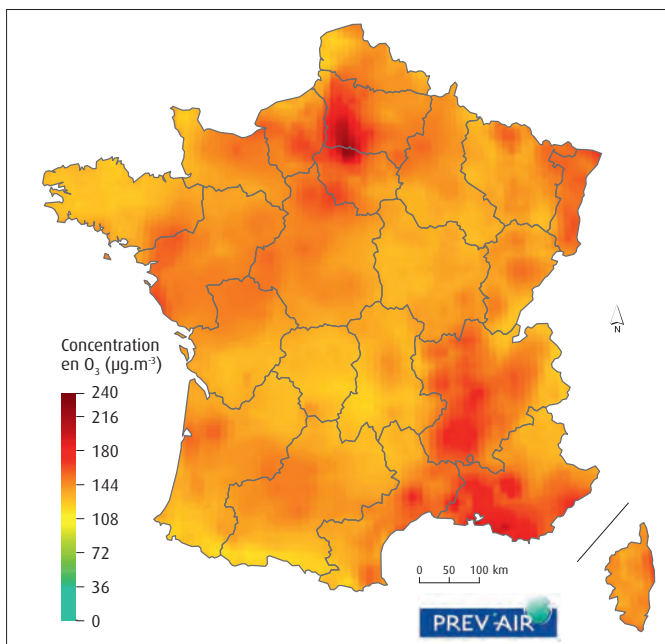
pour la végétation sont localisés dans la même région mais sont moins intenses et moins étendus géographiquement.

Ces indicateurs illustrent donc que la pollution à l'O<sub>3</sub> est assez faible en moyenne sur les mois d'été 2014. Ces cartes moyennes, par définition, lissent les pointes de pollution au cours desquelles des dépassements du seuil d'information et de recommandation, 180 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire, peuvent être enregistrés.

Toutes les régions françaises sont susceptibles d'être ponctuellement concernées par l'occurrence de tels épisodes.

De plus, l'évolution des concentrations maximales sur une heure de 2008 à 2014 montre que les pics d'O<sub>3</sub> ont également été moins intenses en 2014, par rapport aux années passées, une majeure partie de la France affichant des concentrations annuelles maximales inférieures à 144 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire (carte 20). Les zones ayant subi des dépassements du seuil d'information et recommandation, 180 µg.m<sup>-3</sup> sur une heure, se résument aux régions Paca et Île-de-France, avec quelques débordements sur les régions voisines. Par rapport aux années précédentes, l'année 2014 est moins polluée principalement du fait des conditions météorologiques estivales moins favorables à la production et à l'accumulation de l'O<sub>3</sub>.

**Carte 20 : concentrations maximales horaires de fond en O<sub>3</sub> en 2014**

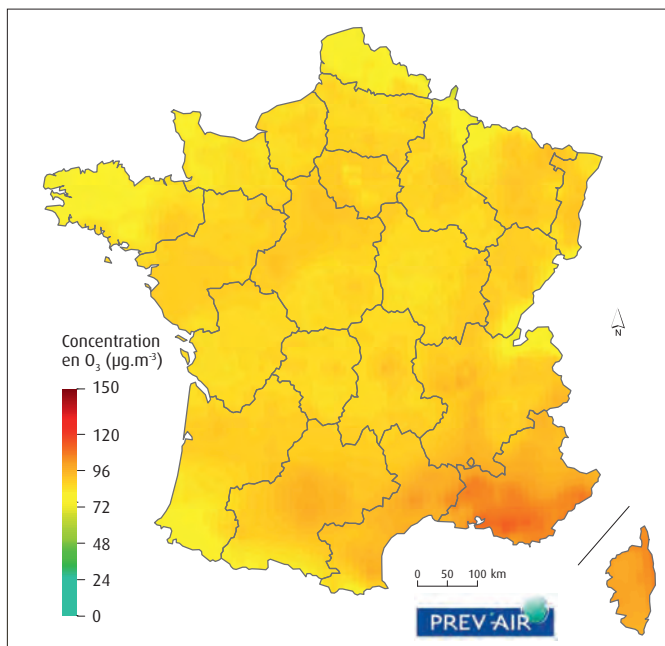


Source : PREVAIR

## Les variations saisonnières des concentrations en O<sub>3</sub>

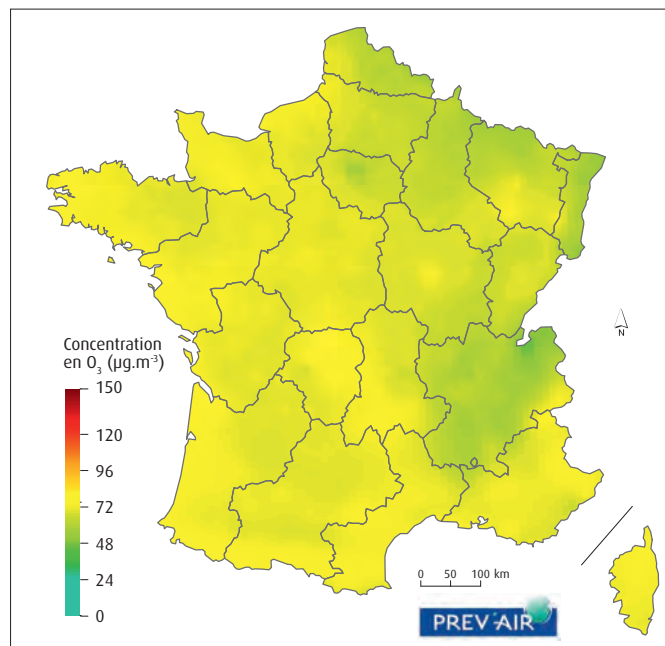
Les cartes ci-après présentent la répartition spatiale du maximum journalier des concentrations horaires de fond en O<sub>3</sub> en France métropolitaine, en moyenne sur l'été et l'hiver. Elles résultent de la combinaison de résultats de simulation de modèle de qualité de l'air et d'observations des Aasqa issues de la base nationale de données sur la qualité de l'air Géod'Air.

**Carte 21 : concentrations moyennes estivales de fond en O<sub>3</sub> en France en 2014**



Source : PREV AIR

**Carte 22 : concentrations moyennes hivernales de fond en O<sub>3</sub> en France en 2014**



Source : PREV AIR

La production d'O<sub>3</sub>, à partir de ses précurseurs (émis par les activités humaines ainsi que par la végétation) combinés à l'activité solaire, est d'intensité nettement plus importante en période estivale (carte 21) qu'en période hivernale (carte 22). La météorologie, très variable en latitude, engendre des différences marquées entre le Nord et le Sud. En été, le quart sud-est de la France métropolitaine est plus touché par des concentrations élevées que le Nord et l'Ouest, du fait de conditions météorologiques plus favorables à la formation d'O<sub>3</sub>. En moyenne sur la période estivale, le maximum quotidien d'O<sub>3</sub> diffère de 30 à 40 µg.m<sup>-3</sup> entre ces deux zones. Durant l'hiver, les différences géographiques atteignent 20 à 30 µg.m<sup>-3</sup>. Entre l'été et l'hiver, les différences dans une même région sont très variables. Le Sud par exemple affiche une diminution de sa moyenne des maxima de 50 µg.m<sup>-3</sup> alors que dans l'Ouest, cette moyenne ne baisse que d'une à deux dizaines de microgrammes.

En 2014, les conditions météorologiques favorisent des maxima journaliers plus élevés au printemps qu'en été.

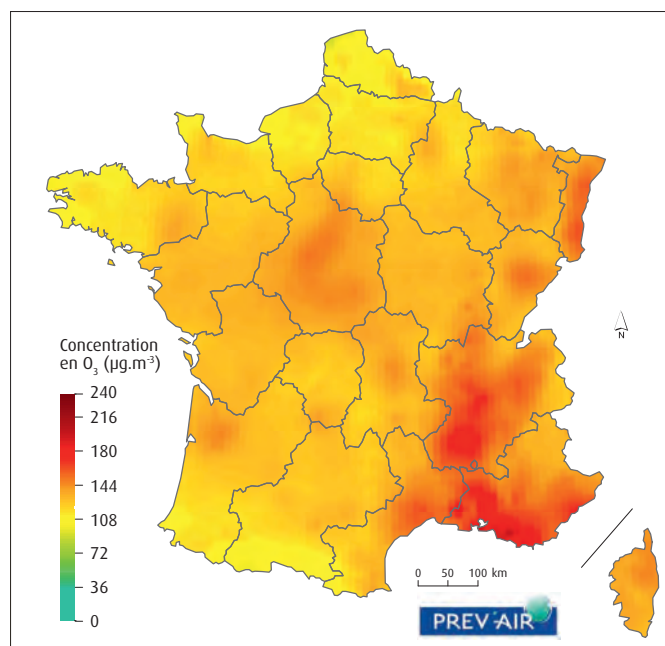
Par construction, les cartes lissent les pointes de pollution au cours desquelles des dépassements du seuil d'information peuvent être enregistrés. Toutes les régions françaises sont susceptibles d'être ponctuellement concernées par l'occurrence de tels épisodes.

## Les épisodes de pollution en O<sub>3</sub> en France en 2014

Malgré des niveaux de concentrations d'O<sub>3</sub> peu importants en 2014, le seuil d'information et de recommandation fixé à 180 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire (cartes 23 et 24) est dépassé au cours de 18 journées. Les régions du Sud-Est sont les plus touchées avec 9 jours de dépassement. L'année a été marquée

par deux événements d'ampleur limitée. Le premier s'est déroulé du 9 au 13 juin et a affecté quasi exclusivement la région Paca (carte 23). Il découle de conditions météorologiques favorables à la formation de l'O<sub>3</sub> avec un pic de chaleur exceptionnel, caractérisé par des températures excédant souvent les 35 °Celsius, et qui a atteint son apogée entre le 9 et le 12 juin. Le second épisode plus commun intervient sous l'effet de températures élevées et d'un fort ensoleillement lors de la deuxième quinzaine du mois de juillet et affecte principalement l'Île-de-France et la région Paca. En dehors de ces deux événements,

**Carte 23 : concentrations maximales horaires de fond en O<sub>3</sub> du 9 au 13 juin 2014**

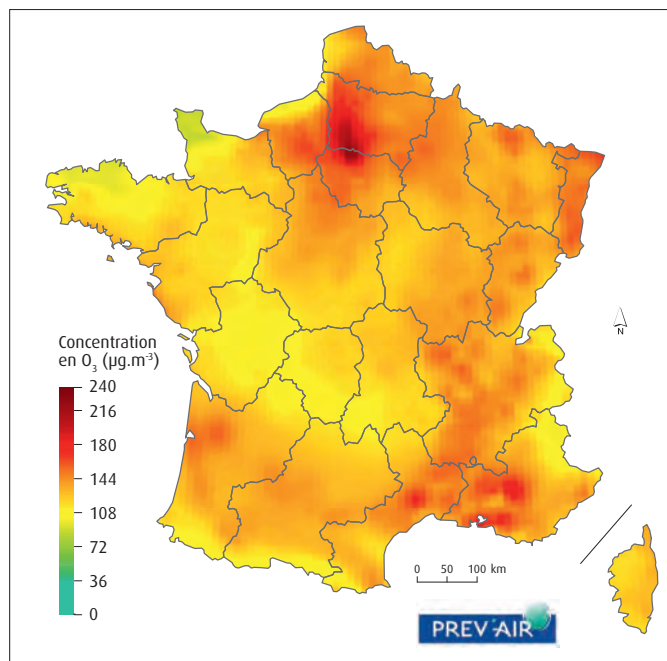


Source : PREV AIR

d'autres épisodes secondaires surviennent avec soit une persistance limitée, soit une étendue géographique assez localisée.

Enfin, l'été est marqué par des conditions d'ensoleillement anormalement faibles et de pluviométrie anormalement élevées, ce qui explique que les niveaux d'O<sub>3</sub> rencontrés durant la période estivale soient peu élevés.

**Carte 24 : concentrations maximales horaires de fond en O<sub>3</sub> du 16 au 19 juillet 2014**



Source : PREV AIR

## Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Depuis 2000, les émissions et concentrations de ce polluant ont fortement diminué. De plus, les seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine sont respectés depuis 2009. L'industrie reste le secteur le plus émetteur de SO<sub>2</sub> en France et représente 85 % des émissions en 2013.

### Les effets sanitaires et environnementaux du SO<sub>2</sub>

Le SO<sub>2</sub> est un indicateur de la pollution acido-particulaire. Le plus souvent en combinaison avec les particules présentes dans l'air ambiant, il est difficile, en termes d'effets sur la santé, de faire la part de ce qui revient en propre au SO<sub>2</sub> ou aux particules.

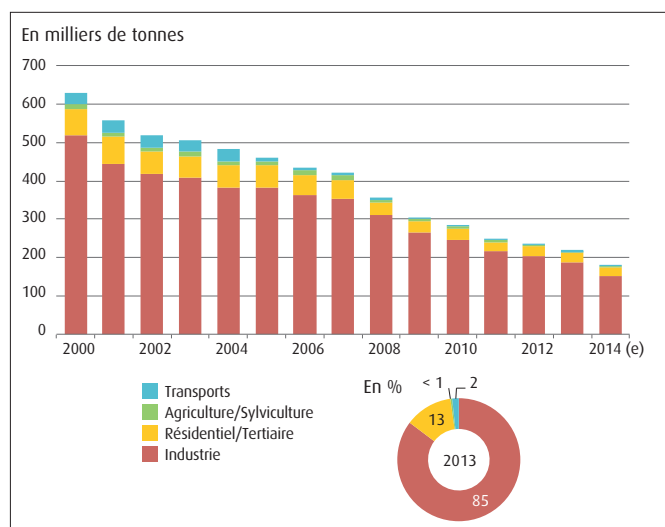
Le SO<sub>2</sub> est un irritant respiratoire et il peut provoquer des irritations oculaires. L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires. Les enfants et les personnes présentant déjà des problèmes respiratoires chroniques sont des populations sensibles.

En outre, le SO<sub>2</sub> se transforme en acide sulfurique qui contribue à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels ainsi qu'à la détérioration des bâtiments.

### L'évolution des émissions de SO<sub>2</sub>

En 2013, le SO<sub>2</sub> est émis à 85 % par l'industrie (graphique 13). Ces émissions ont fortement chuté depuis le début des années 1980 du fait de la baisse de la consommation d'énergie fossile à la suite notamment de la mise en place du programme de production électronucléaire, des actions d'économie d'énergie et des dispositions réglementaires visant à limiter les émissions. Plus récemment, la limitation de la teneur en soufre dans les combustibles et les carburants a accentué la baisse des émissions.

Graphique 13 : évolution des émissions françaises de SO<sub>2</sub>



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.  
Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

### Les émissions de SO<sub>2</sub> au niveau européen

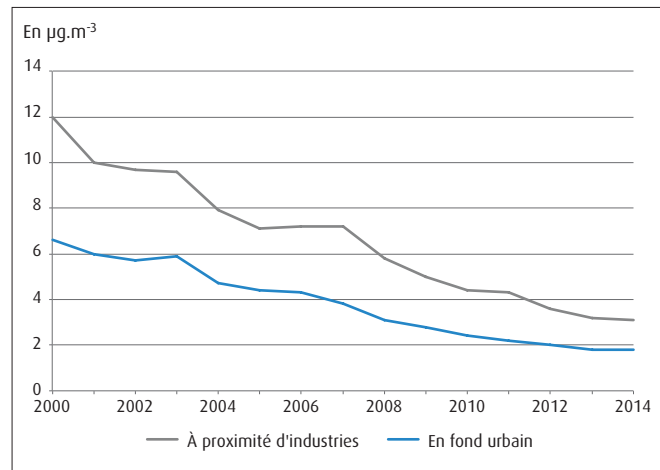
Tous les États membres respectent leurs plafonds d'émission en SO<sub>2</sub> fixés par la directive NEC et ce depuis 2010.

À l'heure actuelle, la révision de cette directive est en discussion au niveau européen. Elle pourrait proposer de nouveaux seuils pour 2025 et 2030.

### L'évolution des concentrations de SO<sub>2</sub>

En 2014, les concentrations moyennes annuelles en SO<sub>2</sub> à proximité d'industries et en fond urbain sont respectivement de 3,1 µg.m<sup>-3</sup> et 1,8 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne. Sur la période 2000-2014, ces concentrations moyennes annuelles ont baissé et atteignent des concentrations très inférieures à l'objectif de qualité, 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle (graphique 14).

Graphique 14 : évolution des concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> de 2000 à 2014



Champ : France métropolitaine et DOM.  
Source : Géo'd'Air, mai 2015

### La situation des sites de mesure en 2014 par rapport aux seuils pour la protection de la santé humaine

Depuis 2009, aucun site ne dépasse les deux seuils fixés pour la protection de la santé humaine. Néanmoins des concentrations élevées peuvent être mesurées localement et principalement à proximité d'industries notamment dans les Bouches-du-Rhône autour de l'étang de Berre, en Meurthe-et-Moselle, dans la région du Havre, dans les Pyrénées-Atlantiques, en Isère et dans la zone littorale de Calais à Dunkerque.

## Le monoxyde de carbone (CO)

Actuellement, l'exposition au CO représente un enjeu sanitaire uniquement en air intérieur. En effet, dans l'air extérieur, les émissions et concentrations de ce polluant ont fortement baissé et la réglementation pour la protection de la santé humaine est respectée.

### Les effets sanitaires et environnementaux du CO

Le CO est un gaz incolore, inodore et très toxique, essentiellement issu d'activités anthropiques. Il se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques (fioul, charbon, bois, carburants, etc.). Du fait de ses faibles concentrations dans l'air ambiant extérieur, c'est surtout pour l'air intérieur que le CO représente un enjeu sanitaire. En effet, son niveau dans l'air est favorisé par une mauvaise ventilation en milieu clos (embouteillages dans les tunnels, moteurs au ralenti dans les parkings, habitations, etc.) ou par une mauvaise évacuation des produits de combustions (généralement due à des installations mal réglées), d'autant que son mélange avec l'air est facile compte tenu de sa densité proche de ce dernier.

Il est observé :

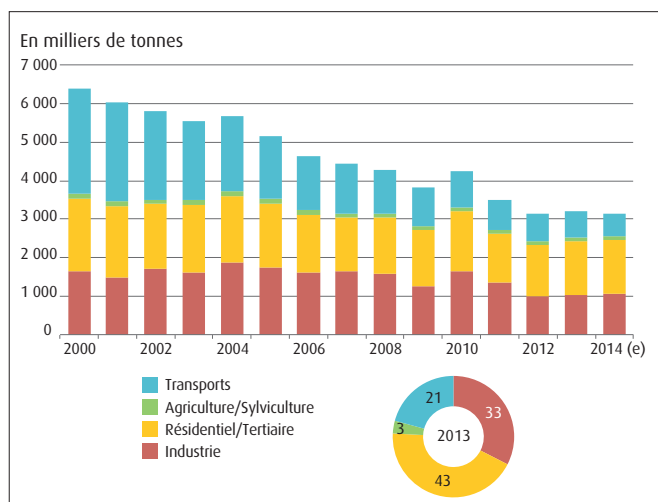
- des troubles de type neurovégétatif comme des céphalées, une faiblesse musculaire, une hypotension, une tachycardie réflexe, des vertiges, pour de faibles niveaux d'exposition ;
- des effets plus sévères, cardio-vasculaires et neurologiques, immédiatement après une intoxication aiguë ou de façon retardée (quelques jours à quelques semaines) ;
- des comas ou des cas mortels en cas d'intoxication aiguë de forte intensité.

Par ailleurs, ce gaz participe à l'acidification de l'air, des sols et des cours d'eau. Il concourt aussi à la formation d'O<sub>3</sub> troposphérique.

### L'évolution des émissions de CO

Les émissions de CO ont baissé depuis 1973, notamment celles des transports routiers grâce aux normes environnementales imposées aux véhicules routiers au début des années 1970 puis à l'introduction du pot catalytique sur les véhicules essence en 1993 et sur les véhicules diesel en 1997. En 2013, le résidentiel-tertiaire et l'industrie sont responsables des trois quarts des émissions (*graphique 15*).

Graphique 15 : évolution des émissions françaises de CO



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.

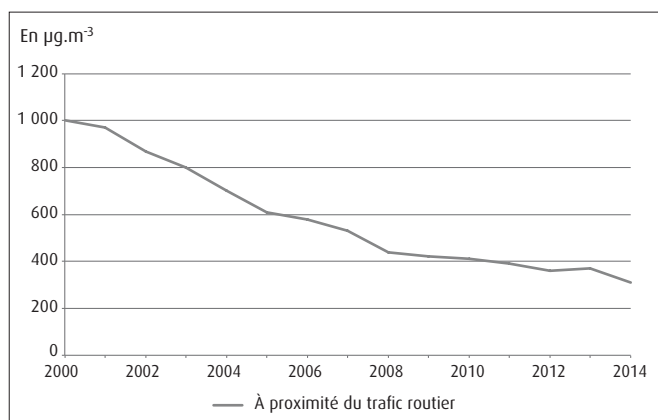
Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

### L'évolution des concentrations de CO

Sur la période 2000-2014, les concentrations en CO dans l'air ambiant ont diminué et sont faibles, moins de 1 mg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle depuis 2009 (*graphique 16*). Ainsi, aucun dépassement du seuil pour la protection de la santé humaine n'est constaté en 2014.

Ces dernières années, le nombre de stations de mesure du CO est en baisse et atteint 25 en 2014. Cette diminution s'explique par une optimisation du dispositif de surveillance qui tient compte des faibles concentrations mesurées les années passées.

Graphique 16 : évolution des concentrations moyennes annuelles de CO de 2000 à 2014



Champ : France métropolitaine et DOM.

Source : Géod'Air, mai 2015



## Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, polluant cancérigène pour l'homme, est émis majoritairement par le résidentiel (48 % en 2013) et le transport (38 % en 2013). Ces émissions ont baissé ainsi que les concentrations à proximité du trafic routier. En 2014, des dépassements de la réglementation pour la protection de la santé humaine sont mesurés localement, principalement à proximité d'industries et du trafic routier. Ces derniers concernent 14 sites de mesure.

### Les effets sanitaires et environnementaux du C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

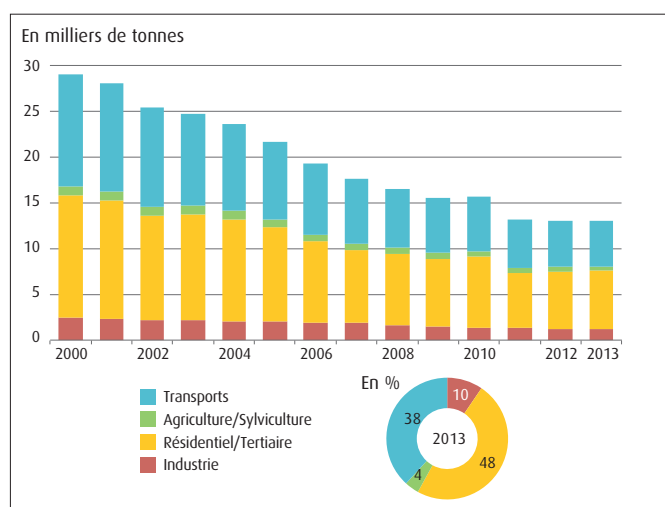
Le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> est l'un des composés les plus nocifs de la famille des COV. Une exposition aiguë ou chronique au C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> est susceptible d'entraîner des effets néfastes sur la santé humaine. L'exposition à ce polluant provoque des effets critiques de natures hématologiques : toxicité sur les lymphocytes lors d'expositions aiguës ou intermédiaires (jusqu'à une année), diminution du nombre de cellules sanguines, anémie aplasique (réduction de la production de globules rouges souvent associée à une baisse des globules blancs et des plaquettes) et leucémie dans le cas d'expositions chroniques. Le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> est classé comme agent cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le CIRC depuis 1987.

Les COV contribuent également, au travers de réactions faisant intervenir les NO<sub>x</sub> et le rayonnement solaire, à la formation de polluants photochimiques tels que l'O<sub>3</sub>, nocifs pour la santé. Ils contribuent enfin à la formation de particules fines secondaires.

### L'évolution des émissions de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Sur la période 2000-2013, les émissions françaises de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ont diminué de 55 % (graphique 17). En 2013, le principal secteur émetteur est le résidentiel-tertiaire (48 %) en particulier du fait de la combustion du bois, suivi du transport (38 %).

Graphique 17 : évolution des émissions françaises de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



Notes : l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).

Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

#### Les émissions de COVNM au niveau européen

À l'échelle européenne, la directive NEC impose à tous les États membres des plafonds d'émission en composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) à respecter en 2010. Ces seuils sont dépassés par trois pays selon les estimations provisoires 2013 : l'Allemagne, le Danemark et l'Irlande. En valeur absolue, l'Allemagne dépasse le plus son plafond d'émission avec 143 kilotonnes alors qu'en pourcentage ce sont l'Irlande et le Danemark avec respectivement 64 % et 35 % de dépassement.

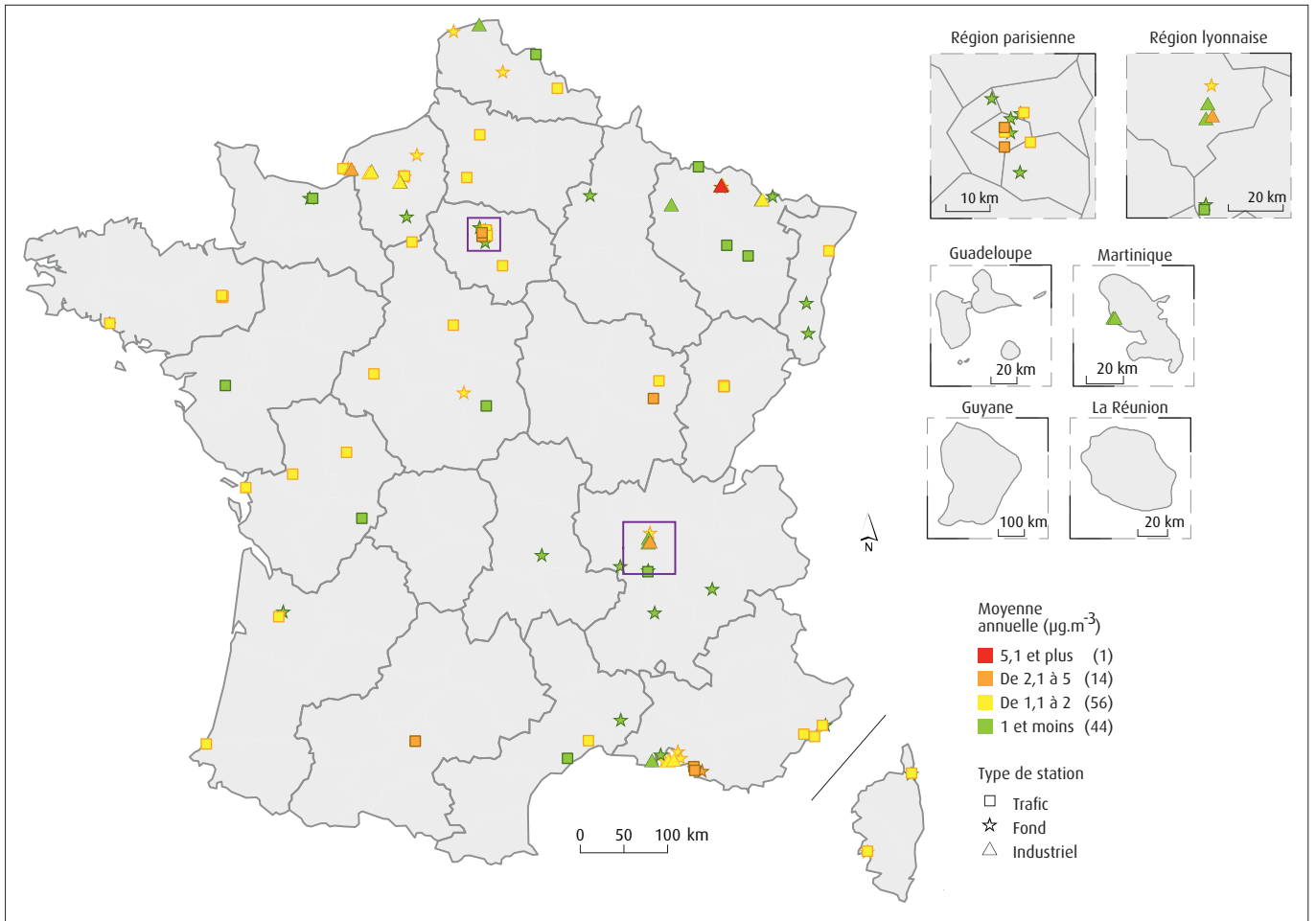
### L'évolution des concentrations de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Entre 2000 et 2014, les concentrations annuelles en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ont diminué à proximité du trafic routier. Cette baisse s'explique en partie par la limitation du taux de ce polluant dans l'essence à la suite de la mise en application de la réglementation européenne au 1<sup>er</sup> janvier 2000 (directive 98/70/CE du 13 octobre 1998). La diminution importante du nombre de véhicules essence dans le parc roulant français a pu aussi jouer un rôle.

En 2014, les concentrations moyennes annuelles en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> sont mesurées par des analyseurs automatiques et par des prélèvements avec analyses en laboratoire. À proximité du trafic routier et en fond urbain, elles sont respectivement de 1,5 et 1,0 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne.

En 2014, un site localisé à proximité d'industries en Moselle ne respecte pas le seuil réglementaire pour la protection de la santé humaine en moyenne annuelle (carte 25). De plus, 14 sites dépassent l'objectif de qualité fixé au niveau français en moyenne annuelle. Les zones concernées sont la Moselle, Lyon, Paris, Marseille, Le Havre, Toulouse et la Côte-d'Or.

Carte 25 : concentrations moyennes annuelles en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> en 2014



Notes : seuil annuel pour la protection de la santé humaine fixé à  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ; en Guyane, le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> est suivi en 2014 sur deux sites. Ces mesures sont réalisées en phase d'évaluation préliminaire et ne sont donc pas présentées ici.

Source : Géod'Air, mai 2015. Traitements : SOeS, 2015

## Les métaux lourds

Les émissions d'arsenic (As), de cadmium (Cd), de nickel (Ni) et de mercure (Hg) proviennent majoritairement de l'industrie et ont baissé depuis 2000 de 57 à 81 % selon les métaux. Celles de plomb (Pb), issues du transport routier et de l'industrie pour l'essentiel, ont diminué de 97 % depuis 2000. En 2014, les concentrations en Pb sont faibles et respectent la réglementation. Celles en As, Cd et Ni sont également inférieures aux seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine, hormis sur un site pour l'As.

### Les effets sanitaires et environnementaux des métaux lourds

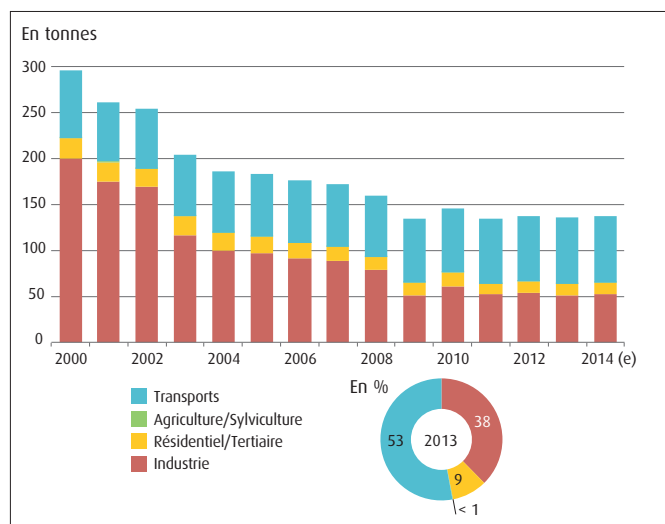
Dans l'air ambiant, les métaux lourds sont présents sous forme de particules et de gaz. Ces polluants s'accumulent dans l'organisme et peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, etc. Leur dépôt sur les surfaces (sols, eaux, etc.) conduit également à une contamination de la chaîne alimentaire.

### Le plomb (Pb)

#### • L'évolution des émissions de Pb

En 2013, le transport routier est le premier émetteur de Pb. Sur la période 1990-2013, les émissions de Pb dans l'air ont diminué de 97 %, notamment grâce à l'interdiction de l'utilisation de plomb tétraéthyle dans les essences depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000 (graphique 18).

Graphique 18 : évolution des émissions françaises de Pb



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

#### • Les concentrations de Pb en 2014

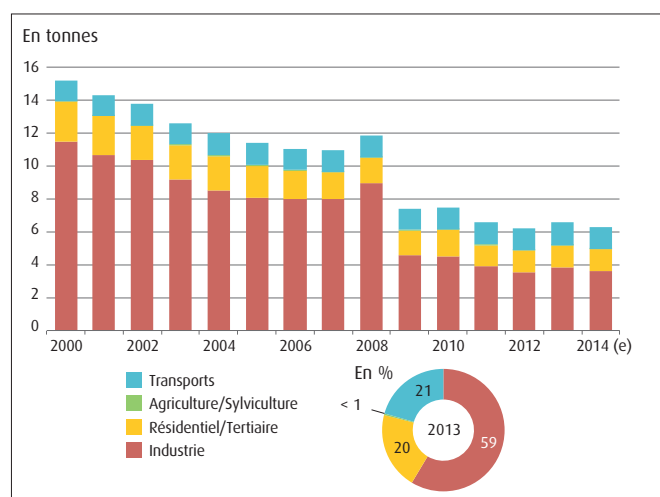
Les concentrations moyennes annuelles en Pb en 2014 sont très inférieures au seuil annuel pour la protection de la santé fixé à 0,5 µg.m<sup>-3</sup> et sont pour 83 % des stations de mesure inférieures à 0,01 µg.m<sup>-3</sup>. La concentration annuelle maximale enregistrée en 2014 est de 0,13 µg.m<sup>-3</sup> et est mesurée en Lorraine sur un site de type industriel.

### L'arsenic (As)

#### • L'évolution des émissions d'As

En 2013, l'industrie est le secteur qui contribue le plus aux émissions d'As dans l'air. Toutefois, ces dernières ont diminué de 57 % sur la période 2000-2013 (graphique 19). Cette baisse s'explique notamment par la mise en place de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux dans les aciéries électriques ainsi que par la fermeture de certaines centrales thermiques.

Graphique 19 : évolution des émissions françaises d'As



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

#### • Les concentrations d'As en 2014

L'As est réglementé par la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004. En 2014, ses concentrations sont suivies sur 68 sites de prélèvement en France. Cette même année, les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil annuel pour la protection de la santé humaine, 6 ng.m<sup>-3</sup>, hormis sur un point de mesure situé en Rhône-Alpes dans la Loire qui enregistre une concentration de 7,6 ng.m<sup>-3</sup>. Les activités industrielles sont la principale source d'As dans ce secteur mais les remises en suspension de terrains historiquement pollués peuvent également expliquer cette forte concentration en As. Ce dernier point est à l'étude par Air Rhône-Alpes.

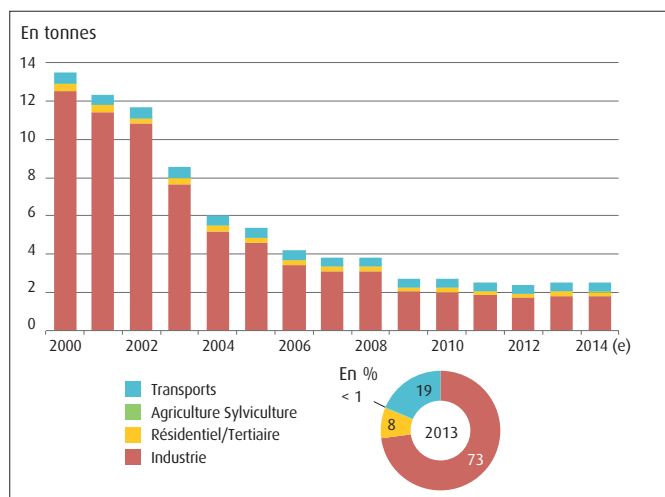
Par ailleurs, les concentrations en As sont comprises entre 1,1 et 6 ng.m<sup>-3</sup> pour 3 stations de mesure et sont inférieures ou égales à 1 ng.m<sup>-3</sup> pour les 64 stations restantes.

## Le cadmium (Cd)

### • L'évolution des émissions de Cd

Sur la période 2000-2013, les émissions de Cd ont diminué de 81 % (graphique 20). Cette tendance s'explique par les progrès réalisés dans les secteurs industriels, notamment la sidérurgie et la métallurgie des métaux non ferreux, et dans le traitement des fumées des usines d'incinération. En 2013, l'industrie reste le premier secteur émetteur de Cd dans l'air.

Graphique 20 : évolution des émissions françaises de Cd



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.  
Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

### • Les concentrations de Cd en 2014

Le Cd est réglementé par la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004. En 2014, ces concentrations sont suivies sur 67 sites de prélèvement en France et aucun dépassement du seuil annuel pour la protection de la santé humaine, 5 ng.m<sup>-3</sup>, n'est constaté.

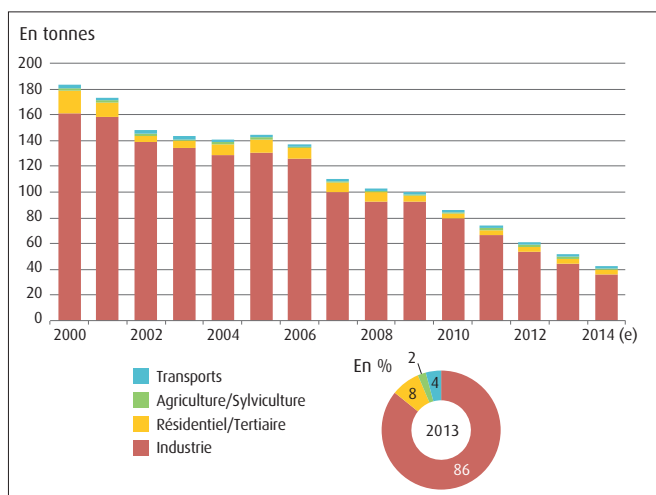
Sur deux points de mesure, les concentrations sont comprises entre 1,1 et 5 ng.m<sup>-3</sup>. Sur les autres sites de mesure, les teneurs en Cd sont inférieures ou égales à 1 ng.m<sup>-3</sup>.

## Le nickel (Ni)

### • L'évolution des émissions de Ni

Les émissions de Ni ont diminué de 72 % entre 2000 et 2013 (graphique 21). Cette tendance à la baisse est liée à une consommation moins importante de fioul lourd dans le secteur de l'industrie ainsi que par la mise en place de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux dans les aciéries électriques. Malgré ces progrès, le Ni est émis majoritairement par l'industrie en 2013.

Graphique 21 : évolution des émissions françaises de Ni



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
Champ : France métropolitaine.  
Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

### • Les concentrations de Ni en 2014

Le Ni est réglementé par la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 et le suivi de ces concentrations dans l'air est assuré en 2014 sur 65 sites de prélèvement en France. Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil annuel pour la protection de la santé humaine, 20 ng.m<sup>-3</sup>.

Sur l'ensemble des sites de prélèvement, 3 mesurent une teneur annuelle en Ni comprise entre 11 et 20 ng.m<sup>-3</sup>, 36 une concentration comprise entre 1,1 et 10 ng.m<sup>-3</sup> et 26 une teneur inférieure ou égale à 1 ng.m<sup>-3</sup>.

## Le mercure (Hg)

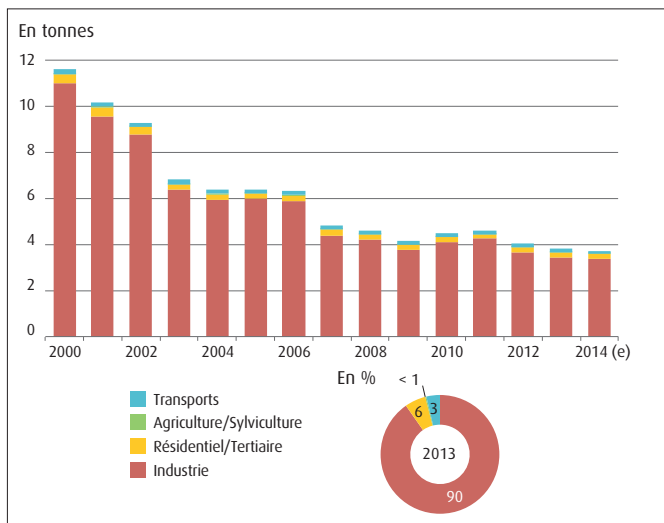
### • L'évolution des émissions de Hg

Entre 2000 et 2013, les émissions de Hg ont diminué de 67 % à la suite de la mise en conformité progressive des usines d'incinération d'ordures ménagères, à l'amélioration des performances des incinérateurs de déchets, par son utilisation de plus en plus limitée ainsi que par une meilleure optimisation des procédés de production de chlore (graphique 22). Le secteur de l'industrie reste néanmoins le plus émetteur de Hg.

### • Le suivi des concentrations de Hg

La directive 2004/107/CE fixe des méthodes et des critères communs pour l'évaluation des concentrations en Hg dans l'air ambiant ainsi que dans les dépôts. Aucun seuil pour la protection de la santé humaine n'est en revanche défini.

Graphique 22 : évolution des émissions françaises de Hg



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).  
 Champ : France métropolitaine.  
 Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

Suivant les recommandations du LCSQA établissant que l'intérêt de la surveillance se concentre essentiellement sur une problématique industrielle, l'équipement des Aasqa et la surveillance du Hg se limitent aux régions qui comptent une activité de production de chlore par un procédé chlore/alcali.

Les autres campagnes de mesure sont de nature ponctuelle (quelques semaines dans l'année). Elles s'inscrivent dans le suivi périodique d'activités industrielles locales (cimenteries, usines d'incinération d'ordures ménagères, etc.) ou relèvent de problématiques sanitaires (contamination de locaux par le bris de lampes ou d'instruments contenant du mercure).

## Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Le résidentiel, chauffage au bois principalement, contribue le plus aux émissions de HAP et représente 61 % en 2013. En 2014, les concentrations en benzo[a]pyrène (B[a]P) sont inférieures au seuil pour la protection de la santé humaine, hormis sur deux sites de mesure.

### Les effets sanitaires et environnementaux des HAP

Les HAP sont des composés organiques dont la structure cyclique comprend au moins deux cycles aromatiques. Parmi la centaine de HAP répertoriés, 16 sont couramment analysés dans les différentes composantes de l'environnement, dont l'air. De nombreux HAP présents dans l'atmosphère existent simultanément sous forme gazeuse et particulaire (HAP adsorbés et/ou absorbés aux particules).

Ils font partie des polluants organiques persistants du fait de quatre caractéristiques principales : ils sont toxiques, persistants dans l'environnement, bioaccumulables (ils s'accumulent dans les tissus vivants du fait de leur forte solubilité dans les lipides) et peuvent être transportés sur une longue distance.

La population est généralement exposée à un mélange de HAP. Actuellement, leurs effets sur la santé ne sont que partiellement connus. Les données disponibles montrent que certains HAP peuvent induire spécifiquement de nombreux effets :

- des effets systémiques (qui affectent un organe ou une fonction et apparaissent en un site distant du point d'entrée dans l'organisme nécessitant une absorption et une distribution de la substance dans l'organisme) : effets hépatiques, hématologiques, immunologiques et développement d'athérosclérose ;
- et/ou des effets sur la reproduction, ainsi que des effets génotoxiques et cancérigènes.

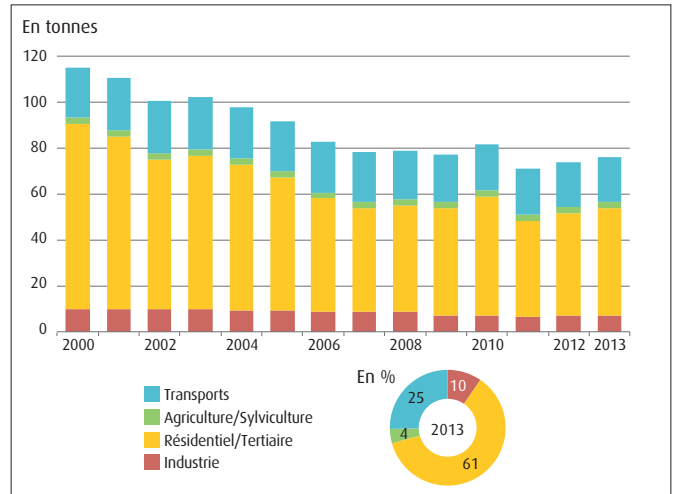
Le B[a]P, l'un des HAP les plus connus, est classé comme agent cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le Circ. D'autres HAP sont également classés par le Circ comme agents cancérigènes probables (groupe 2A) ou cancérigènes possibles (groupe 2B). Il est considéré comme traceur du risque cancérigène pour la famille des HAP.

### L'évolution des émissions de HAP

Les sources principales d'émissions sont les secteurs résidentiel et tertiaire (61 % en 2013), avec le chauffage au bois principalement, et les transports (25 % en 2013) – (graphique 23).

Cette problématique touche particulièrement les vallées concernées par des émissions industrielles, par l'utilisation importante du chauffage au bois et/ou encore par des conditions climatiques qui bloquent la dispersion des polluants en hiver.

Graphique 23 : évolution des émissions françaises de HAP



Notes : (e) : estimation préliminaire ; l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux) ; total des 8 HAP réglementés en France (arrêté du 2 février 1998 modifié) : B[a]P, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, indeno[1,2,3-cd]pyrène, benzo[g,h,i]pérylène, fluoranthène, dibenzo[a,h]anthracène, benzo[a]anthracène.

Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2015

### Les concentrations en B[a]P

Les HAP sont réglementés par la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004. La surveillance des teneurs en B[a]P ainsi que celles d'autres HAP est relativement récente. En 2014, 2 sites sur les 68 suivis dépassent le seuil annuel en B[a]P pour la protection de la santé humaine, fixé à 1 ng.m<sup>-3</sup>.

Le premier, de type industriel, se trouve en Lorraine dans la partie nord de la Moselle et mesure une concentration de 3,2 ng.m<sup>-3</sup> en B[a]P. Le second se situe en Rhône-Alpes, dans la vallée de l'Arve en Haute-Savoie, et enregistre une teneur en B[a]P de 1,5 ng.m<sup>-3</sup> sous l'influence d'installations industrielles et du chauffage individuel au bois.

Sur le reste du territoire, les concentrations en B[a]P sont réparties de la manière suivante :

- entre 0,51 et 1 ng.m<sup>-3</sup> sur 6 sites ;
- inférieures ou égales à 0,5 ng.m<sup>-3</sup> sur 60 sites.

## Les concentrations de polluants atmosphériques au niveau européen

Dans le cadre des directives européennes, les pays de l'Union européenne réalisent des mesures de qualité de l'air. Ces données sont regroupées par l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) et permettent d'établir un bilan de la qualité de l'air en Europe et de situer la France par rapport aux autres pays européens.

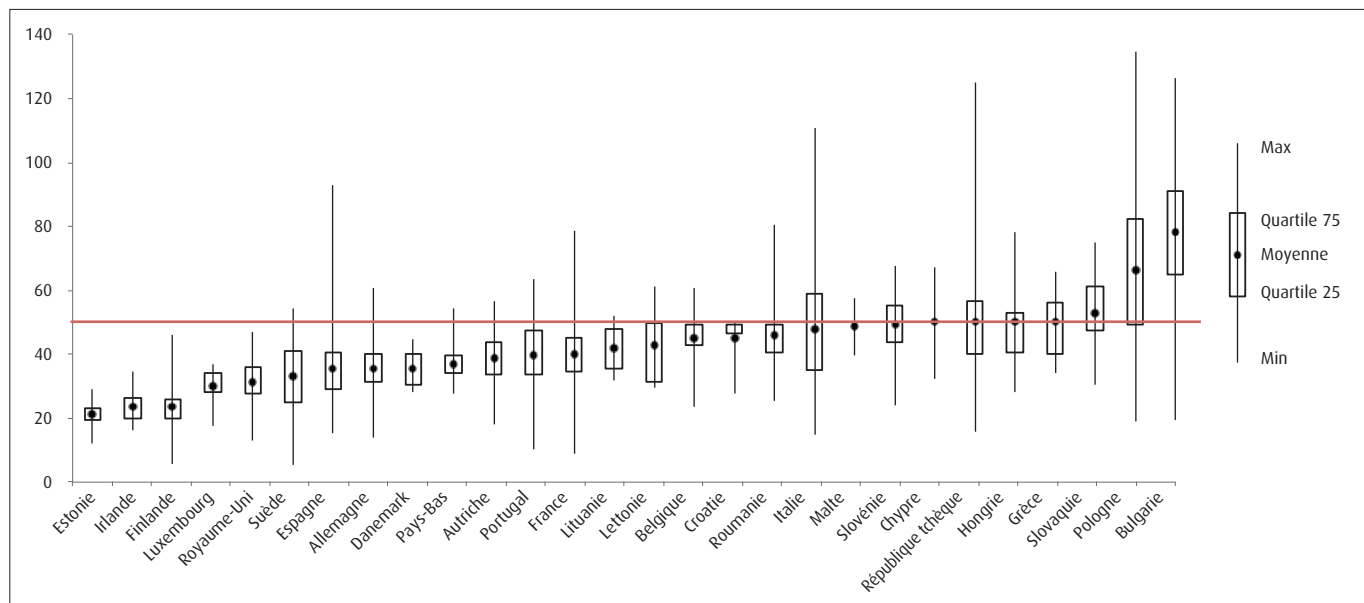
Les polluants les plus problématiques en Europe sont les particules, le NO<sub>2</sub> et dans une moindre mesure l'O<sub>3</sub>. Les problématiques observées en France sont globalement les mêmes que pour les pays de l'Europe méditerranéenne, mais avec des taux de dépassement des seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine plus faibles. Les dépassements des seuils en PM<sub>2,5</sub> et en B[a]P sont plus importants dans les pays de l'Europe centrale et de l'Est. L'O<sub>3</sub> est une problématique très marquée dans les pays de la zone méditerranéenne en raison de conditions météorologiques plus favorables à sa formation. Les variations entre pays peuvent également s'expliquer par la composition du parc automobile, par les modes de chauffage ou par le nombre d'industries.

À titre d'exemple, en 2012, les zones ou pays concernés par des dépassements des seuils réglementaires pour la protection de la santé humaine sont :

- 21 États membres, dont la France, sur un point de mesure ou plus pour les PM<sub>10</sub> (graphique 24) ;
- la Bulgarie, l'Italie, la Pologne, la République tchèque, la Roumanie et la Slovaquie pour les PM<sub>2,5</sub> ;
- 20 États membres, dont la France, pour le NO<sub>2</sub> ;
- l'Europe centrale et de l'Est pour le B[a]P ;
- localisés et dus à des sources industrielles pour les métaux : Belgique et Pologne pour l'As, Belgique, Bulgarie et République tchèque pour le Cd puis Allemagne, Espagne, Italie, Norvège et Royaume-Uni pour le Ni.

Depuis l'entrée en vigueur de la législation européenne en 2005, au moins un des seuils fixés pour les PM<sub>10</sub> n'a pas été respecté chaque année dans 17 États membres, dont la France. Cela a conduit la Commission européenne à engager un contentieux à l'encontre de ces États.

Graphique 24 : situation des États membres de l'Union européenne au regard du seuil journalier en PM<sub>10</sub> en 2012



Note : le seuil journalier en PM<sub>10</sub> imposé par la législation européenne est indiqué par la ligne rouge : 50 µg.m<sup>-3</sup> en concentration moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile. Les États membres avec des mesures au-dessus de cette ligne ne respectent pas ce seuil en 2012. Le graphique est basé sur la 36<sup>e</sup> moyenne journalière la plus haute pour chaque station de chaque pays.

Champ : Union européenne.

Source : AEE ; European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation





# Annexes

## Annexe 1 : éléments méthodologiques

### • Les critères de sélection appliqués aux données de qualité de l'air

Toutes les données de concentrations présentées dans le document sont issues de mesures effectuées par les Aasqa et centralisées dans la base Géod'Air.

### • pour les mesures réalisées par des instruments automatiques en stations fixes :

Les polluants concernés sont : le NO<sub>2</sub>, le NO, les NO<sub>x</sub>, les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2,5</sub>, le SO<sub>2</sub>, l'O<sub>3</sub>, le CO et une partie des mesures de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

Pour les courbes et cartes présentées pour le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2,5</sub>, le SO<sub>2</sub> et le CO, seules les stations présentant un taux de saisie annuel minimal de 85 % ont été considérées. Le taux de 85 % correspond au taux de saisie annuel minimal défini par la directive européenne 2008/50/CE (90 %) rabaisé de 5 % pour des raisons de maintenance ou d'étalonnage. Pour la carte du C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, les stations prises en compte sont celles avec un taux de couverture sur l'année d'au moins 77 % pour les stations à proximité d'industries et de 30 % pour les stations de fond urbain ou situées à proximité du trafic routier.

Les cartes en annexe présentent toutes les stations avec un taux de saisie supérieur ou égal à 85 % en 2014 sauf pour le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Pour ce polluant, les stations prises en compte sont celles avec un taux de couverture sur l'année d'au moins 77 % pour les stations à proximité d'industries et de 30 % pour les stations de fond urbain ou situées à proximité du trafic routier.

Pour les cartes d'O<sub>3</sub>, seules les stations présentant un taux de saisie estival (d'avril à septembre) minimal de 85 % ont été considérées.

De plus, les stations prises en compte dans les graphiques et les cartes sont celles concernées par les rapportages à la Commission européenne.

Les graphiques présentant les tendances de 2000 à 2014 ont été réalisés sur un panel de stations sélectionnées de la manière suivante : chaque station doit avoir un taux de fonctionnement supérieur ou égal à 85 % pour au moins un tiers des années considérées (N/3 arrondi à l'entier supérieur). Ce choix permet de rester sur une base constante de stations et de tenir compte de l'évolution du parc analytique. L'interprétation des tendances est réalisée sur la base des résultats du test statistique Mann Kendall Sen.

Tableau 1 : règles d'arrondi commerciales

Valeur	Nombre de décimales à conserver	Exemple avant arrondi	Exemple après arrondi	Nombre de chiffres significatifs, après arrondi
X ≥ 10	0 (entier)	132,5	133	3
		17,83	18	2
1 ≤ x < 10	1	2,345	2,3	2
0,1 ≤ x < 1	2	0,865	0,87	2
0,01 ≤ x < 0,1	3	0,0419	0,043	2
etc.				

Source : LCSQA

### • pour les mesures réalisées par des préleveurs avec analyses en laboratoire :

Les polluants concernés sont : l'As, le Cd, le Ni, le Pb, le B[a]P et une partie des mesures de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

Les stations prises en compte sont celles dont le taux de couverture est d'au moins 12 % en 2014. Pour le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, certaines mesures ont été considérées comme fixes lorsque l'information avait été fournie par l'Aasqa. Pour ces mesures, les critères définis au paragraphe sur les stations fixes ont été appliqués.

La comparaison aux valeurs cibles et valeurs limites s'effectue avec la même précision numérique que la valeur cible ou la valeur limite considérée.

Exemple : les concentrations annuelles en B[a]P sont soumises au contrôle d'une valeur cible (1 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, soit un chiffre significatif). Une concentration annuelle de 1,4 ng.m<sup>-3</sup> est donc arrondie à 1 et ne dépasse pas la valeur cible.

### • Les cartes PREV'AIR

Les cartes portant la mention PREV'AIR résultent de la combinaison de simulations obtenues par modélisation déterministe et de données d'observations mesurées par les Aasqa. Elles sont générées par le système PREV'AIR ([www.prevoir.org](http://www.prevoir.org)).

### • Méthodologie des indices présentés dans le graphique 1 de la synthèse

Le *graphique 1* présente sous forme d'indices l'évolution des concentrations de trois polluants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>), mesurées par des stations de fond urbain, hors Corse et DOM. Ces indices sont élaborés selon les grandes étapes suivantes :

- pour chaque polluant et chaque année, les stations ayant fonctionné moins de 90 % de l'année sont éliminées ;
- pour chaque polluant et chaque année, les stations ayant connu des périodes d'interruption de plus de 720 heures consécutives sont éliminées ;
- les stations sont sélectionnées selon une méthode biannuelle : pour le calcul de l'indice de l'année N, seules les stations ayant fonctionné cette même année et la précédente sont retenues ;
- des moyennes journalières sont ensuite calculées pour les stations retenues ;
- une estimation des moyennes journalières manquantes est réalisée par interpolation, extrapolation ou rétropolation par comparaison à d'autres stations ;
- des moyennes mensuelles sont ensuite calculées ;
- des concentrations mensuelles par polluant et par unité urbaine sont calculées à l'aide de moyennes simples appliquées sur les concentrations mensuelles des stations de chaque unité urbaine ;
- des concentrations mensuelles par polluant et par strate d'agglomération (quatre strates ont été définies) sont calculées à l'aide de moyennes pondérées appliquées sur les concentrations mensuelles des unités urbaines de chaque strate. La pondération correspond à la superficie de chaque unité urbaine ;
- des indices mensuels sont calculés pour chaque polluant et chaque strate (indice égal à 100 en 2000) ;
- des indices annuels par polluant et par strate sont calculés à l'aide de moyennes simples appliquées sur les indices mensuels ;

- les indices annuels par polluant et par strate sont ensuite chaînés ;
- les indices « France » sont calculés à l'aide de moyennes pondérées appliquées sur les indices par strate. La pondération est obtenue en calculant, pour chacune des années, le poids de chaque strate dans la superficie totale de la France couverte par les stations.

La méthodologie de cet indice est disponible au lien suivant <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/227/226/evolution-qualite-lair-agglomerations-francaises-situation.html>.

## Annexe 2 : normes de qualité de l'air en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2014

Au niveau européen, deux directives fixent des normes de qualité de l'air : la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, et la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant. Ces deux textes assurent un cadre commun pour l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air, ainsi que pour l'information du public. Elles fixent également des concentrations maximales dans l'air pour certaines substances polluantes dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire leurs effets nocifs sur la santé humaine.

Ces textes sont transposés en droit français par le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air.

Les définitions présentées ci-dessous sont celles précisées dans ce décret.

**Objectif de qualité** : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;

**Valeur cible** : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;

**Valeur limite** : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;

**Seuil d'information et de recommandation** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;

**Seuil d'alerte** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Tableau 2 : normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Objectif de qualité	40 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	200 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire
Seuils d'alerte	400 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	ou si 200 µg.m <sup>-3</sup> en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 µg.m <sup>-3</sup> à J+1	

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Tableau 3 : norme de qualité de l'air pour les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Niveau critique pour la protection de la végétation	30 µg eq NO <sub>2</sub> .m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
---	---	---------------------

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Tableau 4 : normes de qualité de l'air pour les particules PM<sub>10</sub>

Objectif de qualité	30 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne sur 24 heures

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Tableau 5 : normes de qualité de l'air pour les particules PM<sub>2,5</sub>

Objectif de qualité	10 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	20 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Valeur limite 2014 pour la protection de la santé humaine	26 µg.m <sup>-3</sup> (25 µg.m <sup>-3</sup> en 2015)	en moyenne annuelle

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Tableau 6 : normes de qualité de l'air pour le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Objectif de qualité	50 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Niveau critique pour la protection de la végétation	20 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1 <sup>er</sup> octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Tableau 7 : normes de qualité de l'air pour l'ozone (O<sub>3</sub>)

Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg.m <sup>-3</sup>	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 (µg.m <sup>-3</sup> ).h	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet, entre 8 h et 20 h
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg.m <sup>-3</sup>	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans)
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 (µg.m <sup>-3</sup> ).h	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet, entre 8 h et 20 h (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire
Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	240 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 <sup>er</sup> seuil : 240 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 <sup>e</sup> seuil : 300 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 <sup>e</sup> seuil : 360 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne horaire

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

**Tableau 8 : norme de qualité de l'air pour le monoxyde de carbone (CO)**

Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg.m <sup>-3</sup> soit 10 000 µg.m <sup>-3</sup>	maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
--	--	---

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

**Tableau 9 : normes de qualité de l'air pour le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

Objectif de qualité	2 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

**Tableau 10 : normes de qualité de l'air pour les métaux lourds**

Plomb (Pb)	Objectif de qualité	0,25 µg.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	0,5 µg.m <sup>-3</sup>	
Arsenic (As)	Valeur cible à compter de 2013	6 ng.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM <sub>10</sub>
Cadmium (Cd)		5 ng.m <sup>-3</sup>	
Nickel (Ni)		20 ng.m <sup>-3</sup>	

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

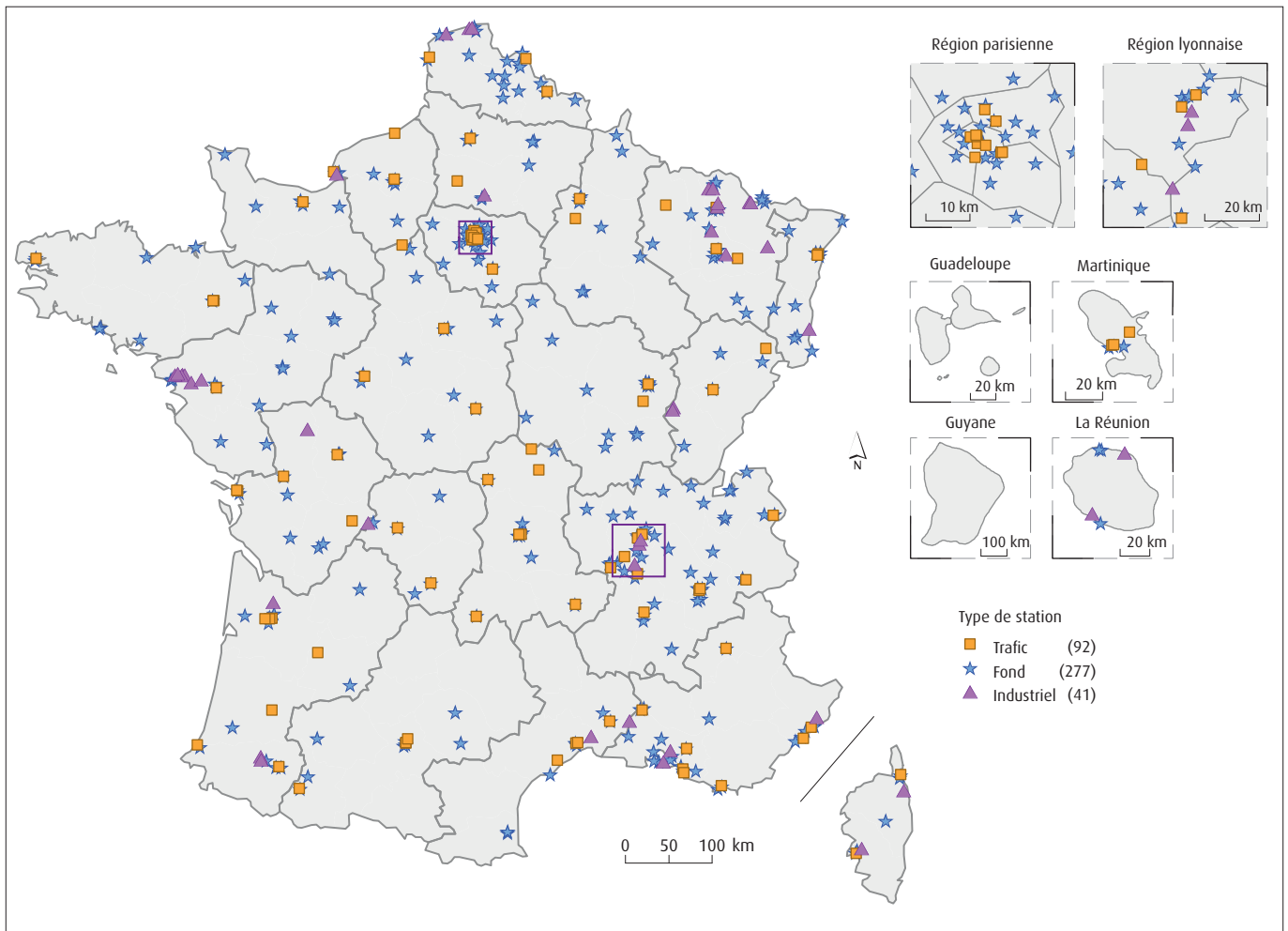
**Tableau 11 : norme de qualité de l'air pour le benzo[a]pyrène (B[a]P)**

Valeur cible à compter de 2013	1 ng.m <sup>-3</sup>	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM <sub>10</sub>
--------------------------------	----------------------	--

Source : décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

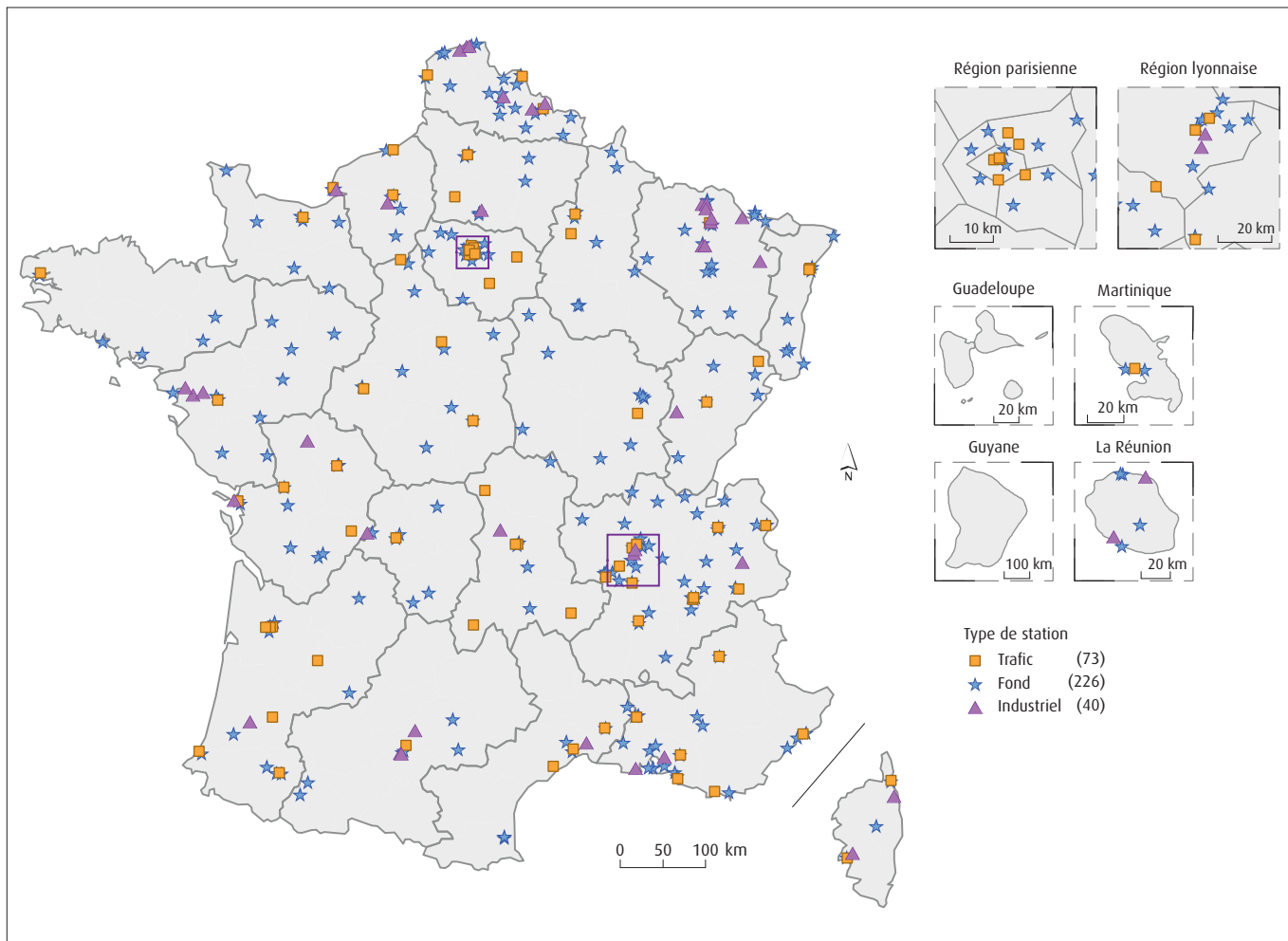
## Annexe 3 : implantation des sites de mesure de qualité de l'air – état 2014

Carte 26 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le NO<sub>2</sub> en 2014



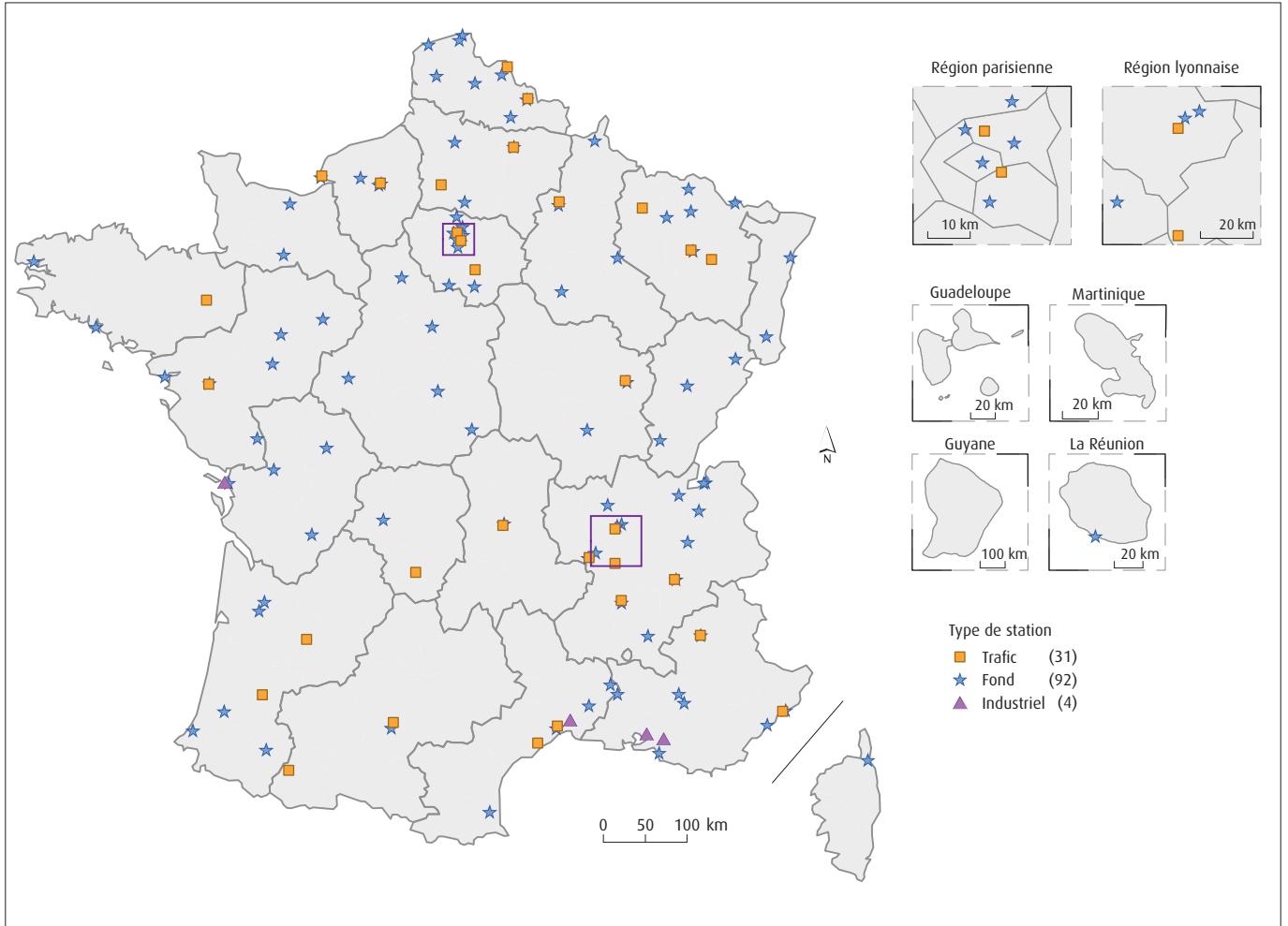
Source : Géod'Air, mai 2015

Carte 27 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM<sub>10</sub> en 2014



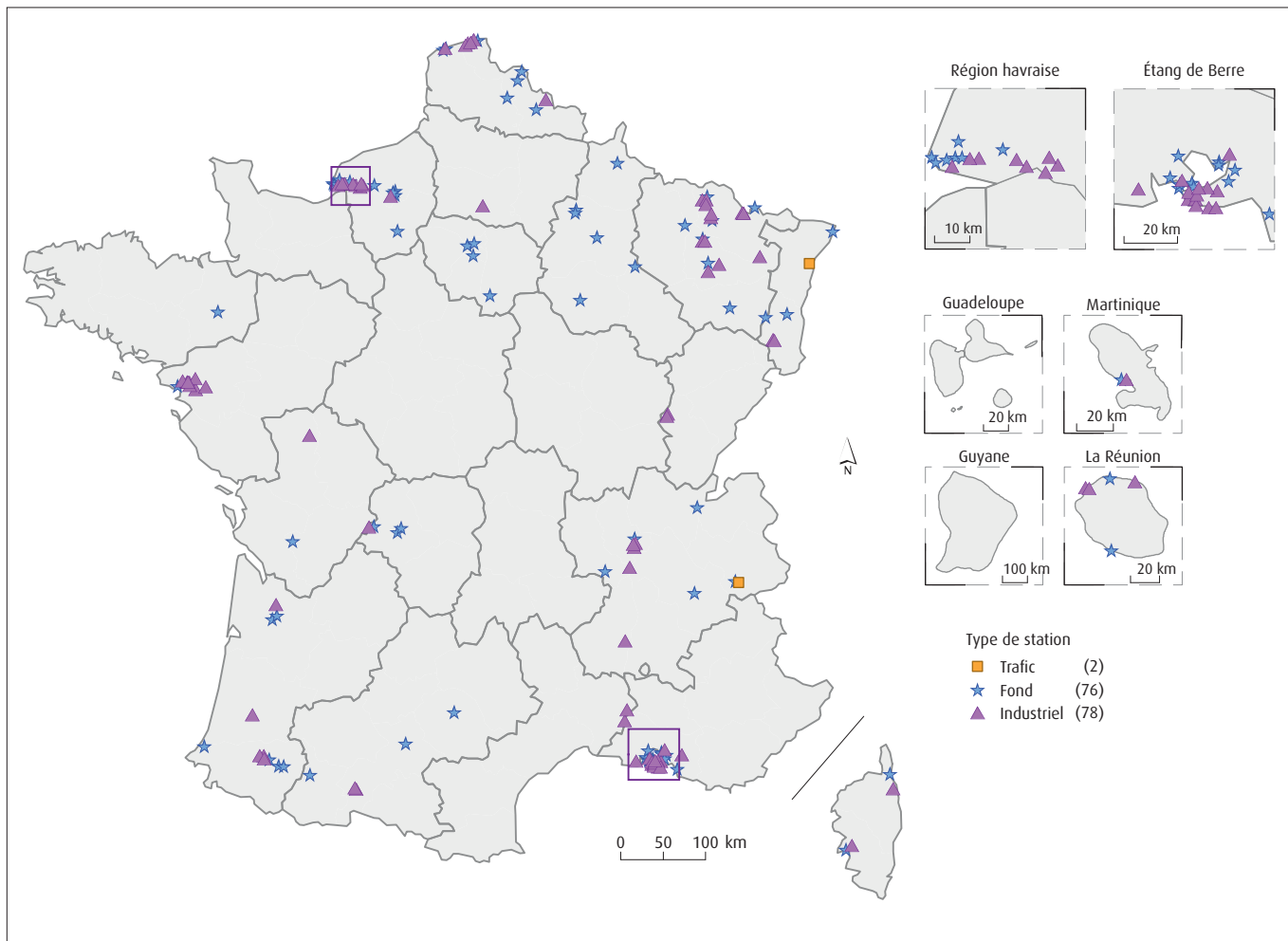
Source : Géod'Air, mai 2015

Carte 28 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM<sub>2,5</sub> en 2014



Source : Géod'Air, mai 2015

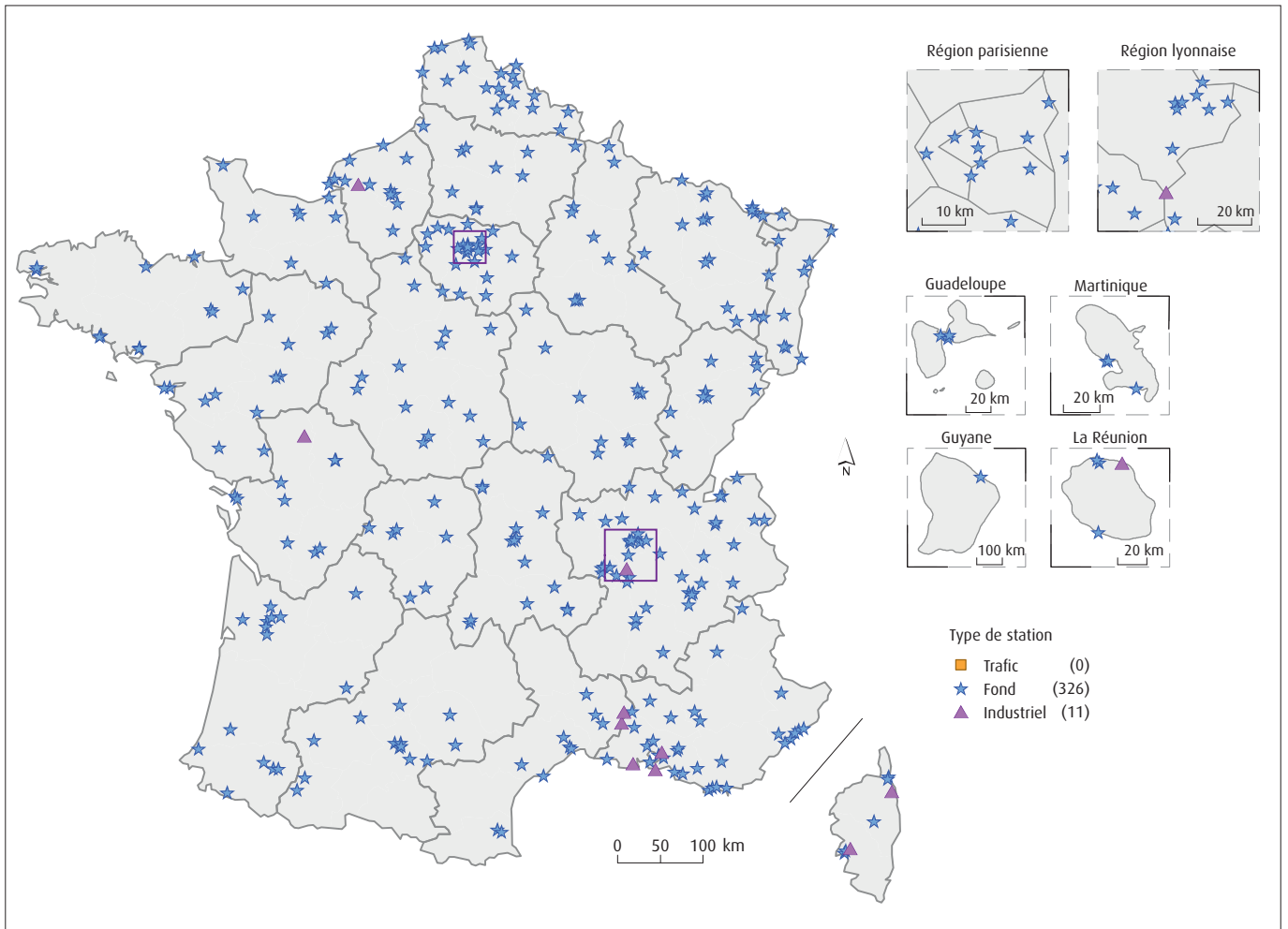
Carte 29 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le SO<sub>2</sub> en 2014



Source : Géod'Air, mai 2015

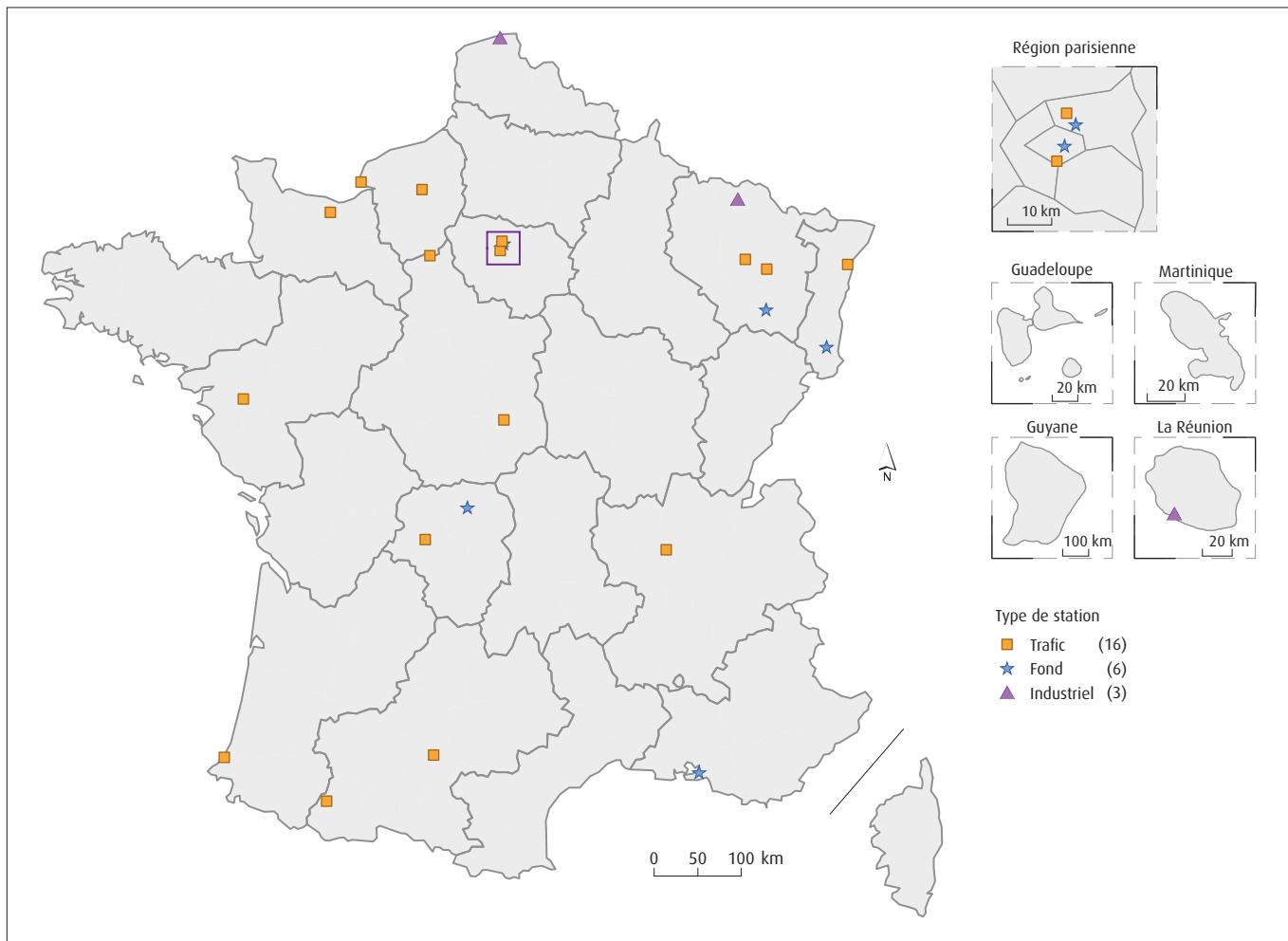


Carte 30 : implantation et typologie des stations ayant mesuré l'O<sub>3</sub> en 2014



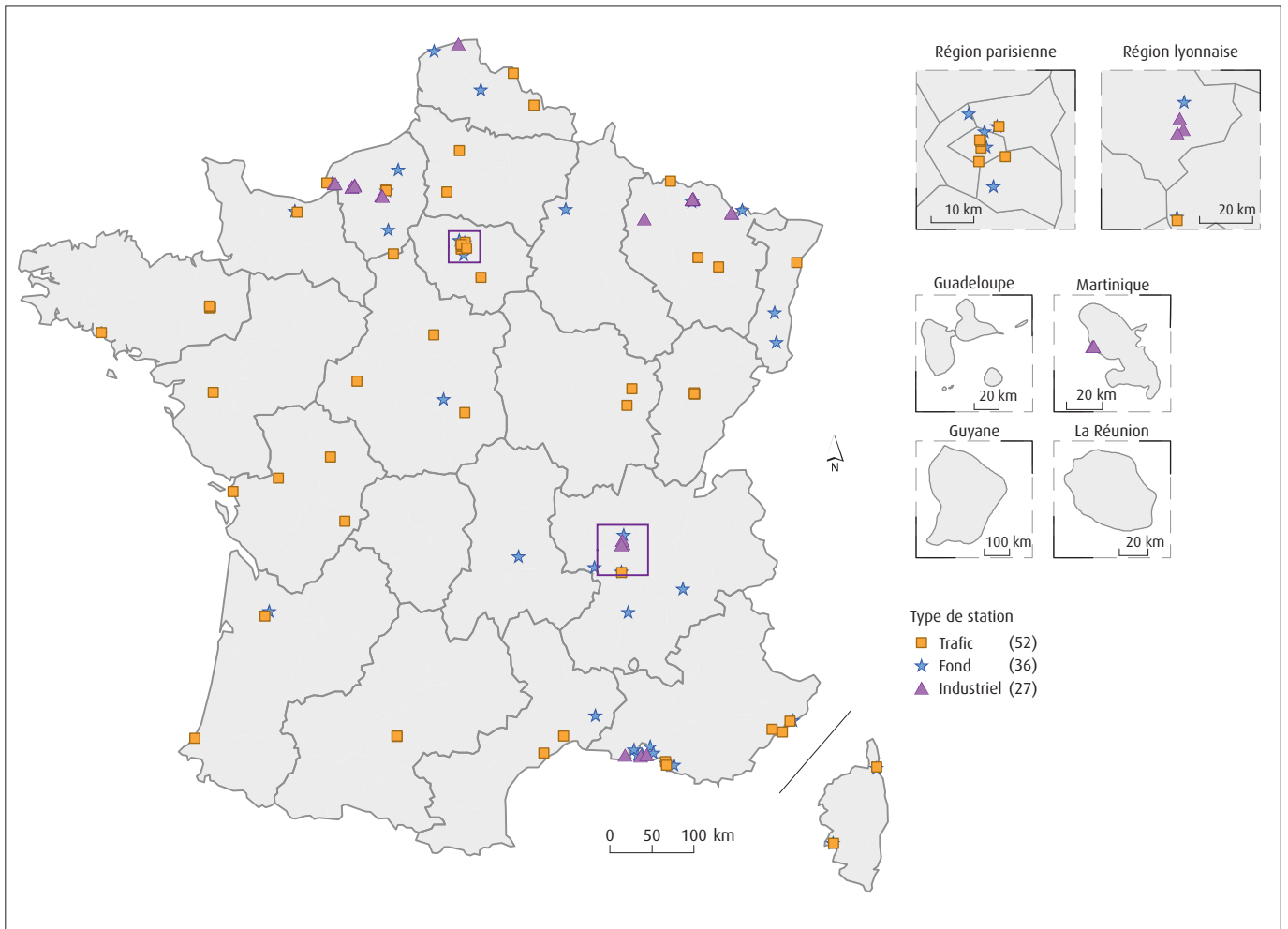
Source : Géod'Air, mai 2015

Carte 31 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le CO en 2014



Source : Géod'Air, mai 2015

Carte 32 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> en 2014



Source : Géod'Air, mai 2015

## Sigles et abréviations

<b>Aasqa</b>	Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air	<b>InVS</b>	Institut de veille sanitaire
<b>AEE</b>	Agence européenne pour l'environnement	<b>LCSQA</b>	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
<b>Anses</b>	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	<b>LNE</b>	Laboratoire national de métrologie et d'essais
<b>AOT40</b>	Accumulated Exposure Over Threshold 40	<b>Medde</b>	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
	$AOT40_{végétation} = \sum_{j=01/05}^{j=31/07} \sum_{i=20}^{i=8} (Mesure\ H_{i,j} - 80)$	<b>NEC</b>	National Emission Ceilings
	où mesure $h_{i,j}$ est la mesure horaire valide d'ozone supérieure à $80\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , de l'heure $i$ et du jour $j$	<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac
<b>As</b>	Arsenic	<b>Ni</b>	Nickel
<b>B[a]P</b>	Benzo[a]pyrène	<b>NO</b>	Monoxyde d'azote
<b>BPCO</b>	Broncho-pneumopathie chronique obstructive	<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Benzène	<b>NO<sub>x</sub></b>	Oxydes d'azote
<b>Cara</b>	Caractérisation des particules	<b>O<sub>3</sub></b>	Ozone
<b>Cd</b>	Cadmium	<b>OCDE</b>	Organisation de coopération et de développement économiques
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane	<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>Circ</b>	Centre international de recherche sur le cancer	<b>Pb</b>	Plomb
<b>Citepa</b>	Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique	<b>PDU</b>	Plan de déplacement urbain
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone	<b>PM<sub>10</sub></b>	Particules de diamètre inférieur à 10 $\mu\text{m}$
<b>COV</b>	Composés organiques volatils	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Particules de diamètre inférieur à 2,5 $\mu\text{m}$
<b>COVNM</b>	Composés organiques volatils non méthaniques	<b>PPA</b>	Plan de protection de l'atmosphère
<b>DGEC</b>	Direction générale de l'énergie et du climat	<b>Prepa</b>	Programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
<b>Emep</b>	European Monitoring and Evaluation Programme	<b>Puqa</b>	Plan d'urgence pour la qualité de l'air
<b>HAP</b>	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	<b>Secten</b>	Secteurs économiques et énergie
<b>Hg</b>	Mercuré	<b>Sirta</b>	Site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique
<b>IEM</b>	Indice d'exposition moyenne	<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>Ineris</b>	Institut national de l'environnement industriel et des risques	<b>SRCAE</b>	Schémas régionaux climat air énergie

## Pour en savoir plus

### Bibliographie

- *Qualité de l'air ambiant (extérieur) et santé*, OMS, aide-mémoire, n° 313, mars 2014.  
[www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/)
- *Air quality in Europe – 2014 report*, AEE, 2014, 80 p.  
[www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014](http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014)
- *Améliorer la qualité de l'air extérieur : agir dans tous les secteurs*, Medde DGEC Dicom, 13 p.  
[www.developpement-durable.gouv.fr/Ameliorer-la-qualite-de-l-air.html?onglet=sallelecture](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Ameliorer-la-qualite-de-l-air.html?onglet=sallelecture)
- Avis relatif à « une synthèse des éléments sanitaires en vue d'un appui à l'élaboration de seuils d'information et d'alerte du public pour les particules dans l'air ambiant », Anses, Maisons-Alfort, 2009, 8 p.  
[www.afssa.fr/ET/PPN49A0.htm?pageid=2292&parentid=424](http://www.afssa.fr/ET/PPN49A0.htm?pageid=2292&parentid=424)
- Communiqué de presse : *7 millions de décès prématurés sont liés à la pollution de l'air chaque année*, OMS, 2014.  
[www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/)
- Communiqué de presse : *Environnement : de nouveaux effets de la pollution atmosphérique constatés sur la santé nécessitent un renforcement des politiques de l'UE en matière de qualité de l'air*, Commission européenne, 2013.  
[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-13-72\\_fr.htm?locale=en](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-72_fr.htm?locale=en)
- *Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth*, OMS, OCDE, 2015, 54 p.  
[www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2015/economic-cost-of-the-health-impact-of-air-pollution-in-europe](http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2015/economic-cost-of-the-health-impact-of-air-pollution-in-europe)
- *Épidémiologie et pollution atmosphérique urbaine : l'observation au service de l'action*, InVS, bulletin épidémiologique hebdomadaire, n° 1-2/2013, janvier 2013, 20 p.  
[www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/BEH-Bulletin-epidemiologique-hebdomadaire/Archives/2013/BEH-n-1-2-2013](http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/BEH-Bulletin-epidemiologique-hebdomadaire/Archives/2013/BEH-n-1-2-2013)
- *Estimation des coûts pour le système de soin français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air*, CGDD/SEEIDD, Études et documents, n° 122, avril 2015, 32 p.  
[www.developpement-durable.gouv.fr/Estimation-des-couts-pour-le.html?onglet=themes](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Estimation-des-couts-pour-le.html?onglet=themes)
- *Indicateurs de mortalité « prématurée » et « évitable »*, Haut conseil de la santé publique, Paris, 2013, 31 p.  
[www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=357](http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=357)
- *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France : séries sectorielles et analyses étendues (format Secten)*, Citepa, avril 2015, 322 p.  
[www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/secten](http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/secten)
- *Près de 600 000 décès sont dus à la pollution de l'air en Europe, selon un nouveau rapport mondial de l'OMS*, OMS, 2014.  
[www.euro.who.int/fr/health-topics/environment-and-health/air-quality/news/news/2014/03/almost-600-000-deaths-due-to-air-pollution-in-europe-new-who-global-report](http://www.euro.who.int/fr/health-topics/environment-and-health/air-quality/news/news/2014/03/almost-600-000-deaths-due-to-air-pollution-in-europe-new-who-global-report)
- *Pollution de l'air et santé : le coût pour la société*, CGDD/SEEIDD, le point sur, n° 175, octobre 2013, 4 p.  
[www.developpement-durable.gouv.fr/Pollution-de-l-air-et-sante-le.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Pollution-de-l-air-et-sante-le.html)
- *Rapport sur le coût économique et financier de la pollution de l'air*, Commission d'enquête du Sénat, juillet 2015.  
[www.senat.fr/notice-rapport/2014/r14-610-1-notice.html](http://www.senat.fr/notice-rapport/2014/r14-610-1-notice.html)
- Résumé des résultats du projet Aphekom 2008-2011 : *Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe (synthèse)*, InVS, septembre 2012, 6 p.  
<http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Environnement-et-sante/2012/Impact-sanitaire-de-la-pollution-atmospherique-dans-neuf-villes-francaises>
- *Review of evidence on health aspects of air pollution – Revihaap (Interim Report)*, OMS, 2014.  
[www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report](http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report)

## Sites internet utiles

- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : [www.anses.fr/fr](http://www.anses.fr/fr)
- Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique : [www.citepa.org](http://www.citepa.org)
- L'essentiel sur l'environnement – service de l'observation et des statistiques (SOeS) : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/t/environnement.html> – Rubrique > Milieux > Air
- Fédération des associations de surveillance de la qualité de l'air : [www.atmo-france.org](http://www.atmo-france.org)
- Institut de veille sanitaire : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)
- Centre international de recherche sur le cancer : [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)
- Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air : [www.lcsqa.org](http://www.lcsqa.org)
- *La pollution atmosphérique une des premières causes environnementales de décès par cancer* – Centre International de recherche sur le cancer, mise à jour le 17 octobre 2013 : [www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2013](http://www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2013)
- *Les gaz d'échappement des moteurs diesel cancérigènes* – Centre international de recherche sur le cancer, mise à jour le 12 juin 2012 : [www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2012/index.php](http://www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2012/index.php)
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr) – Rubrique « Énergie, Air et Climat » – « Air et pollution atmosphérique »
- Organisation mondiale de la santé : [www.who.int/fr](http://www.who.int/fr)
- Prévisions et observations de la qualité de l'air en France et en Europe PREV'AIR : [www.prevoir.org](http://www.prevoir.org)

**Commissariat général au développement durable**

Service de l'observation et des statistiques

Tour Séquoia

92055 La Défense cedex

Courriel : [diffusion.soes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr](mailto:diffusion.soes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr)

Achevé d'imprimer en septembre 2015.

Impression : Bialec, Nancy (France),

utilisant du papier issu de forêts durablement gérées

**Retrouver cette publication sur le site :**[www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)

Dépôt légal : septembre 2015

ISSN : 2427-6464

ISBN : 978-2-11-128677-1

**Conditions générales d'utilisation**

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

## Bilan de la qualité de l'air en France en 2014 et principales tendances observées sur la période 2000-2014

*La qualité de l'air fait l'objet en France et en Europe d'une surveillance très encadrée. Cette dernière porte sur la présence dans l'air extérieur de gaz et de particules qui caractérisent la pollution atmosphérique, dont les effets sont néfastes pour la santé humaine et/ou l'environnement. Des phénomènes naturels (éruptions volcaniques, incendies de forêts, etc.) et/ou des activités humaines (industries, transports, chauffage résidentiel, etc.) en sont la cause.*

*Le bilan de la qualité de l'air en France, en 2014, vise à identifier les enjeux de la pollution atmosphérique, les acteurs impliqués et les moyens mis en œuvre. Il présente pour chacun des polluants réglementés (dioxyde d'azote et de soufre, ozone, particules de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  et 2,5  $\mu\text{m}$ , métaux lourds, etc.) les enjeux sanitaires et environnementaux, l'évolution des émissions et des concentrations depuis 2000, et la situation en 2014 au regard des seuils réglementaires de concentrations.*

*Il a été établi par le Commissariat général au développement durable (CGDD) et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (Medde). L'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), Atmo France – le réseau des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) – et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) ont également apporté leur appui et leur expertise.*

*En 2014, la qualité de l'air en France s'améliore légèrement par rapport à 2013, malgré au mois de mars un épisode de pollution aux particules remarquable par son intensité, sa couverture géographique et sa durée. Depuis 2000, les concentrations ont également baissé dans des proportions variables selon les polluants et le type de mesure (milieu urbain ou rural, à proximité du trafic routier ou d'industries). Néanmoins, les seuils réglementaires ne sont pas respectés sur une part plus ou moins conséquente du territoire national en fonction des polluants (ozone, dioxyde d'azote et particules de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  principalement). Les tendances générales peuvent par ailleurs masquer des différences importantes dans le temps et l'espace, selon les conditions météorologiques notamment.*

**Ministère de l'Écologie,  
du Développement durable  
et de l'Énergie**

Commissariat général au développement durable  
Service de l'observation et des statistiques  
Tour Séquoia  
92055 La Défense cedex  
mél : diffusion.so.es.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

