

octobre  
2014

## *Bilan de la qualité de l'air en France en 2013*

*et principales tendances observées  
sur la période 2000-2013*



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE





# ***Bilan de la qualité de l'air en France en 2013***

***et principales tendances observées  
sur la période 2000-2013***

**Directeur de la publication :** Jean-Paul Albertini

**Rédactrice en chef :** Anne Bottin

**Coordination :** Aurélie Le Moullec (S0eS) avec la contribution de la DGEC, du LCSQA, de l'Anses et des Aasqa

**Secrétariat de rédaction :** Céline Carrière

**Maquette-réalisation :** Chromatiques Éditions

**Crédits photos :** Arnaud Bouissou, Laurent Mignaux, Metl-Medde

# 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>11</b> |
| <b>Le dispositif français de surveillance de la qualité de l'air .....</b>                                                                       | <b>12</b> |
| Les acteurs du dispositif.....                                                                                                                   | 12        |
| Les polluants surveillés .....                                                                                                                   | 13        |
| Les outils de surveillance .....                                                                                                                 | 13        |
| L'accès aux données de qualité de l'air .....                                                                                                    | 14        |
| <b>Des mesures pour lutter contre la pollution de l'air .....</b>                                                                                | <b>15</b> |
| <b>Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) .....</b>                                                                                                 | <b>17</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux des NO <sub>x</sub> .....                                                                              | 17        |
| L'évolution des émissions de NO <sub>x</sub> .....                                                                                               | 17        |
| L'évolution des concentrations de dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ).....                                                                        | 17        |
| La situation des sites de mesure en 2013 par rapport aux valeurs limites et l'évolution de la situation dans les principales agglomérations..... | 18        |
| Les variations saisonnières des concentrations en NO <sub>2</sub> .....                                                                          | 19        |
| <b>Les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) .....</b>                                                                                | <b>21</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux des particules.....                                                                                    | 21        |
| L'évolution des émissions de particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....                                                              | 21        |
| L'évolution des concentrations de PM <sub>10</sub> .....                                                                                         | 22        |
| La situation des sites de mesure en 2013 par rapport aux valeurs limites et l'évolution de la situation des principales agglomérations.....      | 23        |
| Les variations saisonnières des concentrations en particules.....                                                                                | 24        |
| L'évolution des concentrations de PM <sub>2,5</sub> .....                                                                                        | 25        |
| La situation des sites de mesure en 2013 par rapport à la valeur limite .....                                                                    | 25        |
| <b>Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) .....</b>                                                                                               | <b>26</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux du SO <sub>2</sub> .....                                                                               | 26        |
| L'évolution des émissions de SO <sub>2</sub> .....                                                                                               | 26        |
| L'évolution des concentrations de SO <sub>2</sub> .....                                                                                          | 26        |
| La situation des sites de mesure en 2013 par rapport aux valeurs limites .....                                                                   | 26        |
| <b>L'ozone (O<sub>3</sub>) .....</b>                                                                                                             | <b>27</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux de l'O <sub>3</sub> .....                                                                              | 27        |
| L'origine de l'O <sub>3</sub> .....                                                                                                              | 27        |

|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| L'évolution des concentrations d'O <sub>3</sub> .....                                                                          | 27        |
| La situation des sites de mesure en 2013 et 2003 par rapport<br>aux seuils d'information et d'alerte de l'O <sub>3</sub> ..... | 27        |
| Les variations saisonnières des concentrations en O <sub>3</sub> .....                                                         | 28        |
| <b>Le monoxyde de carbone (CO).....</b>                                                                                        | <b>30</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux du CO.....                                                                           | 30        |
| L'évolution des émissions de CO.....                                                                                           | 30        |
| L'évolution des concentrations de CO.....                                                                                      | 30        |
| <b>Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).....</b>                                                                            | <b>31</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux du C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....                                               | 31        |
| L'évolution des émissions de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....                                                               | 31        |
| L'évolution des concentrations de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....                                                          | 31        |
| <b>Les métaux lourds.....</b>                                                                                                  | <b>32</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux des métaux lourds.....                                                               | 32        |
| Le plomb (Pb).....                                                                                                             | 32        |
| L'arsenic (As).....                                                                                                            | 33        |
| Le cadmium (Cd).....                                                                                                           | 34        |
| Le nickel (Ni).....                                                                                                            | 35        |
| Le mercure (Hg).....                                                                                                           | 36        |
| <b>Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) .....</b>                                                                 | <b>37</b> |
| Les effets sanitaires et environnementaux des HAP.....                                                                         | 37        |
| L'évolution des émissions de HAP.....                                                                                          | 37        |
| Les concentrations en benzo[a]pyrène (B[a]P) .....                                                                             | 37        |
| <b>Les épisodes de pollution observés en France en 2013.....</b>                                                               | <b>39</b> |
| Le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ).....                                                                                     | 39        |
| Les particules (PM <sub>10</sub> ).....                                                                                        | 40        |
| Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....                                                                                   | 42        |
| L'ozone (O <sub>3</sub> ).....                                                                                                 | 42        |
| <b>Annexes.....</b>                                                                                                            | <b>45</b> |
| Annexe 1 : éléments méthodologiques.....                                                                                       | 45        |
| Annexe 2 : normes de qualité de l'air en vigueur au 1 <sup>er</sup> janvier 2013.....                                          | 46        |
| Annexe 3 : implantation des sites de mesure de qualité de l'air – état 2013 .....                                              | 49        |
| <b>Sigles et abréviations.....</b>                                                                                             | <b>54</b> |
| <b>Pour en savoir plus .....</b>                                                                                               | <b>55</b> |

## Liste des illustrations

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Carte 1 : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) .....                                                                                        | 12 |
| Carte 2 : état d'avancement des PPA .....                                                                                                                                  | 15 |
| Carte 3 : concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> en 2013 .....                                                                                               | 18 |
| Carte 4 : répartition spatiale des concentrations moyennes annuelles de NO <sub>2</sub> en France en 2013 .....                                                            | 19 |
| Carte 5 : répartition spatiale des concentrations moyennes hivernales de NO <sub>2</sub> en France en 2013 .....                                                           | 19 |
| Carte 6 : répartition spatiale des concentrations moyennes estivales de NO <sub>2</sub> en France en 2013 .....                                                            | 20 |
| Carte 7 : nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière (50 µg.m <sup>-3</sup> )<br>par stations de mesure des PM <sub>10</sub> en 2013 .....             | 22 |
| Carte 8 : concentrations moyennes annuelles en PM <sub>10</sub> en 2013 .....                                                                                              | 23 |
| Carte 9 : répartition spatiale des concentrations moyennes hivernales de PM <sub>10</sub> en France en 2013 .....                                                          | 24 |
| Carte 10 : répartition spatiale des concentrations moyennes printanières de PM <sub>10</sub> en France en 2013 .....                                                       | 24 |
| Carte 11 : répartition spatiale des concentrations moyennes estivales de PM <sub>10</sub> en France en 2013 .....                                                          | 24 |
| Carte 12 : répartition spatiale des concentrations moyennes automnales de PM <sub>10</sub> en France en 2013 .....                                                         | 24 |
| Carte 13 : concentrations moyennes annuelles en PM <sub>2,5</sub> en 2013 .....                                                                                            | 25 |
| Carte 14 : nombre de jours de dépassement du seuil de 180 µg.m <sup>-3</sup> en O <sub>3</sub> en 2013 .....                                                               | 28 |
| Carte 15 : nombre de jours de dépassement du seuil de 180 µg.m <sup>-3</sup> en O <sub>3</sub> en 2003 .....                                                               | 29 |
| Carte 16 : répartition spatiale des concentrations moyennes estivales d'O <sub>3</sub> en France en 2013 .....                                                             | 29 |
| Carte 17 : répartition spatiale des concentrations moyennes hivernales d'O <sub>3</sub> en France en 2013 .....                                                            | 29 |
| Carte 18 : concentrations moyennes annuelles en Pb en France en 2013 .....                                                                                                 | 32 |
| Carte 19 : concentrations moyennes annuelles en As en France en 2013 .....                                                                                                 | 33 |
| Carte 20 : concentrations moyennes annuelles en Cd en France en 2013 .....                                                                                                 | 34 |
| Carte 21 : concentrations moyennes annuelles en Ni en France en 2013 .....                                                                                                 | 35 |
| Carte 22 : concentrations moyennes annuelles en B[a]P en France en 2013 .....                                                                                              | 38 |
| Carte 23 : concentrations moyennes journalières en NO <sub>2</sub> le 10 décembre 2013 .....                                                                               | 39 |
| Carte 24 : concentrations moyennes journalières en NO <sub>2</sub> le 11 décembre 2013 .....                                                                               | 39 |
| Carte 25 : concentrations moyennes journalières en NO <sub>2</sub> le 12 décembre 2013 .....                                                                               | 39 |
| Carte 26 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 27 février 2013 .....                                                                 | 40 |
| Carte 27 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 4 mars 2013 .....                                                                     | 40 |
| Carte 28 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 28 mars 2013 .....                                                                    | 40 |
| Carte 29 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 30 mars 2013 .....                                                                    | 40 |
| Carte 30 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 10 décembre 2013 .....                                                                | 41 |
| Carte 31 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 11 décembre 2013 .....                                                                | 41 |
| Carte 32 : moyennes journalières des concentrations de PM <sub>10</sub> en France le 12 décembre 2013 .....                                                                | 41 |
| Carte 33 : concentrations maximales journalières en O <sub>3</sub> le 21 juillet 2013 .....                                                                                | 43 |
| Carte 34 : concentrations maximales journalières en O <sub>3</sub> le 22 juillet 2013 .....                                                                                | 43 |
| Carte 35 : concentrations maximales journalières en O <sub>3</sub> le 23 juillet 2013 .....                                                                                | 43 |
| Carte 36 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le NO <sub>2</sub> en 2013 .....                                                                            | 49 |
| Carte 37 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM <sub>10</sub> en 2013 .....                                                                          | 50 |
| Carte 38 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le SO <sub>2</sub> en 2013 .....                                                                            | 51 |
| Carte 39 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM <sub>2,5</sub> en 2013 .....                                                                         | 52 |
| Carte 40 : implantation et typologie des stations ayant mesuré l'O <sub>3</sub> en 2013 .....                                                                              | 53 |
| Graphique 1 : évolution des concentrations en SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> et O <sub>3</sub> sur la période 2000-2013 .....                        | 9  |
| Graphique 2 : évolution des émissions françaises de NO <sub>x</sub> .....                                                                                                  | 17 |
| Graphique 3 : évolution des concentrations moyennes annuelles de NO <sub>2</sub> de 2000 à 2013 .....                                                                      | 17 |
| Graphique 4 : évolution du ratio NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> de 2000 à 2013 .....                                                                                     | 18 |
| Graphique 5 : pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site de mesure a dépassé<br>la valeur limite annuelle pour le NO <sub>2</sub> ..... | 19 |

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Graphique 6 : évolution des émissions françaises de $PM_{10}$ .....                                                                                                                        | 21 |
| Graphique 7 : évolution des émissions françaises de $PM_{2,5}$ .....                                                                                                                       | 21 |
| Graphique 8 : évolution des concentrations moyennes annuelles de $PM_{10}$ de 2007 à 2013 .....                                                                                            | 22 |
| Graphique 9 : pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site de mesure a dépassé<br>plus de 35 jours la valeur limite journalière pour les $PM_{10}$ .....  | 23 |
| Graphique 10 : évolution des concentrations annuelles de $PM_{2,5}$ de 2009 à 2013 .....                                                                                                   | 25 |
| Graphique 11 : évolution des émissions françaises de $SO_2$ .....                                                                                                                          | 26 |
| Graphique 12 : évolution des concentrations annuelles de $SO_2$ de 2000 à 2013 .....                                                                                                       | 26 |
| Graphique 13 : évolution des concentrations annuelles d' $O_3$ de 2000 à 2013 .....                                                                                                        | 27 |
| Graphique 14 : évolution des émissions françaises de CO.....                                                                                                                               | 30 |
| Graphique 15 : évolution des concentrations annuelles de CO de 2000 à 2013.....                                                                                                            | 30 |
| Graphique 16 : évolution des émissions françaises de $C_6H_6$ .....                                                                                                                        | 31 |
| Graphique 17 : évolution des émissions françaises de Pb.....                                                                                                                               | 32 |
| Graphique 18 : évolution des émissions françaises d'As .....                                                                                                                               | 33 |
| Graphique 19 : évolution des émissions françaises de Cd.....                                                                                                                               | 34 |
| Graphique 20 : évolution des émissions françaises de Ni .....                                                                                                                              | 35 |
| Graphique 21 : évolution des émissions françaises de Hg.....                                                                                                                               | 36 |
| Graphique 22 : évolution des émissions françaises de HAP .....                                                                                                                             | 37 |
| Graphique 23 : répartition des principales espèces chimiques des $PM_{10}$ lors des trois principaux épisodes de pollution<br>particulaire observés en 2013 à Rouen, Lyon et Bordeaux..... | 42 |
| Tableau 1 : règles d'arrondi commerciales .....                                                                                                                                            | 45 |
| Tableau 2 : normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ).....                                                                                                             | 46 |
| Tableau 3 : norme de qualité de l'air pour les oxydes d'azote ( $NO_x$ ) .....                                                                                                             | 46 |
| Tableau 4 : normes de qualité de l'air pour les particules $PM_{10}$ .....                                                                                                                 | 47 |
| Tableau 5 : normes de qualité de l'air pour les particules $PM_{2,5}$ .....                                                                                                                | 47 |
| Tableau 6 : normes de qualité de l'air pour le dioxyde de soufre ( $SO_2$ ).....                                                                                                           | 47 |
| Tableau 7 : normes de qualité de l'air pour l'ozone ( $O_3$ ).....                                                                                                                         | 47 |
| Tableau 8 : norme de qualité de l'air pour le monoxyde de carbone (CO) .....                                                                                                               | 48 |
| Tableau 9 : normes de qualité de l'air pour le benzène ( $C_6H_6$ ).....                                                                                                                   | 48 |
| Tableau 10 : normes de qualité de l'air pour les métaux lourds.....                                                                                                                        | 48 |
| Tableau 11 : norme de qualité de l'air pour le benzo[a]pyrène (B[a]P) .....                                                                                                                | 48 |

## Avant-propos

D'après 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 2013 a été établi par le Commissariat général au développement durable (CGDD) et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGECL) 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). De plus, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été sollicitée pour émettre un avis sur ce document et a apporté son appui pour la rédaction des parties sur les risques sanitaires.

Le 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 ensuite un panorama des principales mesures visant à lutter contre la pollution atmosphérique. Il présente pour chacun des polluants

réglementés : les enjeux, l'évolution des émissions sur la période 2000-2012, l'évolution des concentrations sur la période 2000-2013 puis la situation en 2013 vis-à-vis des seuils réglementaires de concentrations. Enfin, les principaux épisodes de pollution survenus en 2013 sont détaillés.

Les données de concentrations présentées dans ce document sont celles transmises pour chaque région par les Aasqa et mesurées par environ 1 800 analyseurs en continu installés en sites fixes en 2013. Les cartes portant la mention PREV'AIR résultent de la combinaison de simulations obtenues par modélisation déterministe et de données d'observations des Aasqa issues de la base de données nationale Géod'Air. Des données issues du dispositif national de caractérisation des particules (Cara) sont également utilisées afin de comprendre l'origine des trois épisodes de pollution aux particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>) survenus en 2013. 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 – alinéa II de l'arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public.

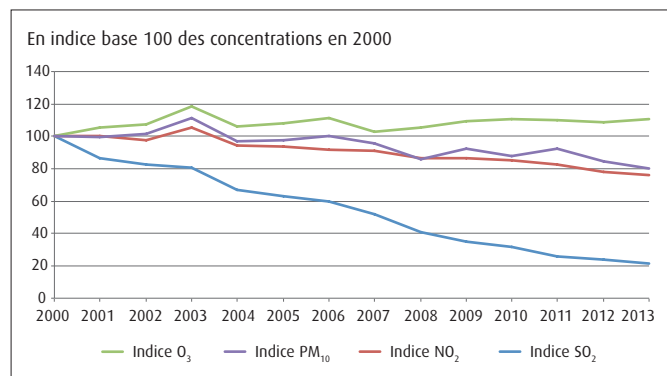


## Synthèse

La pollution atmosphérique est causée 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 peuvent être émises par des phénomènes naturels (éruptions volcaniques, décomposition de matières organiques, incendies de forêts, etc.) et/ou des 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).

Sur la période 2000-2013, les concentrations moyennes annuelles en dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) ont diminué fortement (*graphique 1*). Celles en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) et en particules de diamètre inférieur à  $10\text{ }\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) ont également baissé mais plus modérément. Les concentrations en  $\text{PM}_{10}$  ont enregistré des variations interannuelles qui s'expliquent en partie par les conditions météorologiques. Les concentrations moyennes annuelles d'ozone ( $\text{O}_3$ ) ont été stables sur la période. Des facteurs externes tels que la météorologie peuvent notamment expliquer les sensibles hausses ou baisses constatées d'une année sur l'autre pour ce polluant.

**Graphique 1 : évolution des concentrations en  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{O}_3$  sur la période 2000-2013**



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.

Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

Ces tendances masquent des disparités temporelles et spatiales importantes. Les concentrations moyennes annuelles les plus élevées sont le plus souvent mesurées sur les stations trafic pour les  $\text{PM}_{10}$  et le  $\text{NO}_2$ , alors que pour l' $\text{O}_3$ , il s'agit des stations de fond rural puis de fond urbain, compte tenu des mécanismes de formation de ce polluant. Quant au  $\text{SO}_2$ , les valeurs les plus élevées sont mesurées sur les stations industrielles.

La situation 2013 s'améliore légèrement par rapport à celle de 2012 :

- les concentrations annuelles baissent de  $1\text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$  à proximité du trafic routier et en fond urbain pour le  $\text{NO}_2$ , les  $\text{PM}_{10}$  et les particules de diamètre inférieur à  $2,5\text{ }\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ) ;

- la concentration moyenne annuelle en monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) continue de diminuer ;
- les concentrations annuelles en  $\text{SO}_2$  restent faibles et sont stables ;
- le pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants, où au moins un site de mesure dépasse la valeur limite annuelle en  $\text{NO}_2$  (définie en annexe 2), est de 32 % en 2013, contre 34 % en 2012 ;
- le pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants, où au moins un site de mesure dépasse plus de 35 jours la valeur limite journalière en  $\text{PM}_{10}$  (définie en annexe 2), diminue.

Toutefois, les seuils réglementaires (définis en annexe 2) ne sont pas respectés en 2013 sur l'ensemble du territoire national :

- pour le  $\text{NO}_2$  : sur 9 % des stations de mesure pour la valeur limite annuelle et sur moins de 1 % des stations de mesure pour la valeur limite horaire ;
- pour les  $\text{PM}_{10}$  : sur 5 % des stations de mesure pour la valeur limite journalière et sur moins de 1 % des stations de mesure pour la valeur limite annuelle ;
- pour l' $\text{O}_3$  : sur 27 % des stations de mesure pour le seuil d'information ;
- pour le benzène ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) : sur 2 sites de mesure parmi les 106 suivis ;
- pour le cadmium ( $\text{Cd}$ ) : sur un site de mesure parmi les 61 suivis ;
- pour le benzo[a]pyrène ( $\text{B[a]P}$ ) : sur un site de mesure parmi les 59 suivis.

En 2013, plusieurs épisodes de pollution ont été enregistrés. Pour l' $\text{O}_3$ , un seul événement d'ampleur nationale s'est déroulé en juillet. De même, un épisode de pollution au  $\text{NO}_2$  a eu lieu autour du 11 décembre, avec une situation météorologique stable et des vents assez faibles. Concernant les  $\text{PM}_{10}$ , la France a connu trois épisodes importants de pollution avec une persistance marquée sur plusieurs jours, fin février, fin mars et du 9 au 13 décembre. S'agissant du  $\text{SO}_2$ , aucun épisode important n'est constaté, les hausses de concentrations observées se limitent aux zones industrielles, leurs durées n'excédant pas quelques heures.

Afin de ramener les concentrations de polluants dans l'air à des niveaux inférieurs aux valeurs limites, les plans de protection de l'atmosphère (PPA) sont en cours de révision, sous l'égide du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (Medde) et de ses services déconcentrés. En outre, le programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa) de 2003 est en cours de révision par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du Medde.



## 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 par 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'eutrophisation des écosystèmes. Les dépôts de certains polluants (métaux lourds par exemple) peuvent conduire à une contamination de la chaîne alimentaire. Enfin, l' $\text{O}_3$  peut provoquer des pertes de rendements pour les cultures ou les forêts.

Les impacts sanitaires liés à la pollution atmosphérique sont également nombreux. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la pollution de l'air représente un risque majeur pour la santé. 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, depuis 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 la littérature rapporte l'existence d'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. 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 % des asthmes de 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.

# 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).

### • L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)

L'Ademe appuie le Medde dans la mise en œuvre de mesures et de plans d'actions destinés à améliorer la qualité de l'air. Pour cela, elle pilote et finance des travaux de recherche visant à mieux connaître les sources de polluants, leurs évolutions dans l'air et leurs impacts environnementaux.

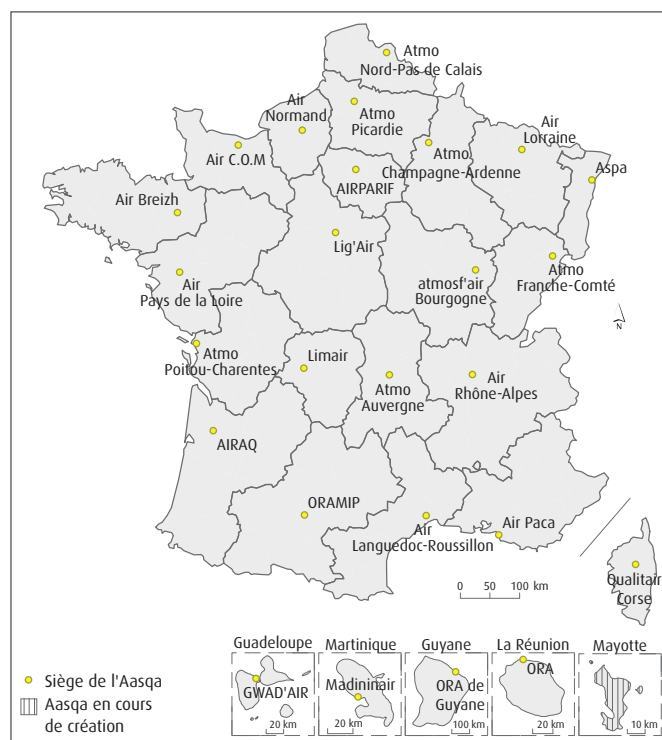
### • Le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA)

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'Ineris, du Laboratoire national de métrologie et d'essais et des Mines de Douai. Le LCSQA est également le référent technique au niveau national et apporte un appui stratégique, technique et scientifique au dispositif.

### • 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, 2014

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

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 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 ( $\text{SO}_2$ ) ;
- oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), dont dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) ;
- ozone ( $\text{O}_3$ ) ;
- particules ( $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$ ) ;
- monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) ;
- benzène ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) ;
- 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 2013 environ 1 800 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 à 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 de proximité 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 de proximité industrielle** : 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 ;
- **stations d'observation spécifique** : stations répondant à des besoins spécifiques, tels que l'aide à la modélisation ou la prévision.

Au 31 décembre 2013, le dispositif français de surveillance réglementaire dispose d'un parc analytique important (*annexe 3*) :

- 213 stations de mesure de  $\text{SO}_2$  ;
- 461 stations de mesure de  $\text{NO}_2$  ;
- 395 stations de mesure des  $\text{PM}_{10}$  ;
- 128 stations de mesure des  $\text{PM}_{2,5}$  ;
- 380 stations de mesure de  $\text{O}_3$ .

Par ailleurs, les Mines de Douai assurent 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 2013, ce dispositif compte neuf sites gérés par les Aasqa et basés dans les régions suivantes : Alsace, Basse-Normandie, Bourgogne, Champagne-Ardenne, Franche-Comté, 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.

### • 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. 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 Chimère 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.prevoir.org](http://www.prevoir.org).

Afin de caractériser l'exposition des populations à une échelle plus fine, les Aasqa mettent en œuvre des modèles régionaux validés de prévision qui s'appuient sur les données aux limites PREV'AIR, et 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), schéma régionaux du climat, de l'air et de l'énergie, 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 (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 ([www.atmo-france.org/fr/index.php?/200804119/carte-des-aasqa/id-menu-222.html](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 ([www.developpement-durable.gouv.fr/-Air-et-pollution-atmospherique,495-.html](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 un 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 ([www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/s/pollution-lair.html](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 2014. 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.

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

La réduction drastique de la pollution atmosphérique est un objectif majeur et urgent, compte tenu de son impact sur la santé notamment par l'exposition aux particules (maladies cardio-respiratoires, cancers). Par ailleurs, le contexte réglementaire impose une amélioration de la qualité de l'air : valeurs limites communautaires et nationales de concentrations dans l'air à satisfaire et procédure de contentieux européen en cours par la Commission européenne. La priorité est donc de réduire les émissions de polluants atmosphériques dans les grands secteurs émetteurs, de manière pérenne, mais aussi en cas de pics de pollution.

Un plan « particules » national a été rendu public le 28 juillet 2010. Il vise à réduire les émissions de particules en pollution de fond, en complément des mesures d'urgence prises lors des pics de pollution. Ce plan présente des mesures dans quatre secteurs

émetteurs : domestique (chauffage au bois notamment), industriel et tertiaire, transports, agricole. La mise en œuvre de ces actions s'est achevée en 2013, avec 90 % des mesures engagées.

Localement, une dynamique, associant les services de l'État et les collectivités territoriales, est lancée pour la mise en œuvre de ces mesures de réduction à travers différents outils d'orientation, de planification, voire de prescription :

- les PPA ;
- les PDU, les plans locaux d'urbanisme, les schémas de cohérence territoriale et parfois les plans climat-énergie territoriaux ;
- le volet air des schémas régionaux climat air énergie.

En outre, le Comité interministériel de la qualité de l'air (CIQA) a été mis en place. Il réunit les représentants de l'État, les collectivités territoriales et les organismes publics du secteur des transports. Son objectif est d'élaborer des solutions concrètes et durables afin d'améliorer la qualité de l'air, en particulier dans le domaine des transports, en répondant à la fois aux enjeux sanitaires, environnementaux et de justice sociale. Le CIQA a déjà rendu ses premières conclusions sous la forme d'un plan d'urgence pour la qualité de l'air (PUQA), annoncé par les ministres en charge du développement durable et des transports le 6 février 2013. 38 mesures sont ainsi proposées autour de cinq priorités :

- favoriser le développement de toutes les formes de transport et de mobilité propres par des mesures incitatives ;
- réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique ;
- réduire les émissions des installations de combustion industrielles et individuelles ;
- promouvoir fiscalement des véhicules ou des solutions de mobilité plus vertueuses en termes de qualité de l'air ;
- mener des actions de sensibilisation et de communication pour changer les comportements.

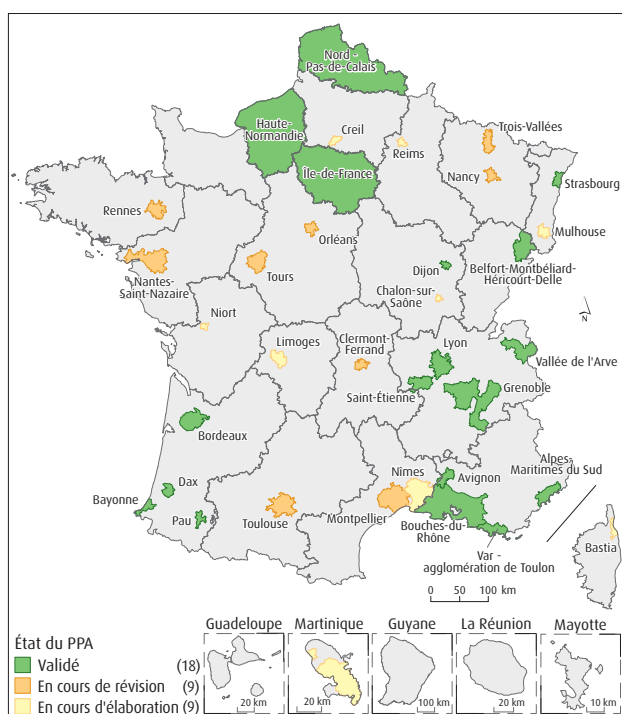
Moins d'un an après son adoption, la quasi-totalité des 38 mesures sont achevées ou bien engagées. Parmi les 35 mesures nationales, 26 sont achevées ou en passe de l'être et six sont engagées. 25 mesures doivent être déclinées concrètement au niveau local, tant par les services de l'État en région que par les collectivités territoriales et les autres acteurs concernés. Parmi les principales mesures mises en œuvre peuvent être mentionnées :

- la réglementation des installations de combustion de biomasse, notamment en abaissant leurs valeurs limites d'émission ;
- l'homologation des dispositifs de post-équipement des poids lourds et bus pour réduire les émissions de polluants dans l'air ;
- la baisse de la vitesse limite sur le boulevard périphérique parisien ;
- le lancement d'appel à projet « transports collectifs et mobilité durable » ;
- la modification de la taxe sur les véhicules de société afin de prendre en compte les émissions de polluants atmosphériques de ces véhicules ;
- l'introduction de nouveaux polluants couverts par la taxe générale sur les activités polluantes ;
- la réorganisation et le renfort du dispositif de gestion des pics de pollution ;

### Le plan de protection de l'atmosphère (PPA)

Il s'agit du principal outil au niveau local regroupant toutes les mesures (réglementaires ou non) destinées à améliorer la qualité de l'air et visant, *in fine*, un retour ou un maintien sous des valeurs limites de concentrations. Un PPA doit être élaboré par le préfet de région dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être. Les PPA sont en cours de révision : en juillet 2014, 18 PPA sont validés, neuf sont en cours de révision et neuf sont en cours d'élaboration (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



– de nombreuses mesures en faveur de la qualité de l'air présentes dans la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique et d'affirmation des métropoles : création des autorités organisatrices de la mobilité dotées de compétences en termes de covoiturage, d'autopartage, de service public de la bicyclette et de logistique urbaine, affirmation de la région comme chef de file pour la qualité de l'air, attribution de la compétence de lutte contre la pollution de l'air pour les métropoles, ou encore dépénalisation du stationnement avec prise en compte des émissions polluantes des véhicules.

Toutes ces mesures du PUQA renforcent et complètent les outils à disposition des collectivités territoriales et de l'État en région pour lutter plus efficacement contre la pollution de l'air : il appartient à ces derniers d'en assurer la meilleure articulation au sein des PPA.

En application de la directive « plafonds » 2001/81/CE (dite « NEC » - *National Emission Ceilings*), le programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa) est en cours de révision par la DGEC. Il concernera des polluants gazeux ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , COV,  $\text{NH}_3$ , méthane ( $\text{CH}_4$ )) et particulaires ( $\text{PM}_{2,5}$ ) dans l'air ambiant. Il prendra en compte les objectifs relatifs à la qualité de l'air définis par la directive « qualité de l'air » (2008/50/CE), en particulier vis-à-vis des concentrations dans l'air ambiant et des plans d'actions. Le Prepa a vocation à être un programme d'actions pour la qualité de l'air, selon deux objectifs principaux : respect des plafonds d'émissions et respect des normes de qualité de l'air. Ce plan sera basé sur une approche multisectorielle et multipolluant. Sa publication est prévue mi-2015 et fera l'objet d'un nouvel arrêté ministériel.

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

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

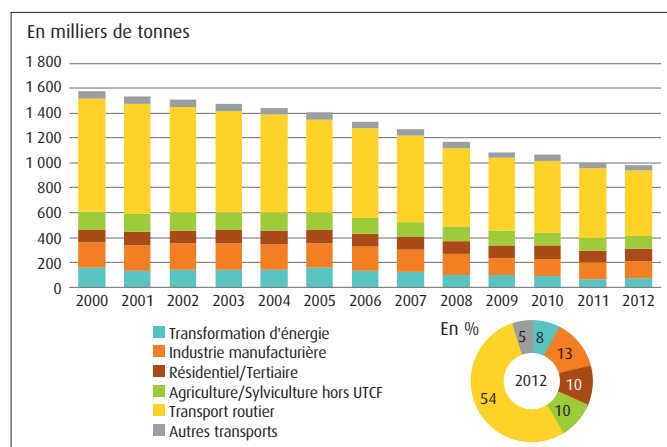
Les NO<sub>x</sub> regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ils participent à la formation de l'ozone sous l'effet du rayonnement solaire et contribuent à la formation des particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>). Ils concourent également au phénomène des pluies 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 2012, les sources principales sont les transports (58 %) puis l'industrie (21 %), intégrant la transformation d'énergie (*graphique 2*). Les émissions de NO<sub>x</sub> ont diminué de 15 % sur la période 1990-2000 et de 38 % sur la période 2000-2012, notamment grâce aux transports routiers et à la transformation d'énergie. 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.

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



Champ : France métropolitaine.

Note : UTCF = utilisation des terres, leur changement et la forêt.

Source : Citepa, format Setcen, mise à jour avril 2014

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

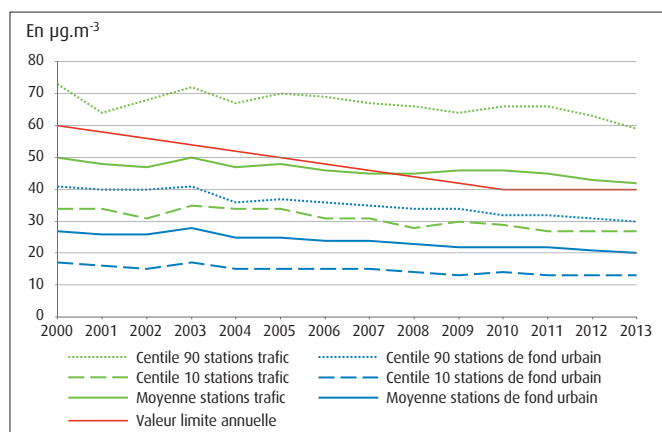
Les niveaux de NO<sub>x</sub> dépendent également de l'activité chimique dans l'atmosphère et des conditions météorologiques.

### L'évolution des concentrations de dioxyde d'azote (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, industriel et trafic), 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 2013, la moyenne annuelle en site urbain est de l'ordre de 20 µg.m<sup>-3</sup> contre 21 µg.m<sup>-3</sup> l'année précédente. Sur les stations localisées en proximité de voies routières (stations trafic), et plus directement affectées par les émissions automobiles, la moyenne annuelle des concentrations observées est de 42 µg.m<sup>-3</sup> en 2013 contre 43 µg.m<sup>-3</sup> en 2012.

Graphique 3 : évolution des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> de 2000 à 2013



Champ : France métropolitaine et DOM.

Note : centile : définition en annexe 1.

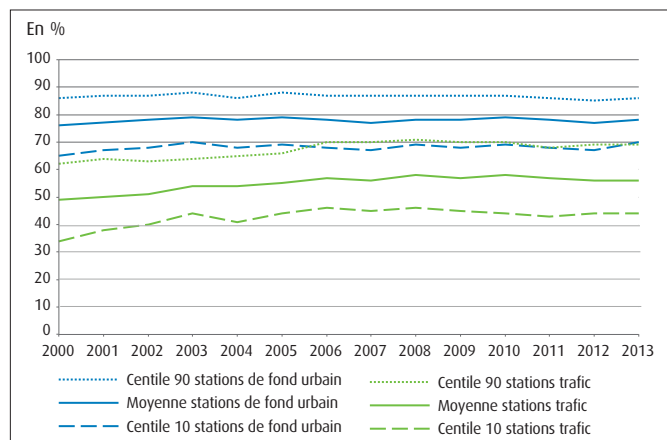
Source : Géo d'Air, avril 2014

Afin de mieux comprendre l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub>, il est intéressant d'étudier l'évolution du rapport des concentrations NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>. Sur la période 2000-2013, ce dernier augmente pour les sites de proximité trafic (*graphique 4*). Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette hausse (Anses, août 2009) :

- les processus physico-chimiques liés entre autres à la hausse des niveaux d'O<sub>3</sub> peuvent jouer un rôle : en effet, l'O<sub>3</sub> créé réagit avec le NO primaire émis par le trafic pour former du NO<sub>2</sub> ;
- la progression de la part des véhicules diesel contribue à la hausse des émissions primaires de NO<sub>2</sub> du trafic ;
- l'augmentation de la proportion de véhicules diesel équipés de catalyseurs d'oxydation, en particulier sur les voitures particulières, entraîne, selon des études menées en France et en Europe, une surémission de NO<sub>2</sub>.

En revanche, le rapport  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  est stable pour les stations industrielles et de fond rural. Aucune tendance ne se dégage pour les stations de fond urbain.

Graphique 4 : évolution du ratio  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  de 2000 à 2013



Champ : France métropolitaine et DOM.  
Note : centile : définition en annexe 1.

Source : Géod'Air, avril 2014

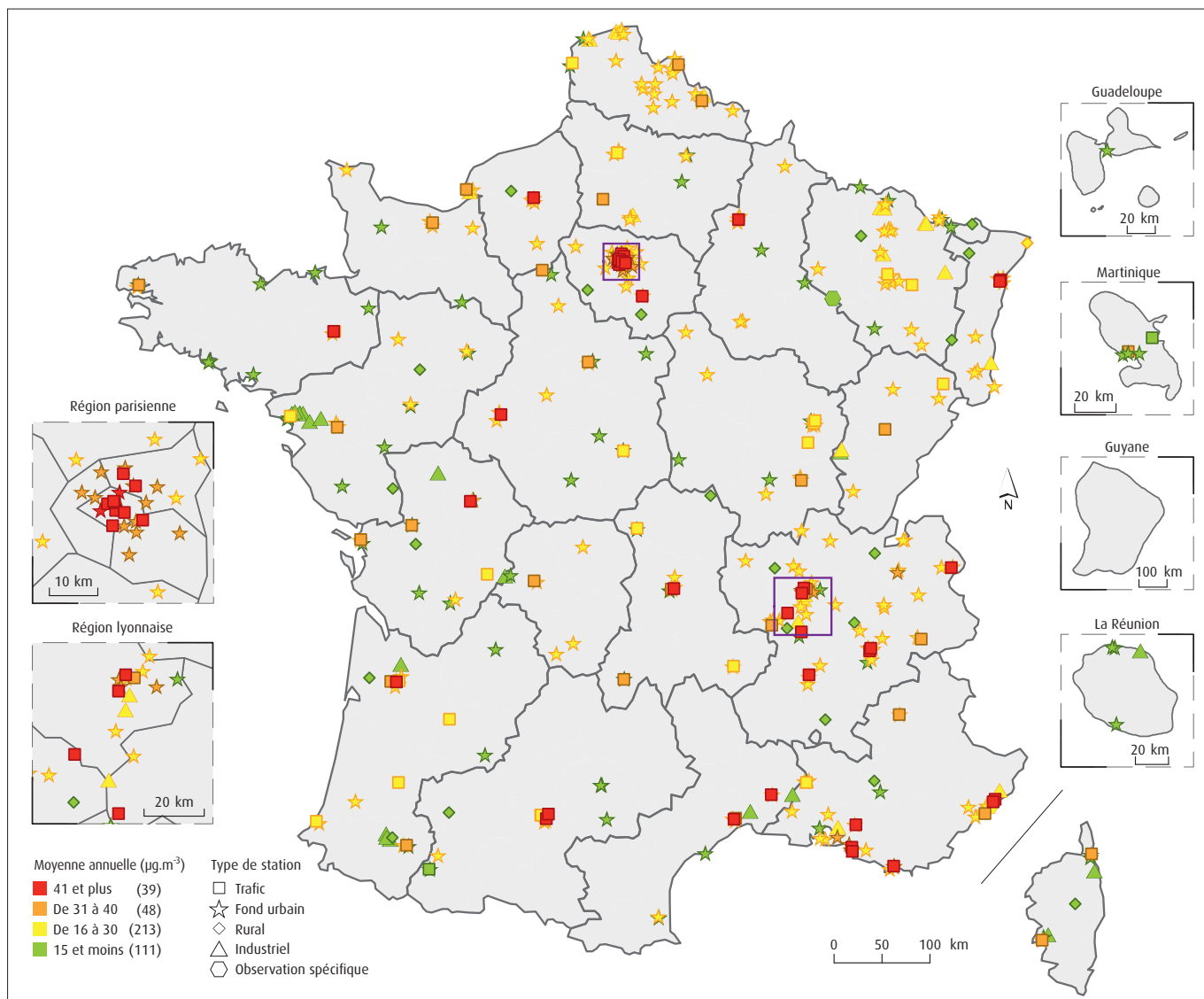
## La situation des sites de mesure en 2013 par rapport aux valeurs limites et l'évolution de la situation dans les principales agglomérations

Sur la période 2000-2013, le pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants, où au moins un site a dépassé la valeur limite annuelle en  $\text{NO}_2$  fixée à  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ , a diminué (graphique 5). En 2013, il est de 32 %. Ces résultats reflètent la diminution des concentrations annuelles observée sur les stations trafic et de fond urbain.

De plus, en 2013, la valeur limite annuelle n'est pas respectée sur 9 % des stations de mesure, principalement à proximité du trafic automobile et dans des grandes agglomérations (carte 3). Les agglomérations les plus touchées sont : Paris, Marseille – Aix-en-Provence, Lyon, Strasbourg, Grenoble, Toulouse, Nice et Valence.

La valeur limite de  $200 \mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an, n'est pas respectée sur deux sites trafic localisés à Paris (avenue du Général Leclerc) et dans l'agglomération de Lyon (La Mulatière le long de l'A7).

Carte 3 : concentrations moyennes annuelles en  $\text{NO}_2$  en 2013

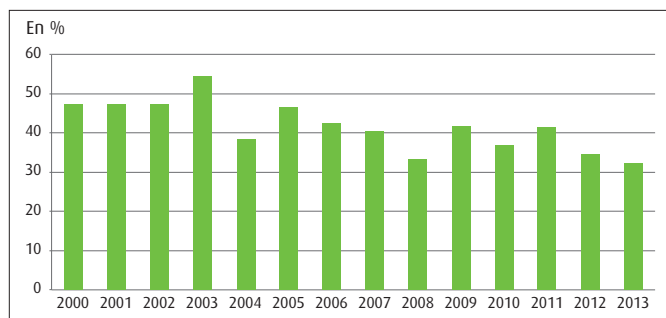


Note : valeur limite en moyenne annuelle :  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

En ce qui concerne les concentrations de  $\text{NO}_x$ , aucun dépassement du seuil critique pour la protection de la végétation, fixé à  $30 \mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle, n'est observé en site de fond rural.

**Graphique 5 : pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site de mesure a dépassé la valeur limite annuelle pour le  $\text{NO}_2$**



Champ : France métropolitaine et DOM.

Note : pour chaque année les dépassements sont calculés par rapport au seuil de  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ , en vigueur depuis 2010.

Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

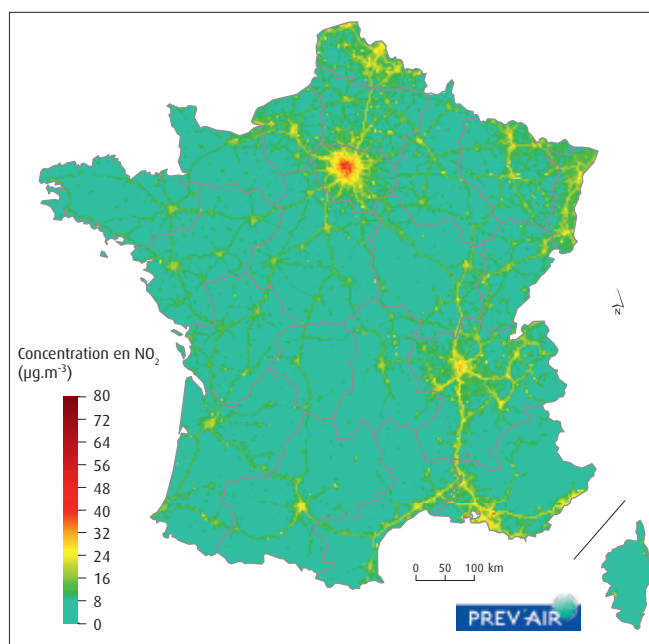
## Les variations saisonnières des concentrations en $\text{NO}_2$

Les cartes ci-contre et ci-après montrent la répartition spatiale en situation de fond des concentrations moyennes annuelles et saisonnières 2013 en  $\text{NO}_2$  en France métropolitaine. Elles proviennent 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. Afin d'affiner ces cartes, une information sur les sources locales de  $\text{NO}_2$  a été introduite à l'aide de variables auxiliaires (émissions de  $\text{NO}_x$ ). Ces cartes ne sont pas suffisamment précises pour faire apparaître des dépassements locaux de la valeur limite annuelle. 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 du  $\text{NO}_2$ .

Le  $\text{NO}_2$  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 grandes agglomérations comme Paris et Lyon. Dans le nord-est de la région Rhône-Alpes, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  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

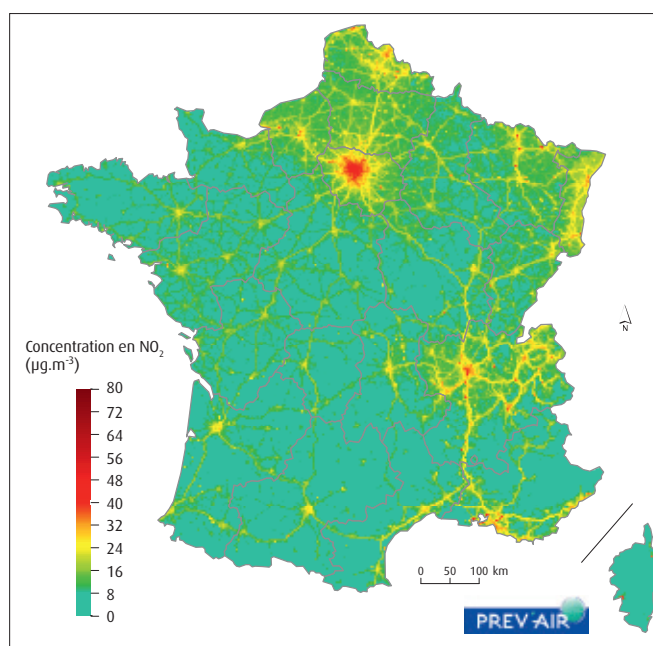
**Carte 4 : répartition spatiale des concentrations moyennes annuelles de  $\text{NO}_2$  en France en 2013**



Note : valeur limite en moyenne annuelle :  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

Source : PREV-AIR. Traitements : SOeS, 2014

**Carte 5 : répartition spatiale des concentrations moyennes hivernales de  $\text{NO}_2$  en France en 2013**

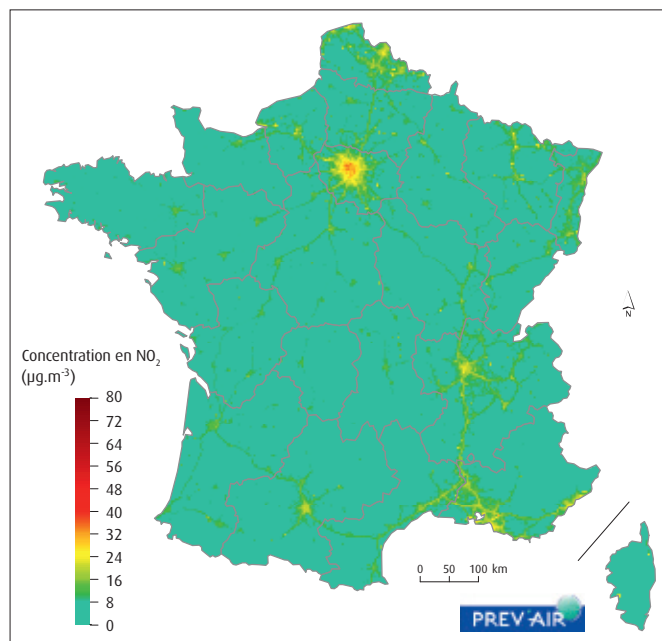


Source : PREV-AIR. Traitements : SOeS, 2014

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 5). L'été, la dispersion verticale est plus importante, permettant une dilution du  $\text{NO}_2$  plus efficace dans la basse troposphère et améliorant ainsi la qualité de l'air dans les villes (carte 6).

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 6 : répartition spatiale des concentrations moyennes estivales de NO<sub>2</sub> en France en 2013**



Source : PREVAIR. Traitements : SOeS, 2014

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

Les particules dans l'air font l'objet d'une préoccupation importante du fait de leur impact sanitaire. Le non-respect des valeurs 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 2013, 127 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 : fœtus, 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.

En 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.

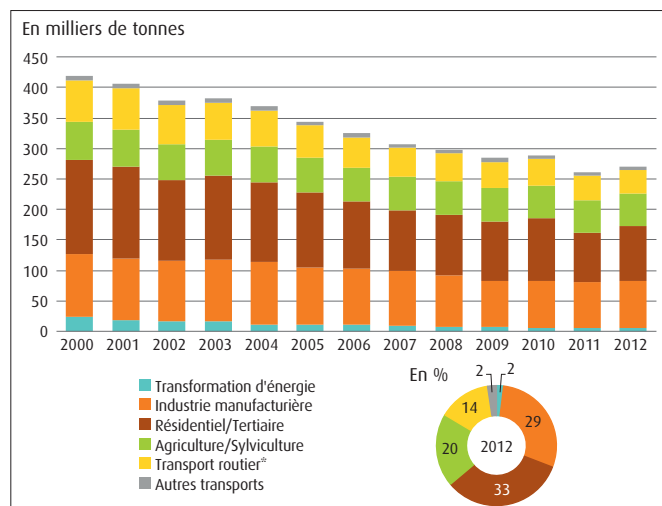
Par ailleurs, les particules conduisent au noircissement et à l'encroûtement des bâtiments.

### 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> : l'industrie manufacturière, le secteur résidentiel et tertiaire, les activités agricoles (épandages, stockages d'effluents, remises en suspension lors des labours notamment) et le transport

roucier (graphique 6). Les émissions de PM<sub>10</sub> ont diminué de 50 % sur la période 1990-2012 et de 35 % sur la période 2000-2012.

Graphique 6 : évolution des émissions françaises de PM<sub>10</sub>

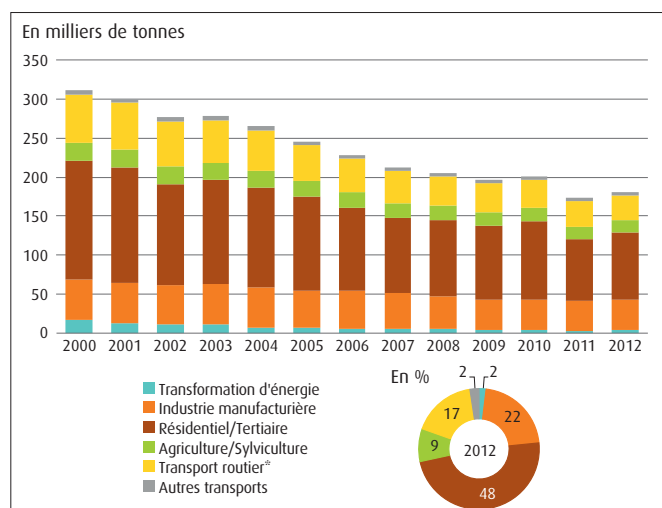


\* émissions de l'échappement et de l'usure.  
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

Les sources d'émissions de particules PM<sub>2,5</sub> sont différentes : les émissions dues au résidentiel et au tertiaire (combustion du bois principalement) sont prépondérantes (graphique 7). Elles sont suivies de celles de l'industrie manufacturière et du transport routier. Les émissions de PM<sub>2,5</sub> ont diminué de 56 % sur la période 1990-2012 et de 42 % sur la période 2000-2012.

Graphique 7 : évolution des émissions françaises de PM<sub>2,5</sub>



\* émissions de l'échappement et de l'usure.  
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

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.

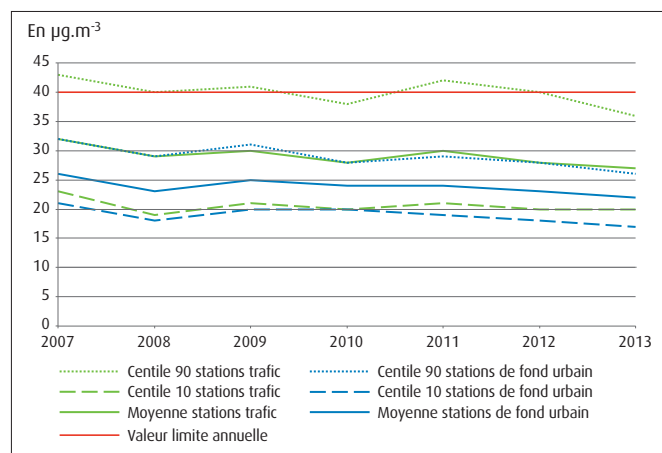
Les concentrations moyennes annuelles en  $PM_{10}$  sont plus variables sur les stations trafic que sur les stations de fond urbain.

## L'évolution des concentrations de $PM_{10}$

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, une modification des modalités de mesure des  $PM_{10}$  est mise en place 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 des valeurs limites après 2007. De plus, ce changement dans la mesure des particules ne permet pas de comparer les années 2007-2013 avec les années précédentes.

Sur la période 2007-2013, aucune tendance significative ne se dégage pour les stations trafic et les stations de fond urbain (graphique 8). Les concentrations annuelles en  $PM_{10}$  sont en moyenne de 27 et 22  $\mu g.m^{-3}$  en 2013 respectivement pour les stations trafic et les stations de fond urbain.

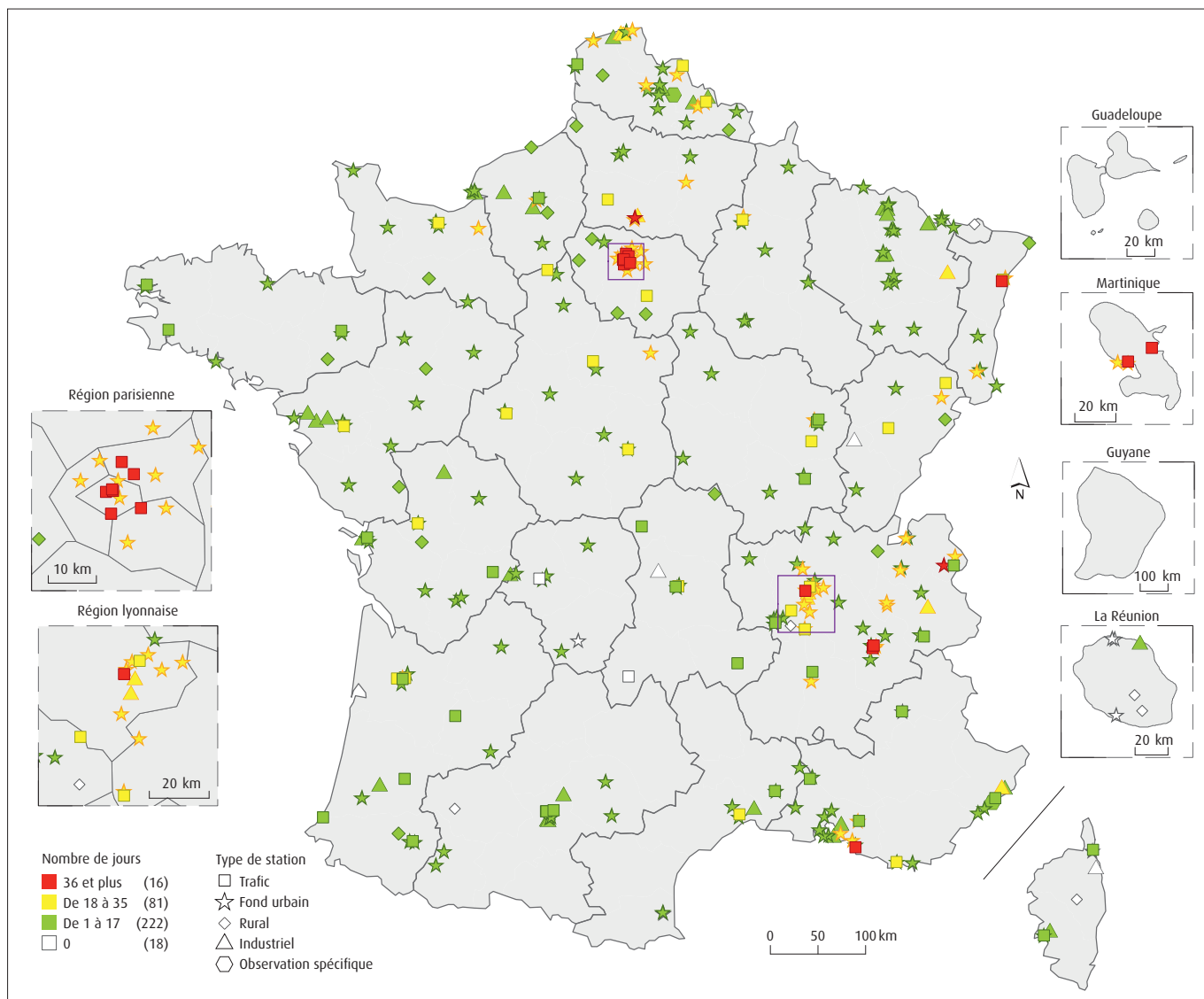
Graphique 8 : évolution des concentrations moyennes annuelles de  $PM_{10}$  de 2007 à 2013



Champ : France métropolitaine et DOM.  
Note : centile : définition en annexe 1.

Source : Géo'd'Air, avril 2014

Carte 7 : nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière ( $50 \mu g.m^{-3}$ ) par stations de mesure des  $PM_{10}$  en 2013



Source : Géo'd'Air, août 2014. Traitements : SOeS, 2014

## La situation des sites de mesure en 2013 par rapport aux valeurs limites et l'évolution de la situation des principales agglomérations

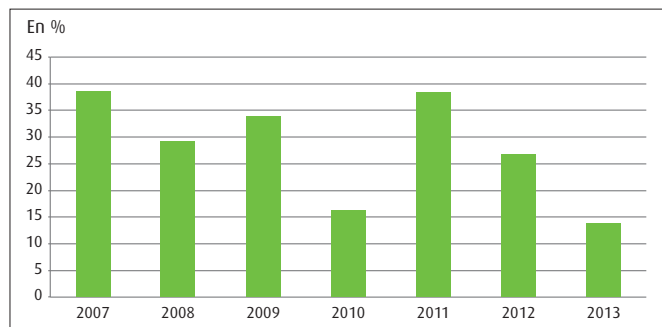
La valeur limite journalière fixée à  $50 \mu\text{g.m}^{-3}$  et à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, n'est pas respectée sur 16 sites en 2013, principalement des sites trafic, soit 5 % des sites de surveillance du territoire contre 10 % en 2012 (*carte 7*). Les régions concernées sont : Île-de-France, Rhône-Alpes, Paca, Martinique, Alsace et Picardie.

De plus, deux sites dépassent en 2013 la valeur limite annuelle en  $\text{PM}_{10}$  fixée à  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ , soit moins de 1 % des sites contre un peu plus de 1 % en 2012 (*carte 8*). Les sites concernés sont des sites trafic situés en Île-de-France (à proximité de l'autoroute A1 à Saint-Denis et le long du boulevard périphérique Est à Paris).

Le pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants, où au moins un site a dépassé plus de 35 jours la valeur limite journalière fixée à  $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ , baisse entre 2012 et 2013. Il passe de 27 %

(quinze agglomérations) à 14 % (huit agglomérations) - (*graphique 9*). Ces résultats ne suivent pas de tendance sur la période 2007-2013. Ce pourcentage est fortement influencé par la variabilité interannuelle des conditions météorologiques.

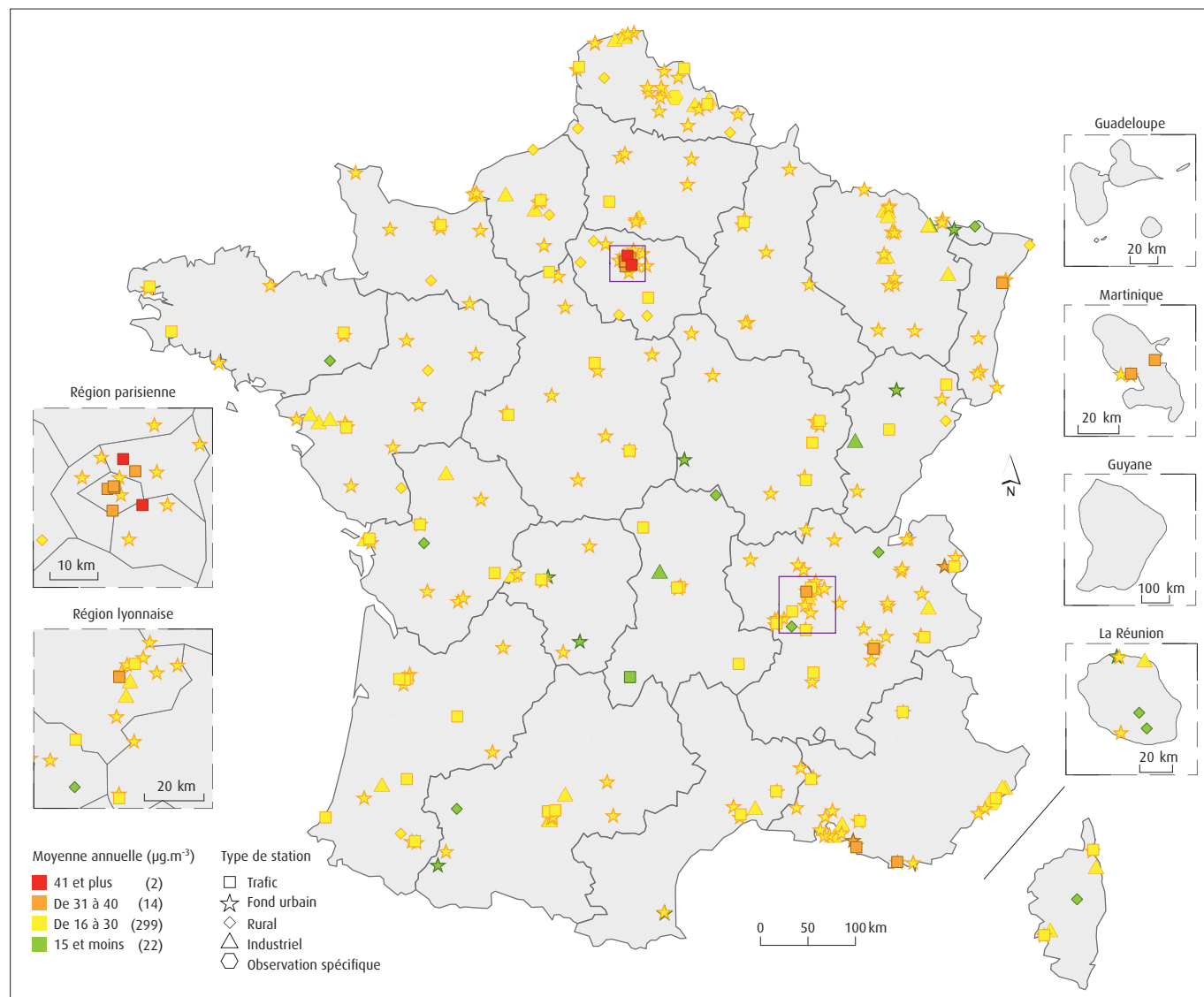
**Graphique 9 : pourcentage d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site de mesure a dépassé plus de 35 jours la valeur limite journalière pour les  $\text{PM}_{10}$**



Champ : France métropolitaine et DOM.

Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

**Carte 8 : concentrations moyennes annuelles en  $\text{PM}_{10}$  en 2013**



Note : valeur limite en moyenne annuelle :  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

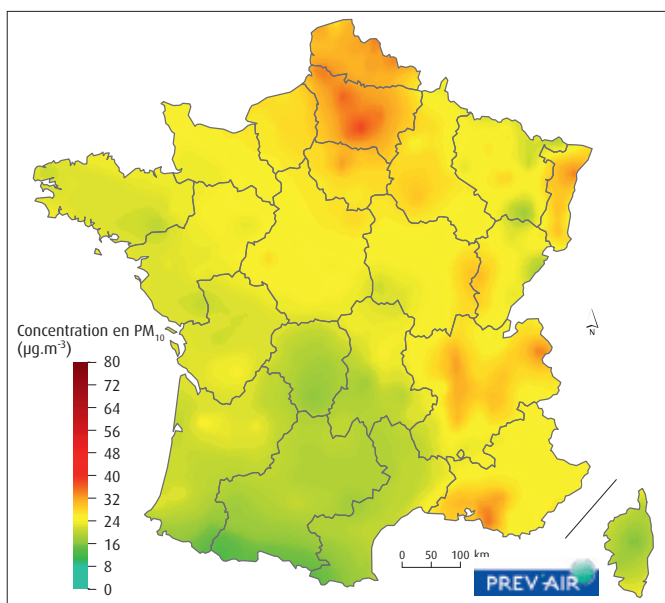
Source : Géod'Air, août 2014. Traitements : SOeS, 2014

## Les variations saisonnières des concentrations en particules

Les cartes ci-après présentent la répartition spatiale en situation de fond des concentrations journalières de  $PM_{10}$  en moyenne par saison en France métropolitaine. Elles proviennent de la combinaison de résultats de modélisation 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 de la valeur limite annuelle. 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  $PM_{10}$ .

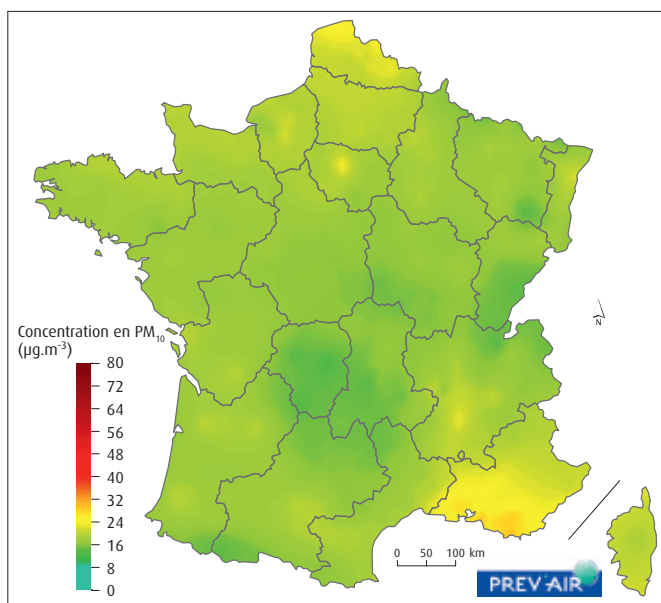
Les teneurs moyennes journalières en  $PM_{10}$  les plus fortes surviennent majoritairement au cours de l'hiver (carte 9) sous conditions anticycloniques fortes, avec une couche limite atmosphérique de faible épaisseur, concentrant les particules au-dessus de la surface que les vents, le plus souvent 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. Ces situations météorologiques sont également favorables à l'apport sur la France métropolitaine de masses d'air d'origine continentale déjà chargées en particules. Durant l'hiver 2013, les régions Nord, Picardie, Alsace, Île-de-France, Rhône-Alpes et Paca se distinguent par des concentrations supérieures à la moyenne nationale. En outre, plus de 75 % des dépassements du seuil d'information surviennent durant cette période.

**Carte 9 : répartition spatiale des concentrations moyennes hivernales de  $PM_{10}$  en France en 2013**



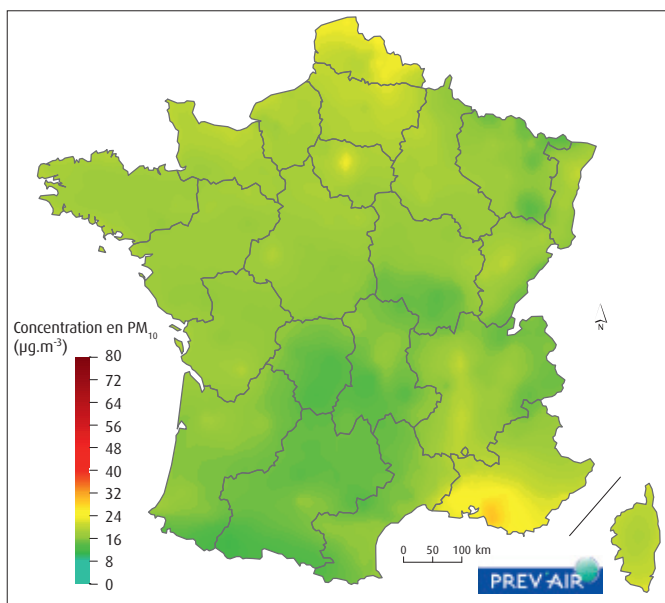
Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 11 : répartition spatiale des concentrations moyennes estivales de  $PM_{10}$  en France en 2013**



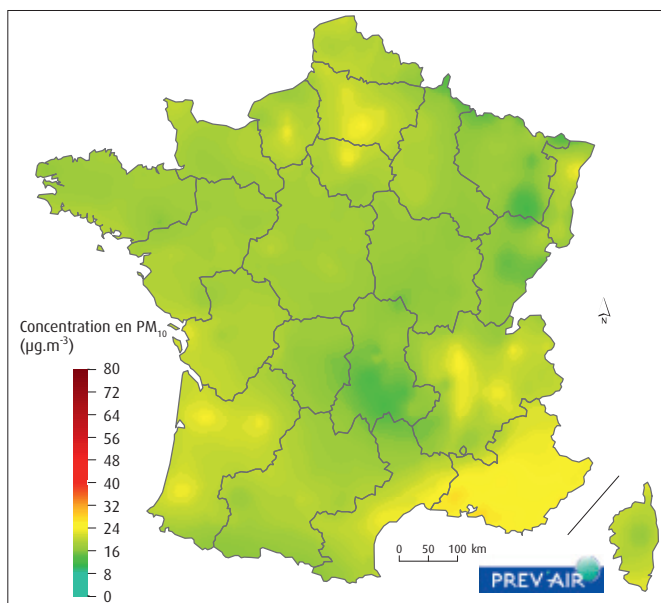
Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 10 : répartition spatiale des concentrations moyennes printanières de  $PM_{10}$  en France en 2013**



Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

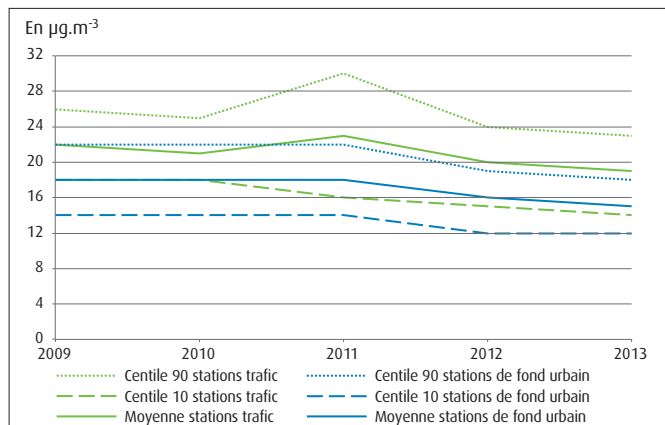
**Carte 12 : répartition spatiale des concentrations moyennes automnales de  $PM_{10}$  en France en 2013**



Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

En dehors de cette saison, les concentrations moyennes sont assez homogènes sur la France à l'exception du Sud-Est qui se distingue avec des teneurs un peu plus élevées. Les niveaux de concentration au printemps (*carte 10*), en été (*carte 11*) et à l'automne (*carte 12*) sont sensiblement moins importants qu'en hiver.

**Graphique 10 : évolution des concentrations annuelles de PM<sub>2,5</sub> de 2009 à 2013**



Champ : France métropolitaine et DOM.  
Note : centile : définition en annexe 1.

Source : Géo'd'Air, avril 2014

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

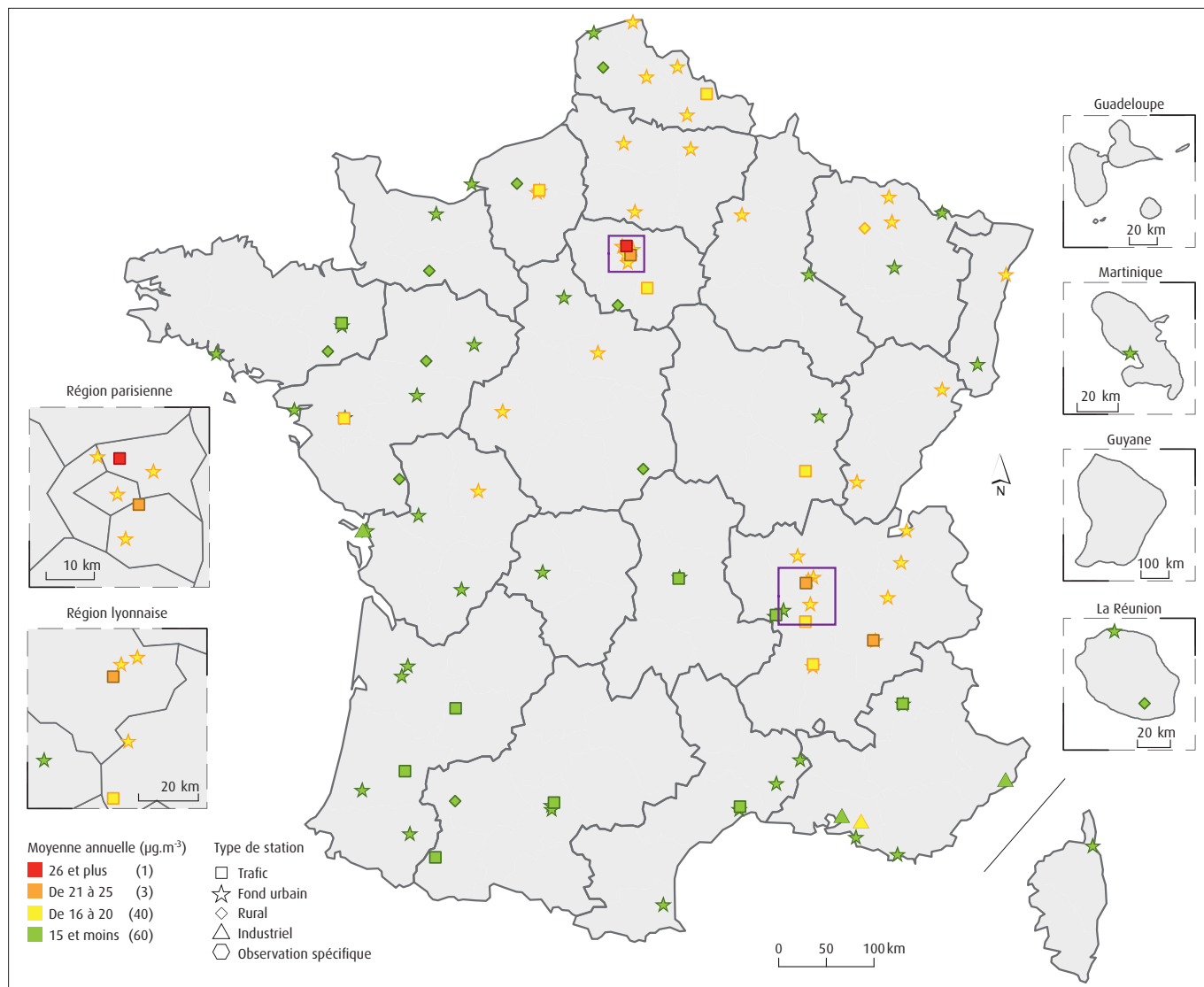
La période de suivi des concentrations en PM<sub>2,5</sub> est trop courte pour qu'une tendance se dégage (*graphique 10*). En 2013, la moyenne annuelle est de 19 µg.m<sup>-3</sup> pour les stations trafic et de 15 µg.m<sup>-3</sup> pour les stations de fond urbain.

## La situation des sites de mesure en 2013 par rapport à la valeur limite

La directive 2008/50/CE fixe une valeur limite de 25 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle pour le 1<sup>er</sup> janvier 2015 et le décret français du 21 octobre 2010, une valeur cible de 20 µg.m<sup>-3</sup> depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010. En 2013, quatre sites sur un total de 104 enregistrent des concentrations moyennes annuelles supérieures à la valeur cible française et un site une concentration moyenne annuelle supérieure à la valeur limite européenne. Ce dernier est situé en Île-de-France, à proximité de l'autoroute A1 à Saint-Denis.

La carte 13 ci-dessous présente les niveaux de PM<sub>2,5</sub> observés en 2013 sur tous les sites.

**Carte 13 : concentrations moyennes annuelles en PM<sub>2,5</sub> en 2013**



Note : valeur limite 2013 en moyenne annuelle : 26 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : Géo'd'Air, avril 2014. Traitements : SOEs, 2014

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

### 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.

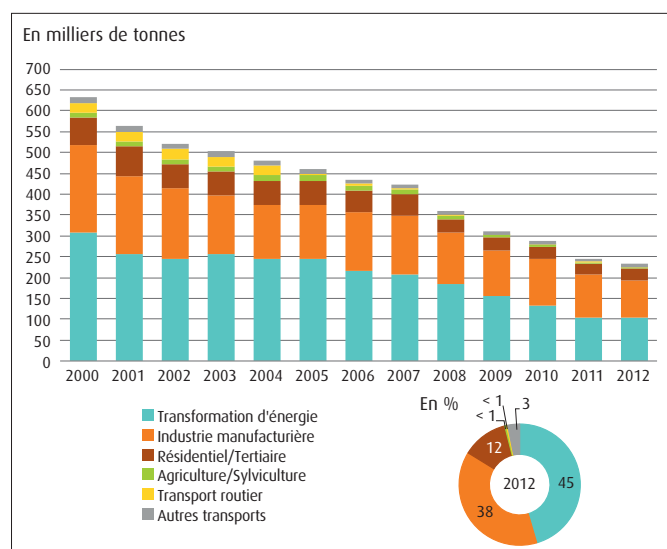
Le SO<sub>2</sub> est un irritant respiratoire et il peut provoquer des irritations oculaires. L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires. Les enfants 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 2012, le SO<sub>2</sub> est émis à 84 % par les secteurs de la transformation d'énergie et de l'industrie manufacturière (graphique 11). 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 11 : évolution des émissions françaises de SO<sub>2</sub>



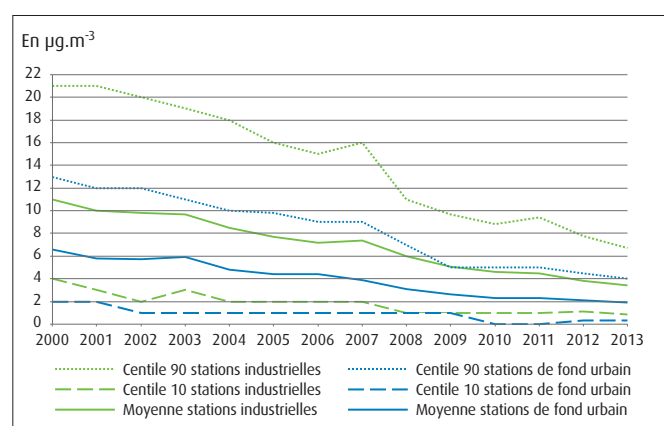
Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

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

En 2013, les concentrations moyennes annuelles en SO<sub>2</sub> sont respectivement de 2 µg.m<sup>-3</sup> et de 3 µg.m<sup>-3</sup> sur les sites de fond urbain et les sites industriels. Sur la période 2000-2013, les concentrations moyennes annuelles ont baissé pour les stations industrielles et de fond urbain et atteignent des concentrations très inférieures à l'objectif de qualité, 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle (graphique 12).

Graphique 12 : évolution des concentrations annuelles de SO<sub>2</sub> de 2000 à 2013



Champ : France métropolitaine et DOM.

Note : centile : définition en annexe 1.

Source : Géod'Air, avril 2014

### La situation des sites de mesure en 2013 par rapport aux valeurs limites

Depuis 2009, aucun site ne dépasse la valeur limite horaire, 350 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an ou la valeur limite journalière, 125 µg.m<sup>-3</sup> à ne pas dépasser plus de trois jours par an.

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

### 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. D'après les études épidémiologiques, l'augmentation des niveaux d'O<sub>3</sub> est corrélée à une augmentation des hospitalisations et à 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.

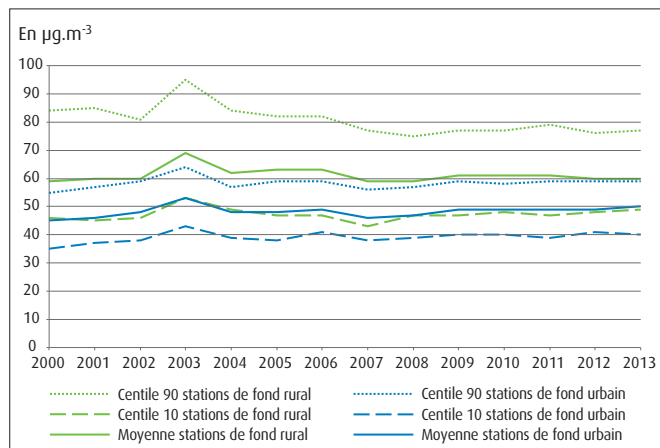
### L'origine de l'O<sub>3</sub>

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>

Sur la période 2000-2013, les concentrations en O<sub>3</sub> ont été stables sur les sites de fond urbain et n'ont pas suivi de tendance significative pour les stations de fond rural (*graphique 13*). En 2013, la moyenne annuelle en O<sub>3</sub> est de 60 µg.m<sup>-3</sup> pour les stations rurales et de 50 µg.m<sup>-3</sup> pour les stations de fond urbain.

**Graphique 13 : évolution des concentrations annuelles d'O<sub>3</sub> de 2000 à 2013**



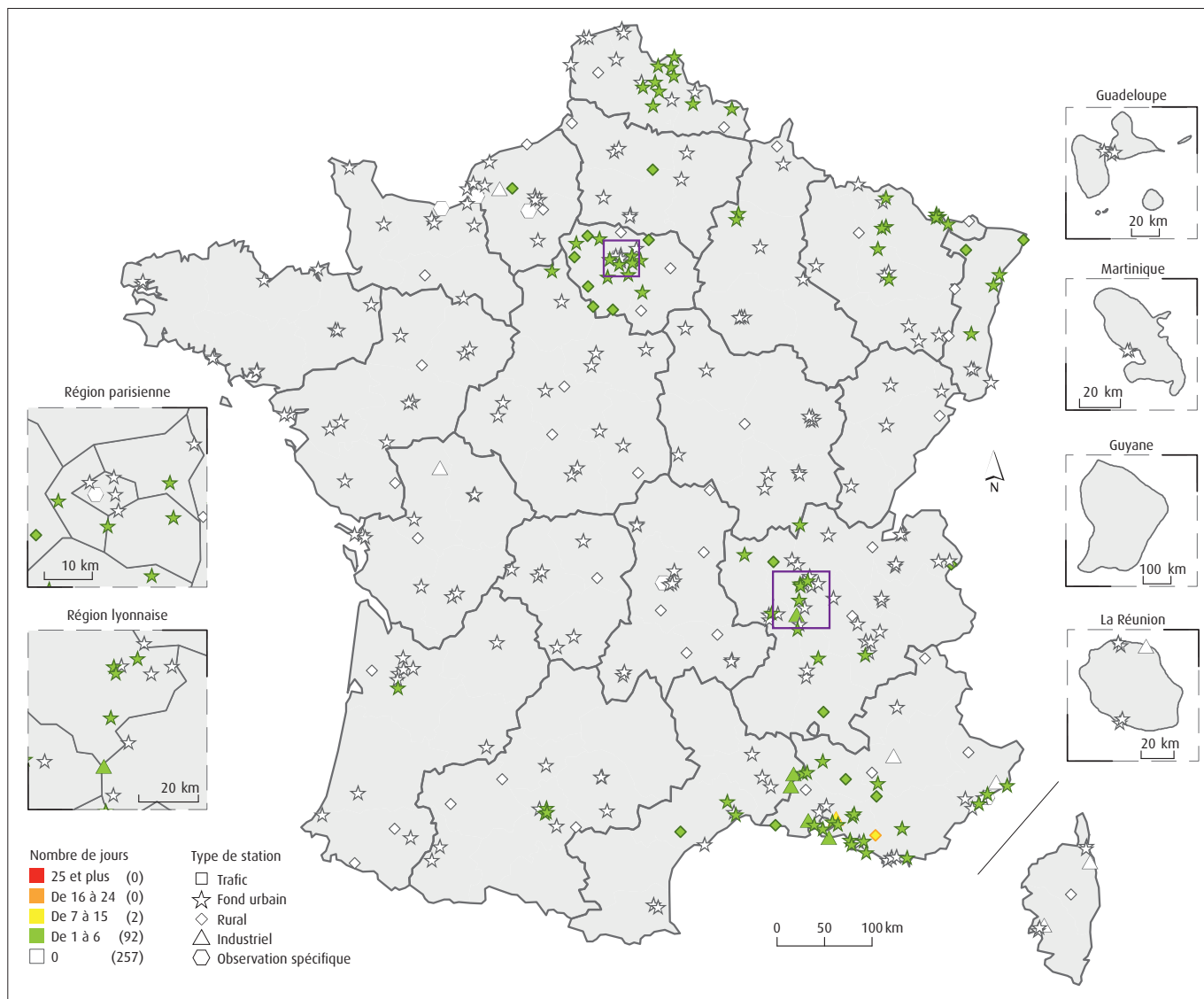
Champ : France métropolitaine et DOM.

Notes : centile : définition en annexe 1 ; les concentrations observées sur les sites ruraux sont supérieures à celles observées sur les sites de fond urbain du fait de la cinétique et des processus de formation de l'O<sub>3</sub>.

Source : Géod'Air, avril 2014

### La situation des sites de mesure en 2013 et 2003 par rapport aux seuils d'information et d'alerte de l'O<sub>3</sub>

En 2013, le seuil d'information pour l'O<sub>3</sub> fixé à 180 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur une heure, est dépassé au maximum dix jours dans l'année (*carte 14*). Ces dépassements concernent 27 % des sites de mesure principalement localisés en Paca, Rhône-Alpes, Alsace et Lorraine. De plus en 2013, le seuil d'alerte, 240 µg.m<sup>-3</sup> d'O<sub>3</sub> en moyenne sur une heure, n'est dépassé que sur une station, située en Rhône-Alpes.

**Carte 14 : nombre de jours de dépassement du seuil de  $180 \mu\text{g.m}^{-3}$  en  $\text{O}_3$  en 2013**


Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

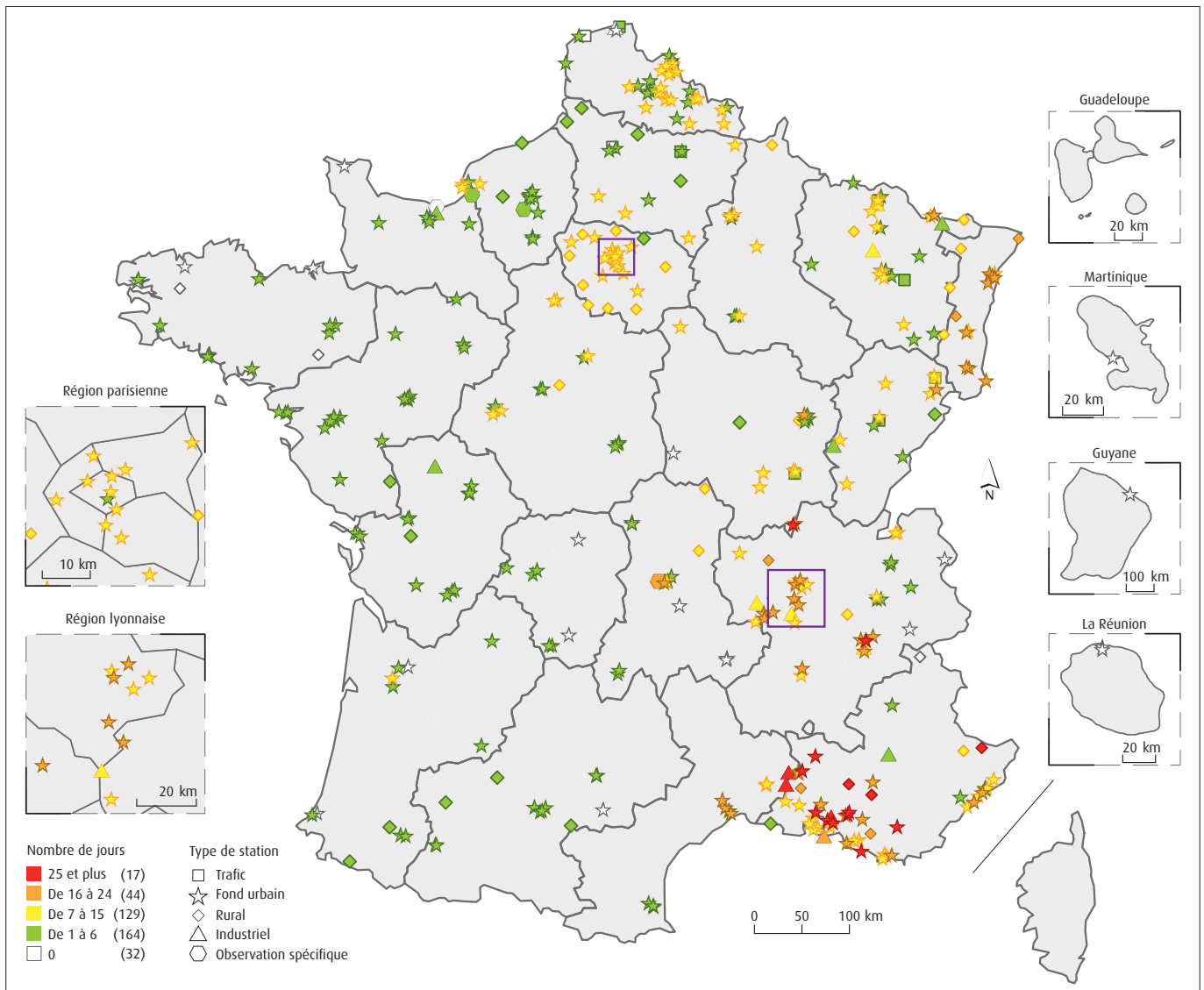
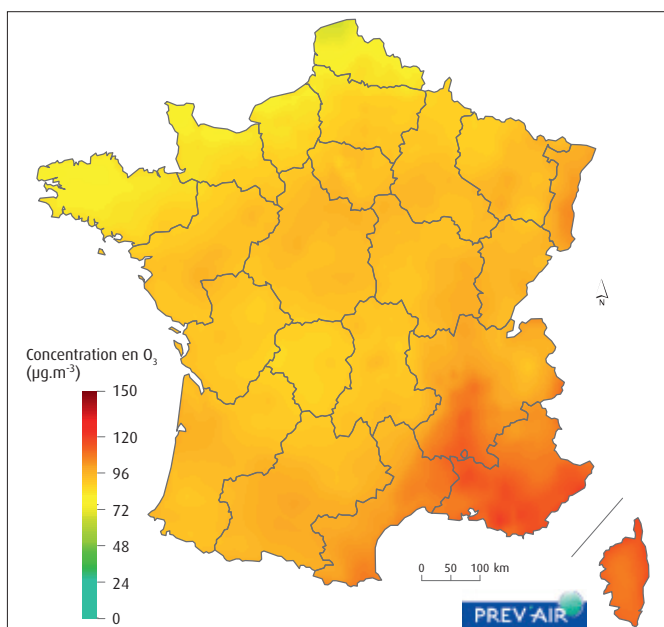
Pour comparaison, en 2003, année climatique exceptionnelle, le seuil d'information a été dépassé au maximum 40 jours. Ces dépassements ont concerné une grande partie de la France (92 % des stations de mesure) – (carte 15). Plus de 24 jours de dépassements ont été comptabilisés dans les régions Paca, Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes et Bourgogne. De plus, le seuil d'alerte a été dépassé au moins une fois sur 28 % des stations de mesure.

## Les variations saisonnières des concentrations en $\text{O}_3$

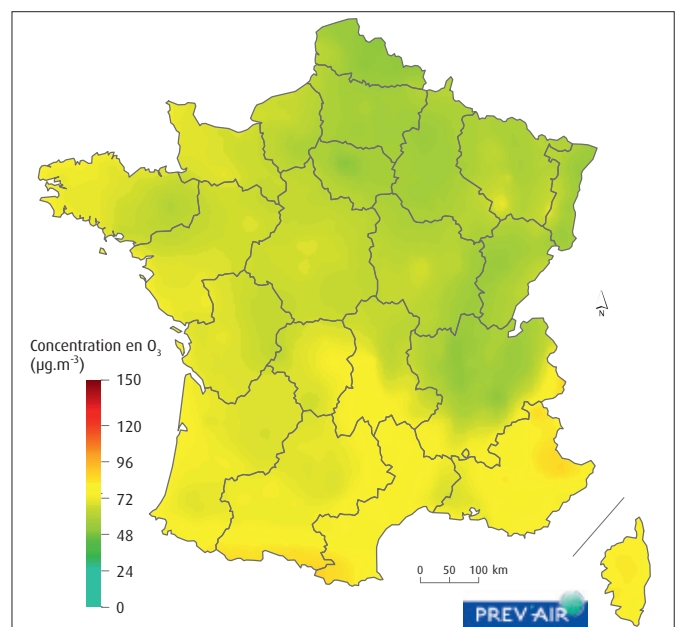
Les cartes pages 29 présentent la répartition spatiale des concentrations maximales journalières d' $\text{O}_3$  en France métropolitaine, en moyenne sur l'été et l'hiver. Elles proviennent de la combinaison de résultats de simulation de modèle de qualité de l'air et d'observations des Aasqa issues de la base nationale de données sur la qualité de l'air Géod'Air.

La production d' $\text{O}_3$ , à partir de ses précurseurs (émis par les activités humaines et industrielles ainsi que par la végétation) combinés à l'activité solaire, est d'intensité nettement plus importante en période estivale (carte 16) qu'en période hivernale (carte 17). 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' $\text{O}_3$ . En moyenne sur la période estivale, le maximum quotidien d' $\text{O}_3$  diffère de  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$  entre le Sud-Est et la partie Nord et Ouest de la France. Durant l'hiver, les différences géographiques atteignent  $30\text{-}40 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

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.

**Carte 15 : nombre de jours de dépassement du seuil de  $180 \mu\text{g.m}^{-3}$  en  $\text{O}_3$  en 2003**

**Carte 16 : répartition spatiale des concentrations moyennes estivales d' $\text{O}_3$  en France en 2013**


Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 17 : répartition spatiale des concentrations moyennes hivernales d' $\text{O}_3$  en France en 2013**


Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

## Le monoxyde de carbone (CO)

### 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.). 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.

La toxicité du CO est liée à sa fixation sur l'hémoglobine, avec une affinité plus de 200 fois supérieure à celle de l'oxygène. Il se forme alors une molécule stable, la carboxyhémoglobine (HbCO). Cette dernière induit une diminution du transport et de l'utilisation de l'oxygène dans l'organisme, à laquelle le cœur et le cerveau sont les plus sensibles. Il est observé :

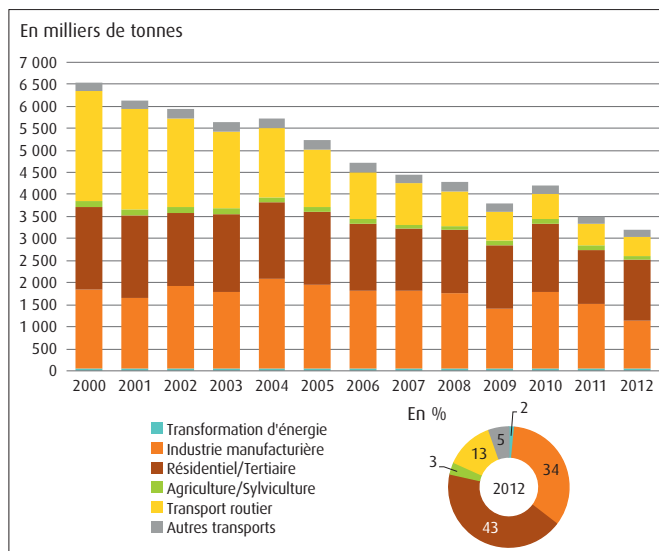
- des troubles de type neurovégétatif comme des céphalées, une faiblesse musculaire, une hypotension, une tachycardie réflexe, des vertiges, pour de faibles niveaux d'exposition ;
- des effets plus sévères, cardio-vasculaires et neurologiques, immédiatement après une intoxication aiguë ou de façon retardée (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'ozone 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 2012, le résidentiel-tertiaire et l'industrie manufacturière sont responsables des trois quarts des émissions (*graphique 14*).

Graphique 14 : évolution des émissions françaises de CO



Champ : France métropolitaine.

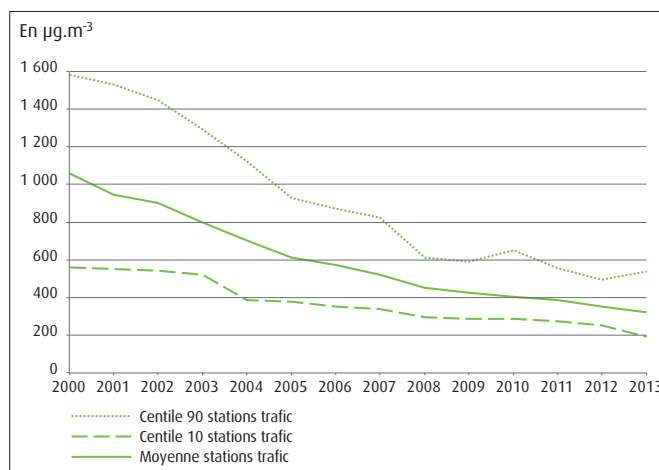
Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

### L'évolution des concentrations de CO

Sur la période 2000-2013, 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 2001 (*graphique 15*). Ainsi, aucun dépassement de la valeur limite, 10 mg.m<sup>-3</sup> sur huit heures glissantes, n'est constaté en 2013.

Ces dernières années, le nombre de stations de mesure du CO est en baisse et atteint 29 en 2013. Cette diminution s'explique par une optimisation du dispositif de surveillance qui tient compte des faibles concentrations mesurées les années passées.

Graphique 15 : évolution des concentrations annuelles de CO de 2000 à 2013



Champ : France métropolitaine et DOM.

Note : centile : définition en annexe 1.

Source : Géo'd'Air, avril 2014

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

### 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 cancérogène 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'ozone, 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 2000-2012, les émissions françaises de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ont diminué de 62 % (graphique 16). En 2012, le principal secteur émetteur est le résidentiel-tertiaire (53 %) en particulier du fait de la combustion du bois, suivi du transport (30 %).

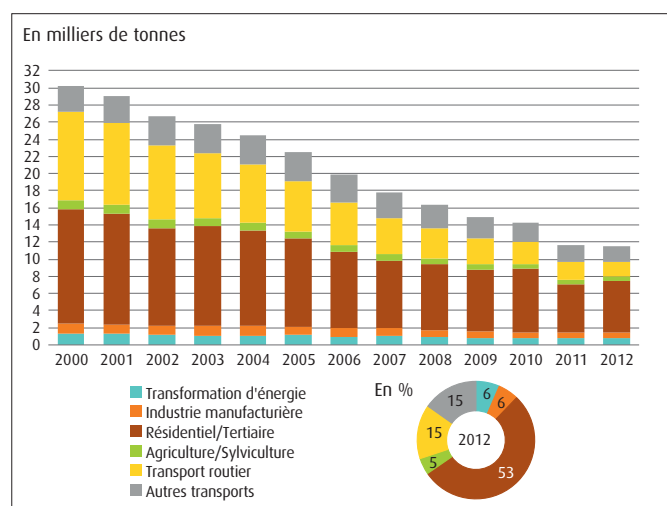
### L'évolution des concentrations de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Entre 2000 et 2013, les concentrations annuelles en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ont diminué sur les sites trafic. Cette baisse au voisinage immédiat du trafic routier s'explique en partie par la limitation du taux de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dans l'essence suite à 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 2013, 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. Avec les analyseurs automatiques, les concentrations moyennes annuelles sont de 1 µg.m<sup>-3</sup> sur les sites trafic et de 0,66 µg.m<sup>-3</sup> sur les sites de fond urbain. Avec les prélèvements, elles sont de 1,7 µg.m<sup>-3</sup> sur les sites trafic et de 1,2 µg.m<sup>-3</sup> sur les sites de fond urbain.

En 2013, deux sites industriels situés en Lorraine ne respectent pas la valeur limite annuelle de ce polluant (5 µg.m<sup>-3</sup>). De plus, neuf sites ne respectent pas l'objectif de qualité fixé à 2 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle. Ces derniers se trouvent dans les régions suivantes : Rhône-Alpes, Lorraine, Paca, Île-de-France.

Graphique 16 : évolution des émissions françaises de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

## Les métaux lourds

### Les effets sanitaires et environnementaux des métaux lourds

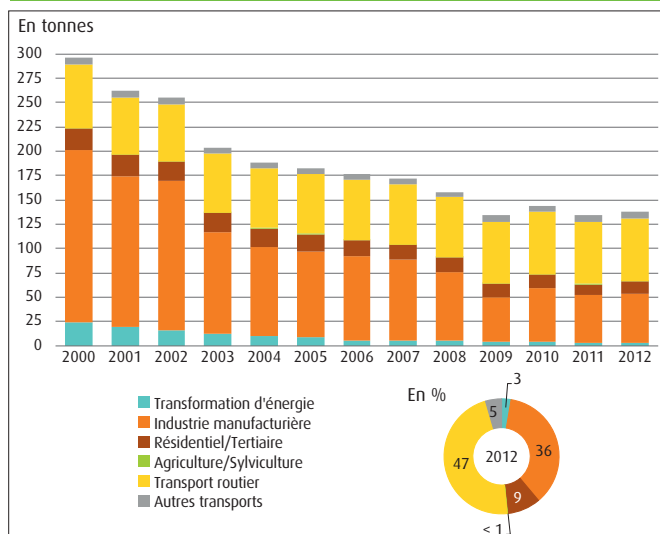
Dans l'air ambiant, les métaux lourds sont présents sous forme de particules et de gaz. Ces polluants s'accumulent dans l'organisme et peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, etc. Leur dépôt sur les surfaces (sols, eaux, etc.) conduit également à une contamination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

### Le plomb (Pb)

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

Les émissions de Pb dans l'air ont diminué de 97 % entre 1990 et 2012, notamment grâce à la suppression de l'utilisation de plomb tétraéthyle dans les essences depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000 (graphique 17).

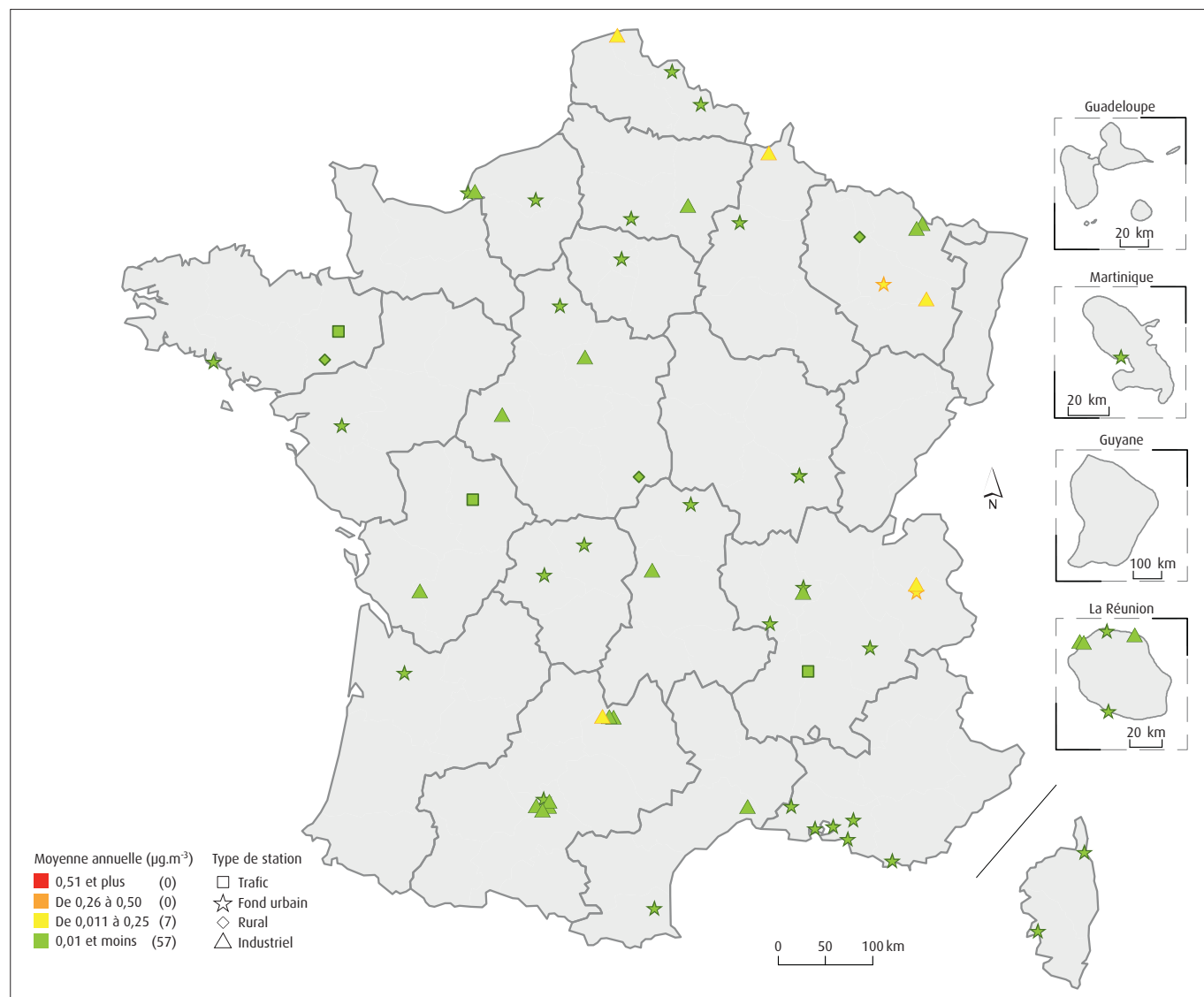
Graphique 17 : évolution des émissions françaises de Pb



Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

Carte 18 : concentrations moyennes annuelles en Pb en France en 2013



Note : valeur limite en moyenne annuelle :  $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

Source : Géod'Air, juin 2014. Traitements : SOEs, 2014

### • Les concentrations de Pb en 2013

Les concentrations moyennes annuelles en Pb en 2013 sont très inférieures à la valeur limite fixée à  $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle et sont globalement inférieures à  $0,01 \mu\text{g.m}^{-3}$  (carte 18). La concentration annuelle maximale enregistrée en 2013 est de  $0,19 \mu\text{g.m}^{-3}$  et est mesurée en Lorraine.

## L'arsenic (As)

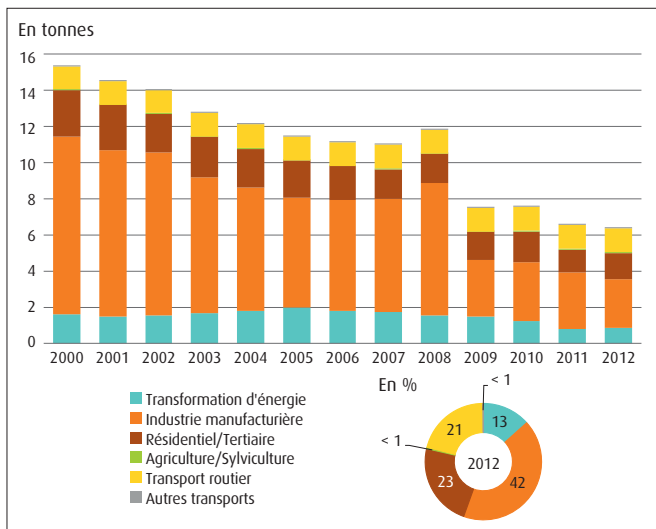
### • L'évolution des émissions d'As

Les émissions d'As ont diminué de 58 % sur la période 2000-2012 (graphique 18). 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.

### • Les concentrations d'As en 2013

L'As est réglementé par la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces concentrations sont suivies sur une soixantaine de sites de prélèvement en France. En 2013 (carte 19), les concentrations moyennes annuelles sont inférieures à la valeur cible,  $6 \text{ ng.m}^{-3}$  en moyenne annuelle.

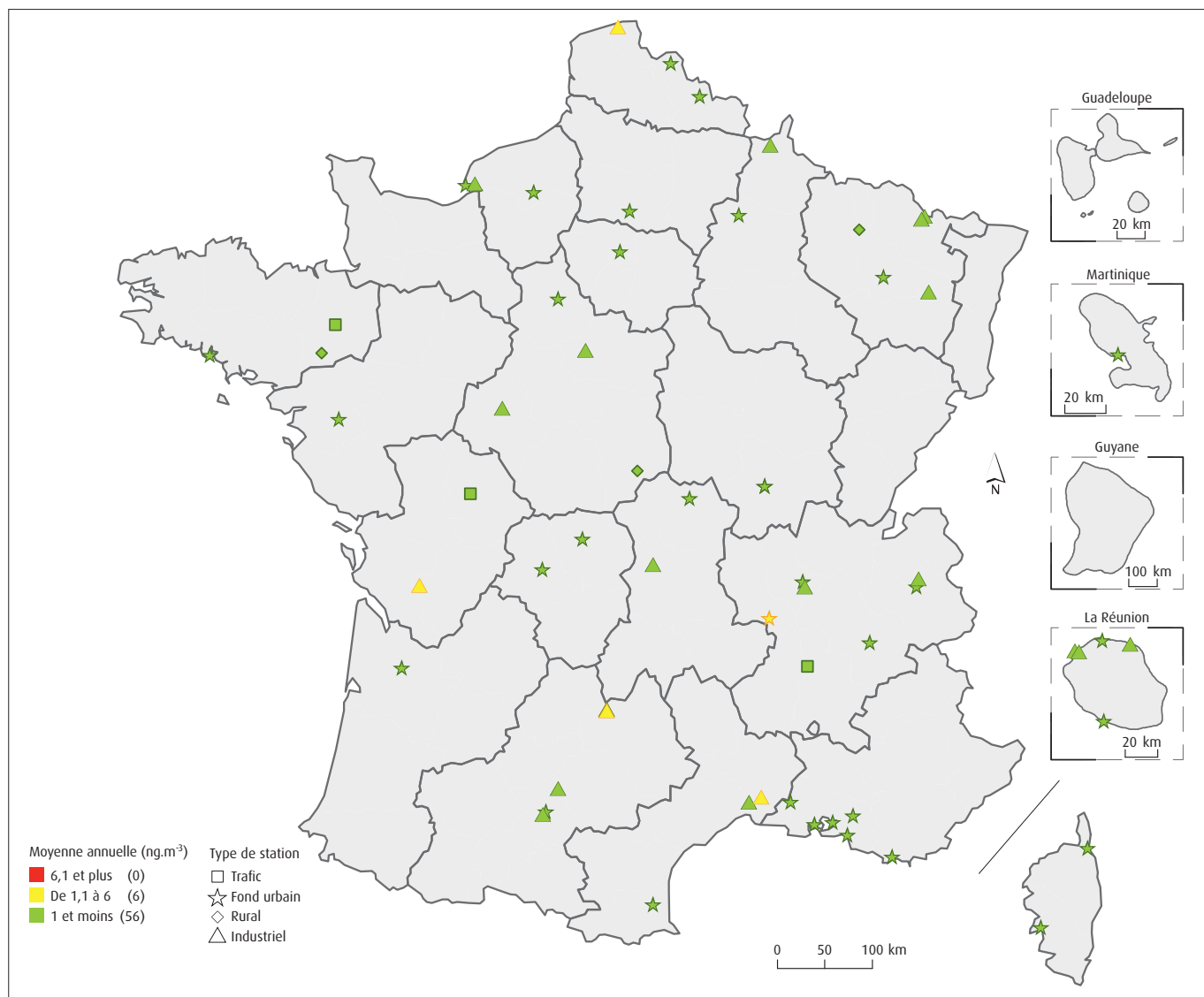
Graphique 18 : évolution des émissions françaises d'As



Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

Carte 19 : concentrations moyennes annuelles en As en France en 2013



Note : valeur cible en moyenne annuelle :  $6 \text{ ng.m}^{-3}$ .

Source : Géod'Air, juillet 2014. Traitements : SOes, 2014

## Le cadmium (Cd)

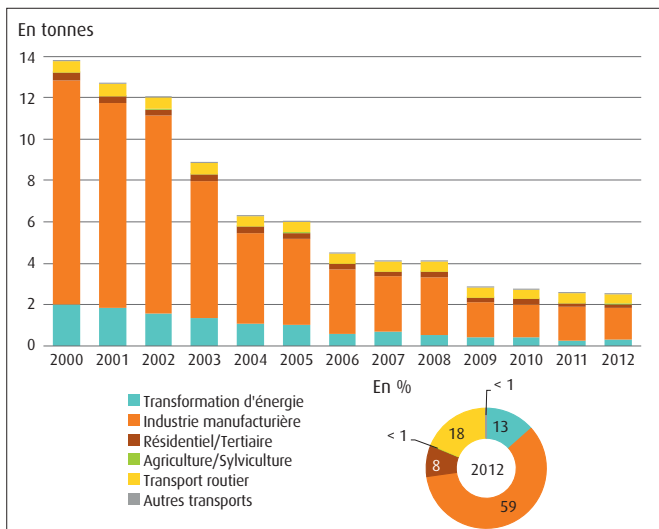
### • L'évolution des émissions de Cd

Sur la période 2000-2012, les émissions de Cd ont diminué de 82 % (graphique 19). Cette tendance s'explique par les progrès réalisés dans les secteurs industriels, sidérurgie et métallurgie des métaux non ferreux entre autres, et dans le traitement des fumées des usines d'incinération.

### • Les concentrations de Cd en 2013

Le Cd est réglementé par la directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces concentrations sont suivies sur une soixantaine de sites de prélèvement en France. En 2013 (carte 20), les concentrations moyennes annuelles sont inférieures à la valeur cible, 5 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, à l'exception d'un site dans le département de l'Aveyron en Midi-Pyrénées qui enregistre une concentration de 8,3 ng.m<sup>-3</sup>. Cette concentration annuelle est représentative de l'impact des activités du bassin d'emploi situé dans cette partie de l'Aveyron.

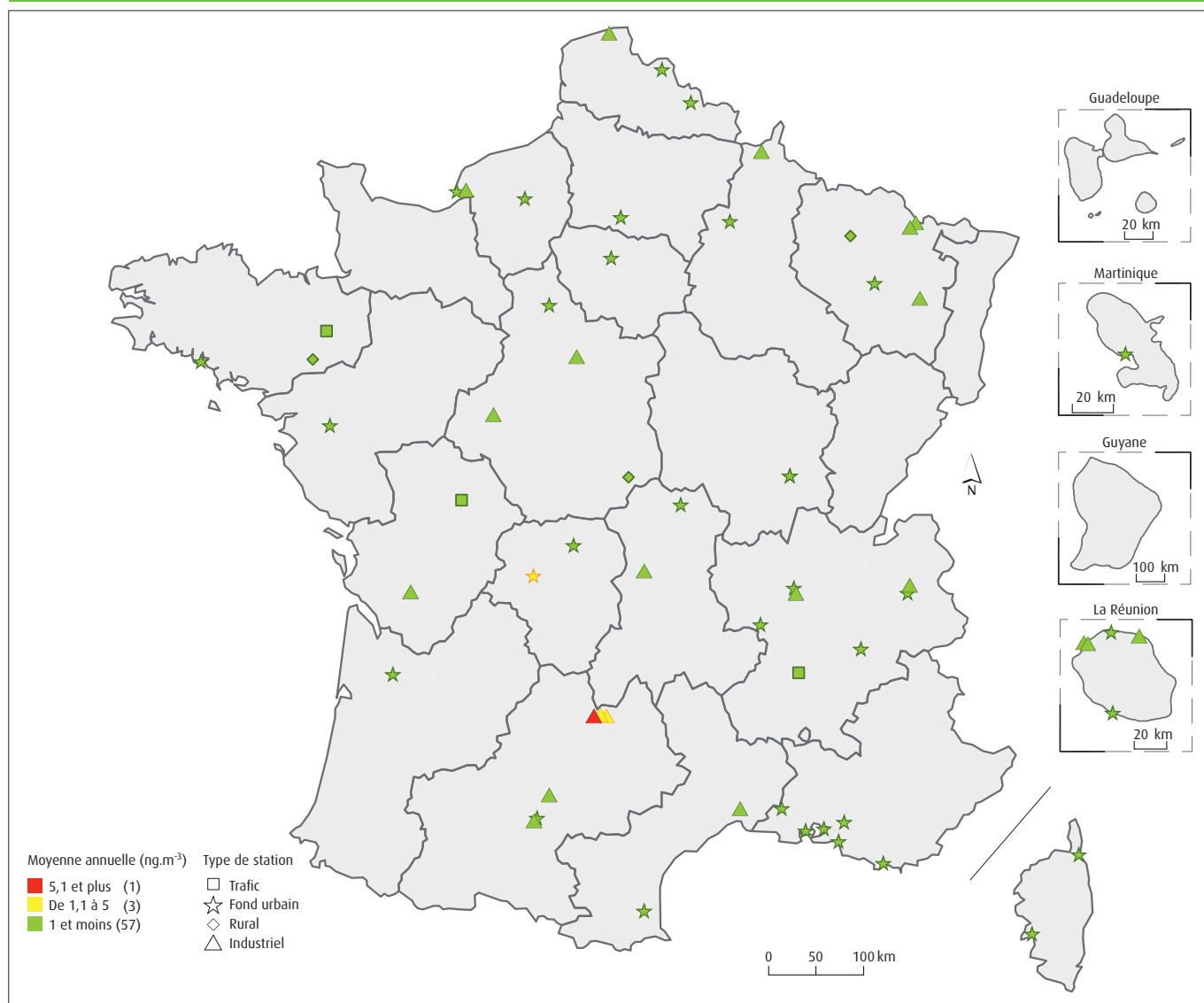
Graphique 19 : évolution des émissions françaises de Cd



Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

Carte 20 : concentrations moyennes annuelles en Cd en France en 2013



Note : valeur cible en moyenne annuelle : 5 ng.m<sup>-3</sup>.

Source : Géod'Air, juin 2014. Traitements : SOeS, 2014

## Le nickel (Ni)

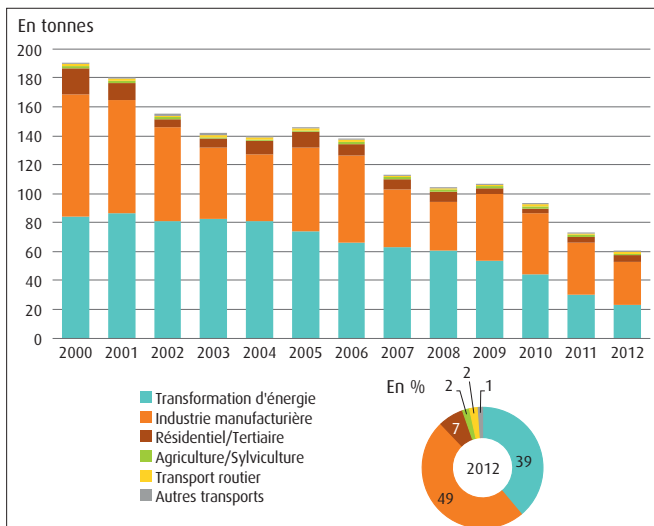
### • L'évolution des émissions de Ni

Les émissions de Ni ont diminué de 68 % entre 2000 et 2012 (graphique 20). Cette tendance à la baisse est liée à une consommation moins importante de fioul lourd dans les secteurs de l'industrie manufacturière et de la transformation d'énergie ainsi que par la mise en place de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux dans les aciéries électriques.

### • Les concentrations de Ni en 2013

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 2013 sur une cinquantaine de sites de prélèvement en France. Les concentrations moyennes annuelles (carte 21) sont inférieures à la valeur cible, 20 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle.

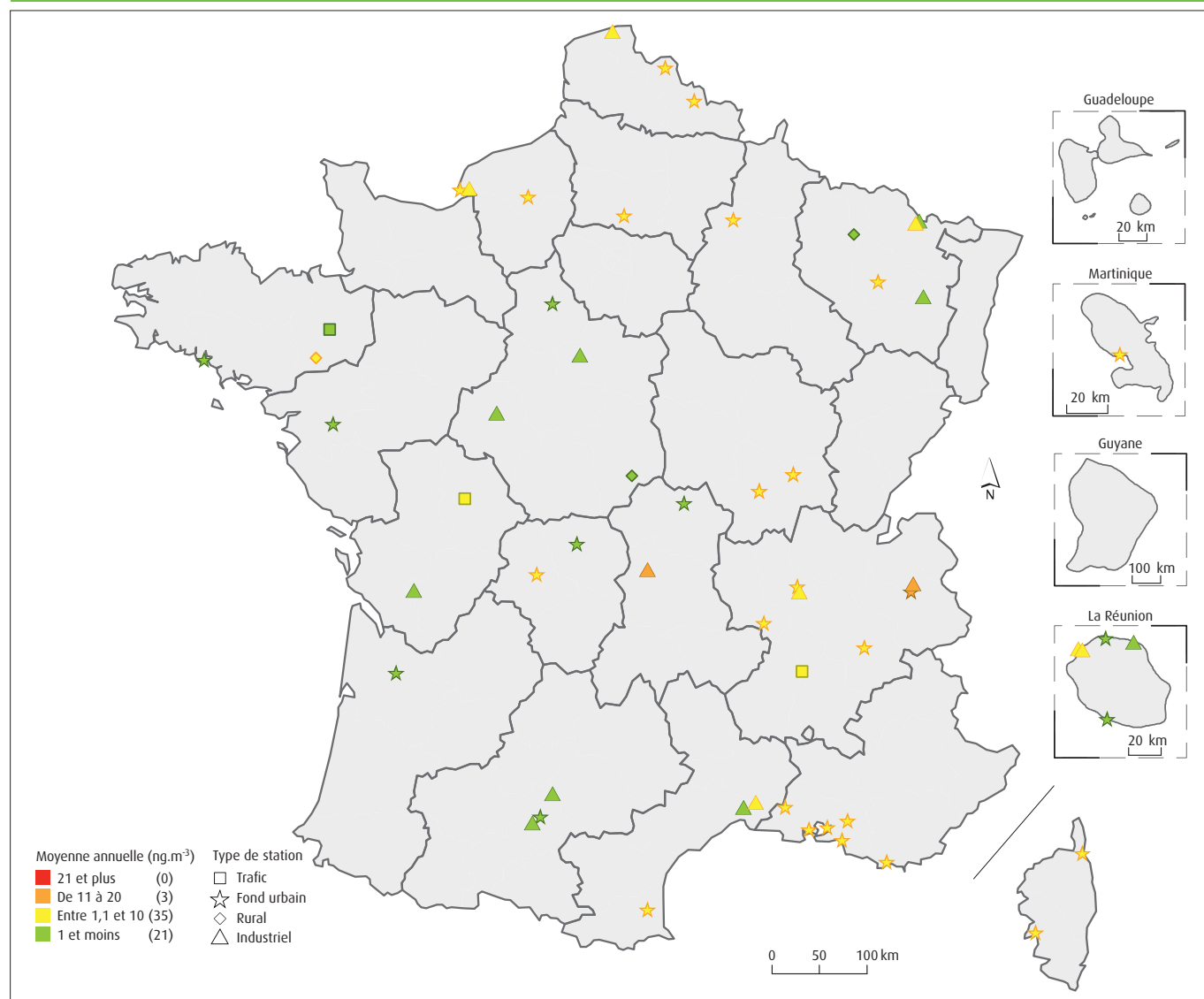
Graphique 20 : évolution des émissions françaises de Ni



Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

Carte 21 : concentrations moyennes annuelles en Ni en France en 2013



Note : valeur cible en moyenne annuelle : 20 ng.m<sup>-3</sup>.

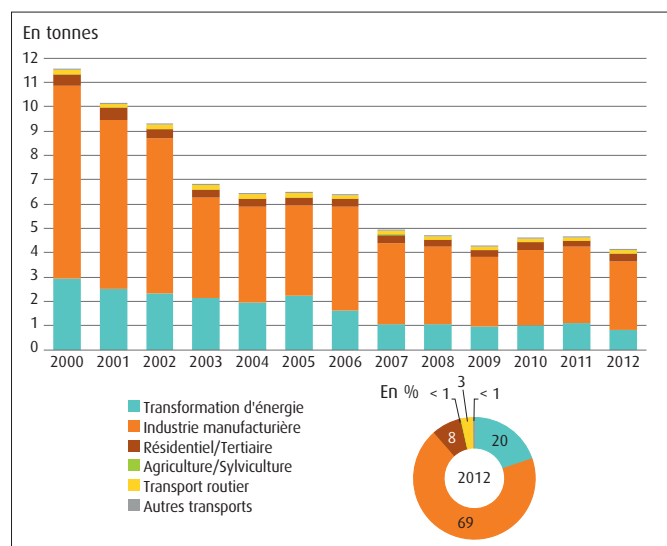
Source : Géod'Air, juillet 2014. Traitements : SOEs, 2014

## Le mercure (Hg)

### • L'évolution des émissions de Hg

Entre 2000 et 2012, les émissions de Hg ont diminué de 64 % suite à l'amélioration des performances des incinérateurs de déchets, par son utilisation de plus en plus limitée ainsi que par une plus grande optimisation des procédés de production de chlore (graphique 21).

Graphique 21 : évolution des émissions françaises de Hg



Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

### • 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. Aucune valeur cible n'est en revanche définie.

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)

### 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, seize 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 cancérogènes.

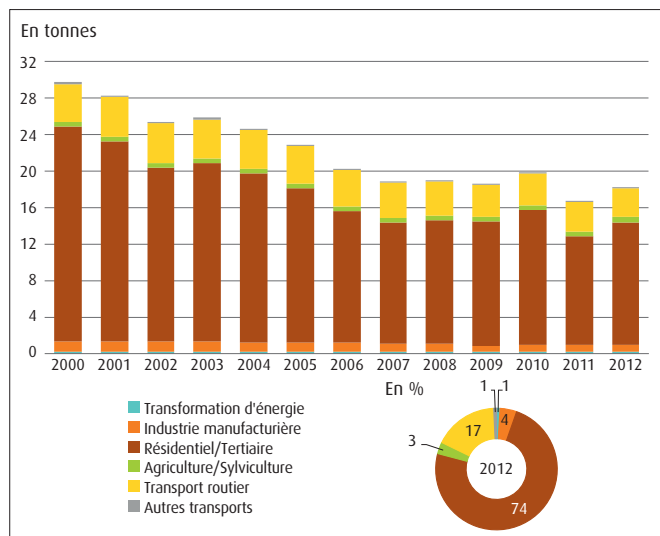
Le benzo[a]pyrène (B[a]P), l'un des HAP les plus connus, est classé comme agent cancérogène pour l'homme (groupe 1) par le Circ. D'autres HAP sont également classés par le Circ comme agents cancérogènes probables (groupe 2A) ou cancérogènes possibles (groupe 2B). Le B[a]P est considéré comme traceur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

### L'évolution des émissions de HAP

Les sources principales d'émissions sont les secteurs résidentiel et tertiaire (74 % en 2012), avec le chauffage au bois principalement, et le transport routier (17 % en 2012) – (graphique 22).

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 22 : évolution des émissions françaises de HAP



Champ : France métropolitaine.

Note : somme des HAP telle que définie par la Convention de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies : benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène et indeno[1,2,3-cd]pyrène.

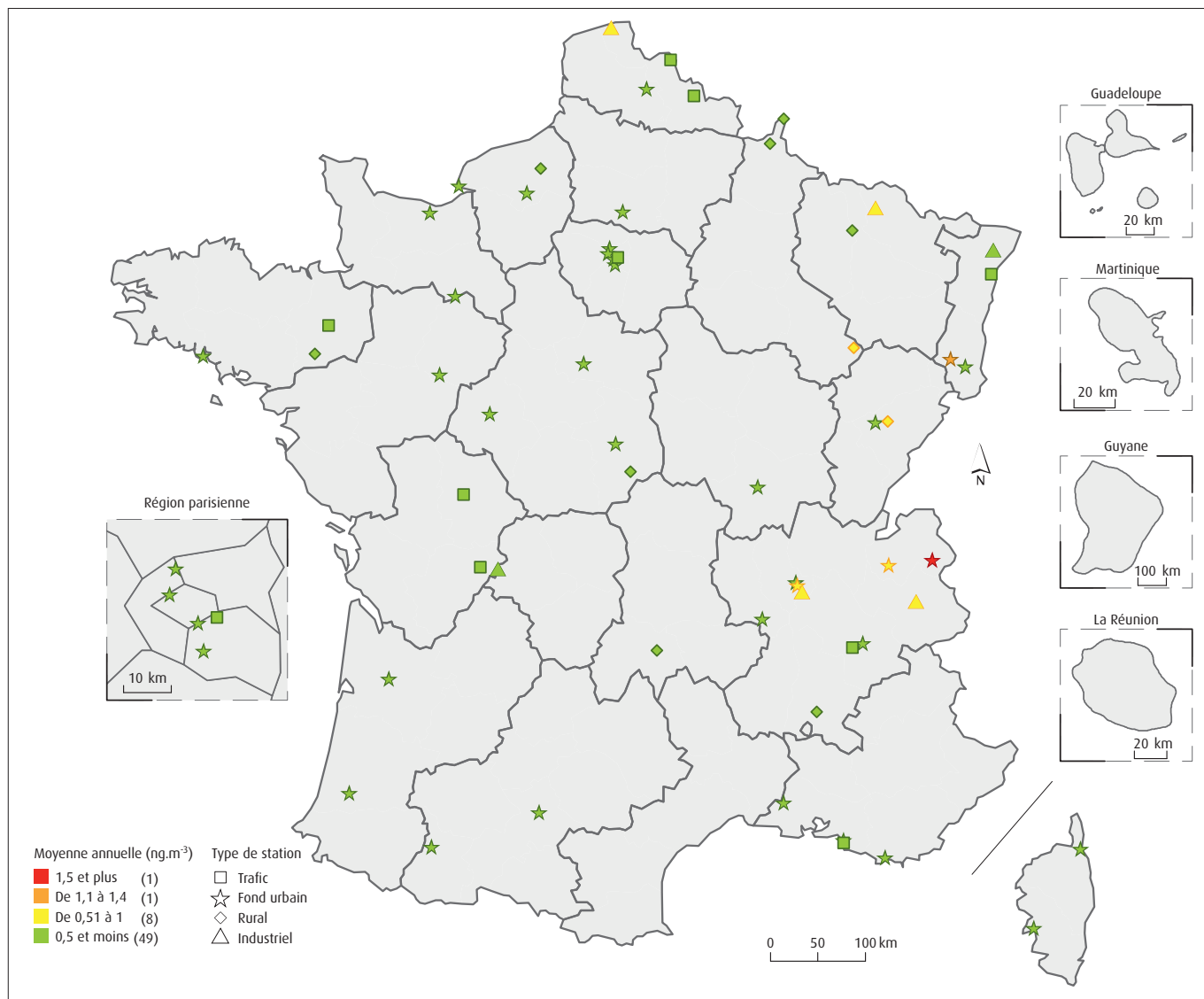
Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2014

### Les concentrations en benzo[a]pyrène (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. Selon les règles définies dans le guide européen dit « guide IPR<sup>1</sup> », un site sur les 59 suivis dépasse en 2013 la valeur cible en B[a]P, fixée à 1 ng.m<sup>-3</sup> (carte 22). Il se trouve en Rhône-Alpes, dans la vallée de l'Arve en Haute-Savoie. La concentration moyenne annuelle mesurée sur ce site est de 1,8 ng.m<sup>-3</sup>.

<sup>1</sup> Le guide « IPR » (*Implementing Provisions on Reporting*) accompagne la nouvelle décision d'exécution de la Commission européenne sur l'échange et la transmission des données (décision 2011/850/UE).

Carte 22 : concentrations moyennes annuelles en B[a]P en France en 2013



Notes : valeur cible en moyenne annuelle : 1 ng.m<sup>-3</sup> ; compte tenu des règles d'arrondi définies dans le guide européen dit « IPR », seul le point  $\geq 1,5$  ng.m<sup>-3</sup> est considéré comme dépassant la valeur cible.

Source : Géo'd'Air, juillet 2014. Traitements : SOeS, 2014

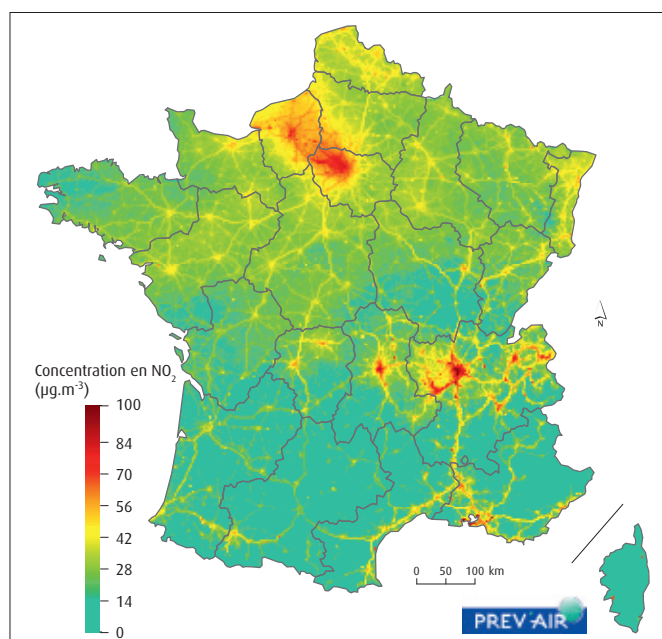
## Les épisodes de pollution observés en France en 2013

Des épisodes de pollution, plus au moins nombreux selon les conditions météorologiques, surviennent chaque année en France et à des périodes différentes selon les polluants : en hiver pour le  $\text{NO}_2$ , durant l'hiver et le printemps pour les  $\text{PM}_{10}$ , et en été pour l' $\text{O}_3$ . Ces cartes ne sont pas suffisamment précises pour faire apparaître des dépassements locaux des seuils réglementaires. 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 polluants.

### Le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )

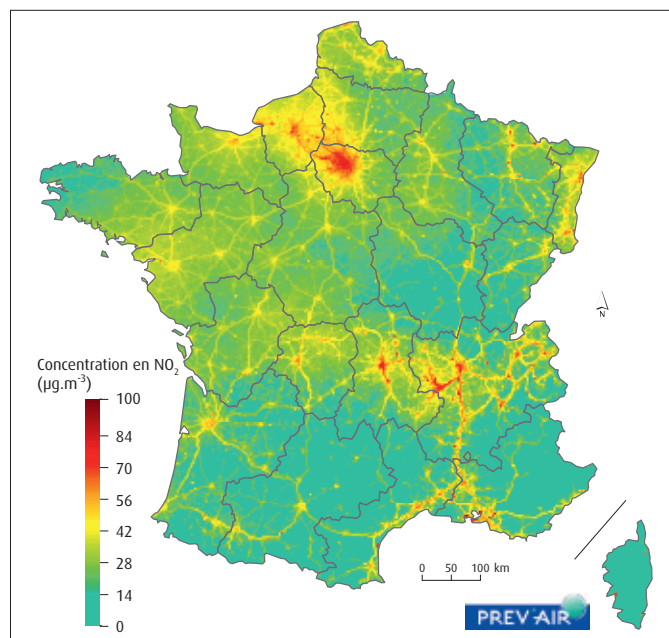
Un épisode est identifié autour du 11 décembre (*cartes 23, 24 et 25*) avec des concentrations de  $\text{NO}_2$  assez élevées liées à une situation météorologique stable avec des vents assez faibles, propice à l'accumulation des polluants sur les zones émettrices. Des niveaux élevés sont mesurés sur l'Île-de-France et, dans une moindre mesure, en Haute-Normandie et en Picardie. Dans ces deux régions, la pollution provient majoritairement d'une contribution des émissions locales auxquelles peuvent s'ajouter l'apport de polluants sous les vents de l'Île-de-France. Le relief spécifique renforce l'accumulation des polluants dans des zones comme l'Alsace, la région Paca, les Alpes du Nord et le Massif central qui subissent également des niveaux importants de  $\text{NO}_2$ .

**Carte 24 : concentrations moyennes journalières en  $\text{NO}_2$  le 11 décembre 2013**



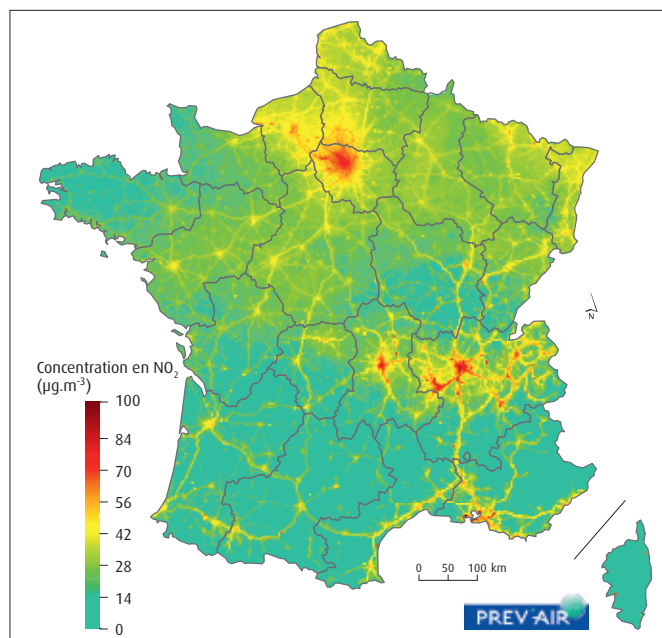
Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 23 : concentrations moyennes journalières en  $\text{NO}_2$  le 10 décembre 2013**



Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 25 : concentrations moyennes journalières en  $\text{NO}_2$  le 12 décembre 2013**



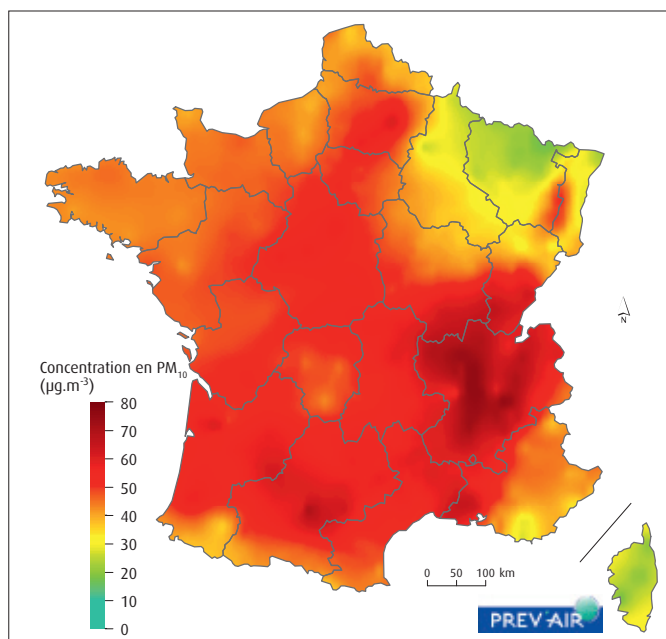
Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

## Les particules (PM<sub>10</sub>)

Si plusieurs périodes sont propices à l'apparition de pollution aux particules au mois de janvier, le premier épisode important de l'année 2013 intervient à la fin du mois de février (*cartes 26 et 27*) avec le retour de hautes pressions sur la France et un flux d'air apportant de l'humidité sur la moitié nord. Les températures sont

inférieures aux normales de saison. Ces fortes concentrations résultent vraisemblablement de la contribution de plusieurs sources d'émissions dont celles issues des activités agricoles (épandages) et celles dues à l'utilisation du bois pour le chauffage résidentiel. Cet épisode affecte la plupart des régions mais c'est en Rhône-Alpes qu'il est le plus important. Il s'achève le 5 mars lors du retour d'un régime perturbé sur la France.

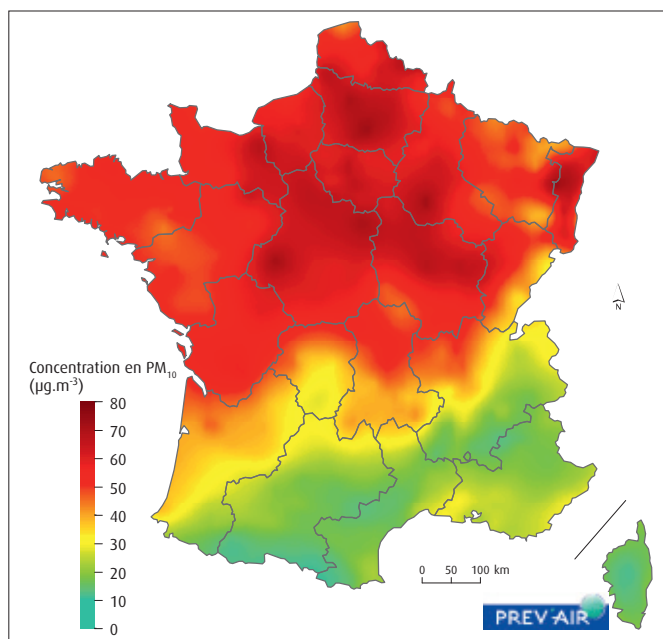
**Carte 26 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 27 février 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

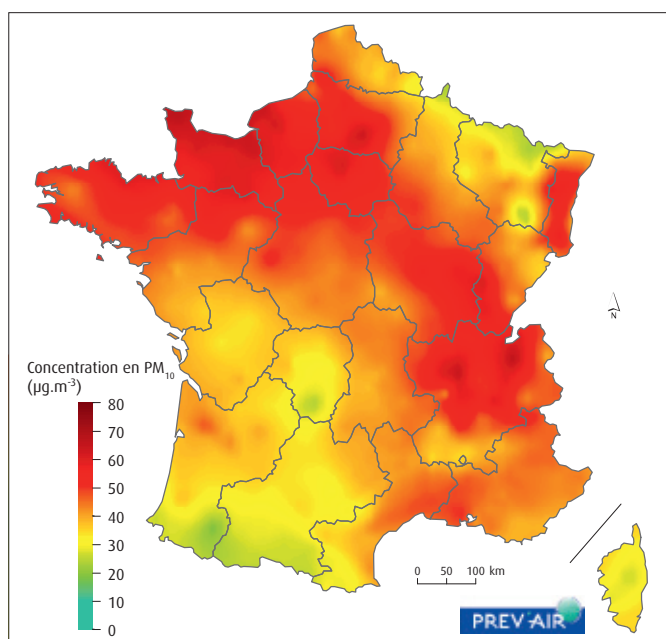
**Carte 28 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 28 mars 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

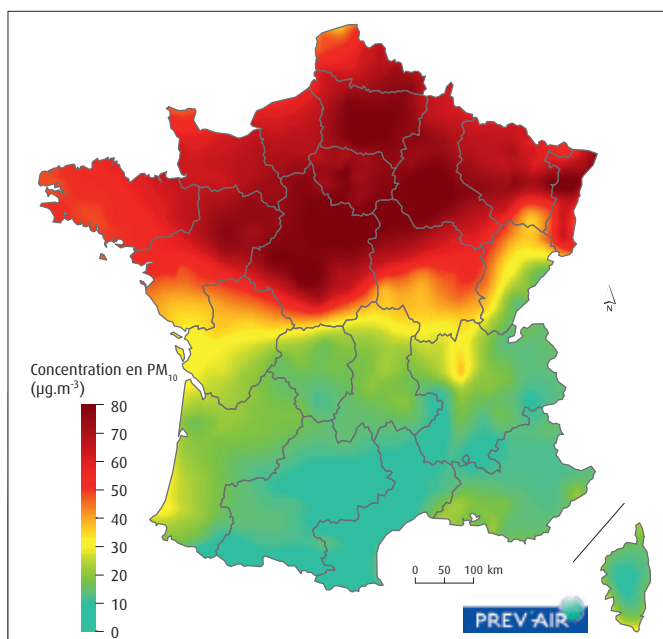
**Carte 27 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 4 mars 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

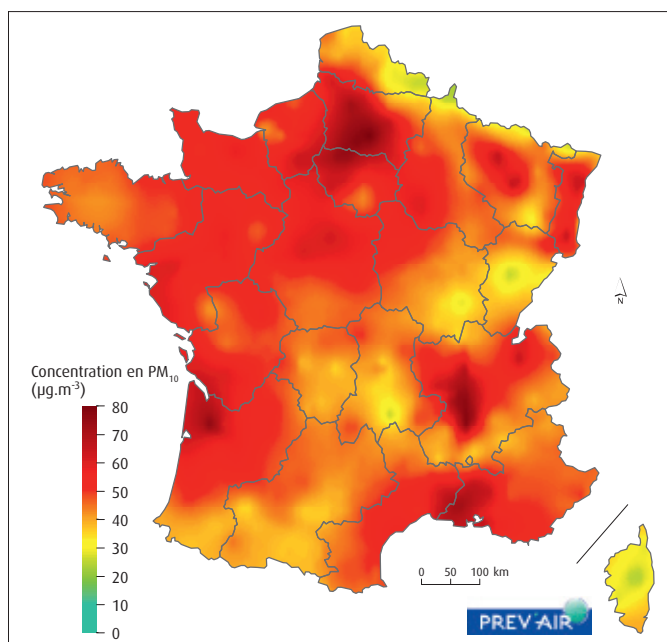
**Carte 29 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 30 mars 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV'AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 30 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 10 décembre 2013**



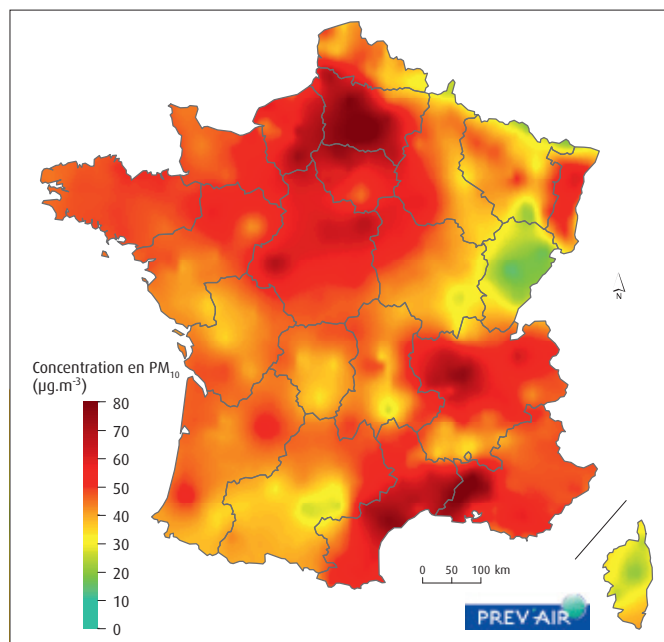
Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

Le second épisode d'ampleur nationale (*cartes 28 et 29*) survient la dernière semaine de mars, avec des conditions anticycloniques et une moitié nord du pays sous l'influence de vents continentaux de secteur est, installant un temps froid et sec jusqu'à début avril. Durant ces journées, les émissions de NH<sub>3</sub> issues des pratiques agricoles contribuent significativement à la hausse des concentrations de PM<sub>10</sub> et à la persistance de fortes concentrations jusqu'à début avril. À celles-ci, il convient d'associer celles liées au chauffage résidentiel car cette période est relativement froide pour la saison. Ces deux secteurs émetteurs viennent s'ajouter aux émissions chroniques issues des activités industrielles et du trafic routier. Plusieurs régions sont impactées par cet épisode parmi lesquelles Nord - Pas-de-Calais, Rhône-Alpes et Alsace, mais la région parisienne est de loin la plus sévèrement touchée.

Le dernier épisode marquant de l'année 2013 survient lors de la première quinzaine du mois de décembre, là encore sous l'influence de conditions anticycloniques (*cartes 30, 31 et 32*). En fait, plusieurs situations de blocage anticycloniques se succèdent sur la France, engendrant une hausse progressive des niveaux de particules qui culminent lors des journées du 9 au 13 décembre. Les températures maximales sont normales pour la saison ; par contre, les minimales affichent des valeurs assez nettement en deçà des normales de saison. Les émissions de polluants issues du chauffage résidentiel semblent représenter une forte contribution à cet épisode et s'ajoutent à celles liées au trafic routier et aux activités industrielles. Les conditions météorologiques favorisent l'accumulation de la pollution dans des masses d'air stagnantes, ce qui conduit à une généralisation de l'épisode au niveau national et en premier lieu dans les régions fortement émettrices comme dans le Bassin parisien, sur la façade atlantique, en Rhône-Alpes, en Paca et en Alsace. Cet épisode revêt un caractère exceptionnel, par le nombre de dépassements du seuil d'alerte (80 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière), qui affecte simultanément plusieurs régions et par la persistance de ces dépassements sur plusieurs journées.

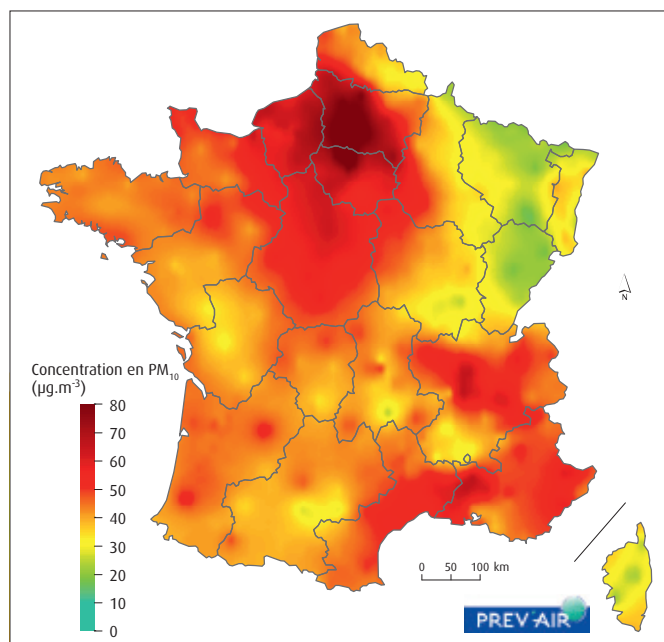
**Carte 31 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 11 décembre 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 32 : moyennes journalières des concentrations de PM<sub>10</sub> en France le 12 décembre 2013**

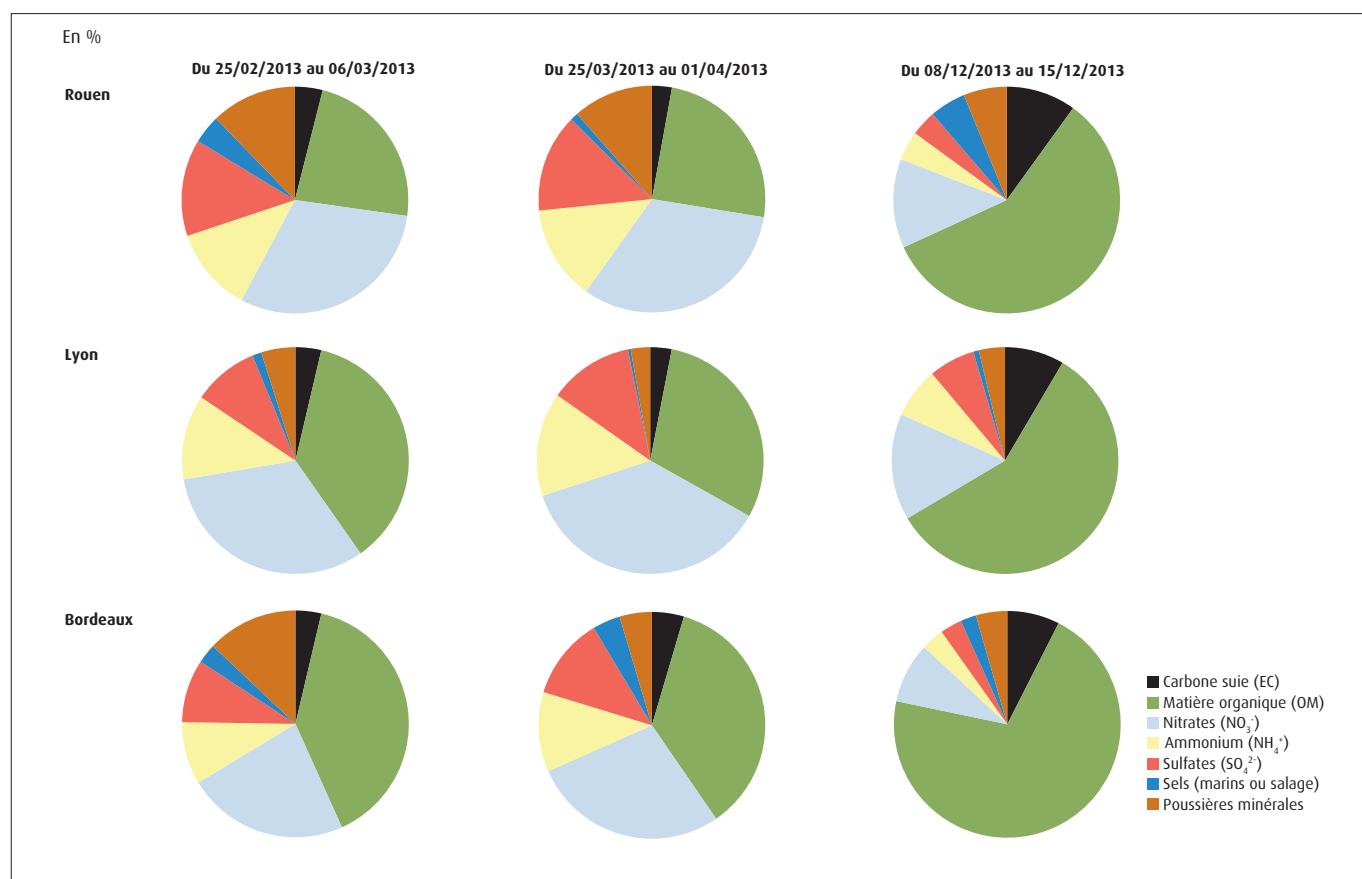


Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne sur 24 h : 50 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne sur 24 h : 80 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

Les analyses chimiques des prélèvements sur filtres du réseau Cara permettent de mieux comprendre les trois principaux épisodes de pollution aux particules de 2013, en fournissant le détail de la composition de l'aérosol dans plusieurs grandes agglomérations françaises (*graphique 23*). La prédominance de la matière organique est observée lors de l'épisode de décembre. Cette part provient du trafic routier, des activités industrielles et du chauffage au bois. Elle est moindre lors des épisodes de février et de mars,

**Graphique 23 : répartition des principales espèces chimiques des PM<sub>10</sub> lors des trois principaux épisodes de pollution particulaire observés en 2013 à Rouen, Lyon et Bordeaux**



Source : Cara, juin 2014. Traitements : LCSQA, 2014

qui sont beaucoup plus influencés par le nitrate d'ammonium. La formation de ce composé résulte de la combinaison du NH<sub>3</sub> émis principalement par les activités agricoles et des NO<sub>x</sub> émis par le trafic routier et les activités industrielles. Ainsi, à partir des informations fournies par le réseau Cara, il est possible d'en déduire les principales sources d'émissions responsables de l'augmentation des teneurs en PM<sub>10</sub> et de différencier leurs influences d'un épisode à un autre.

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

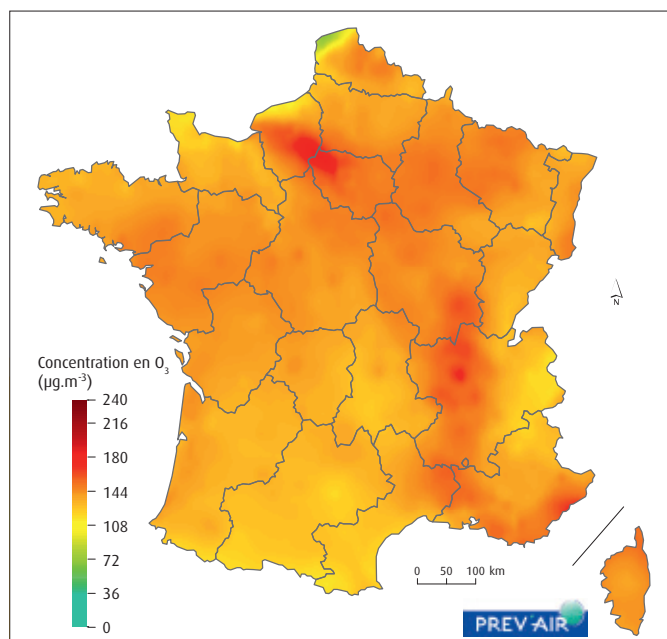
Aucun épisode majeur n'est constaté en 2013. Le seuil d'information, fixé à 300 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire, est dépassé ponctuellement sur une quinzaine de stations situées dans les grandes zones industrielles françaises. Une majorité de ces dépassements se produit en janvier, novembre et décembre. Quelques dépassements sont également observés au printemps et en été. Le nombre annuel de dépassements de ce seuil par station n'excède pas 15 heures, réparties sur des jours isolés ou des périodes d'au plus deux jours consécutifs.

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

En 2013, la France connaît 32 journées durant lesquelles le seuil d'information est dépassé sur au moins un site de mesure. Les régions du Sud sont les plus touchées avec 24 jours de dépassement. L'été est marqué par un seul événement d'ampleur nationale qui sévit lors de la deuxième quinzaine du mois de juillet, du 21 au 26 juillet (*cartes 33, 34 et 35*). Une majorité des régions françaises est affectée par au moins un dépassement du seuil d'information à l'O<sub>3</sub> le 22 et/ou 23 juillet. En dehors de cet événement, d'autres épisodes ont lieu, mais sont limités dans le temps, ou ne présentent qu'une étendue géographique restreinte.

Ces périodes sont caractérisées par la présence d'un anticyclone au-dessus de l'Europe avec un ensoleillement important. De telles conditions engendrent une faible dispersion des masses d'air propice à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère et favorisent la formation de l'O<sub>3</sub>. Une vague de chaleur s'est notamment installée sur la France du 15 au 27 juillet, avec un maximum d'intensité autour du 22 juillet. Des records de température sont atteints pour un mois de juillet, en particulier sur la partie Nord du pays avec un très fort ensoleillement.

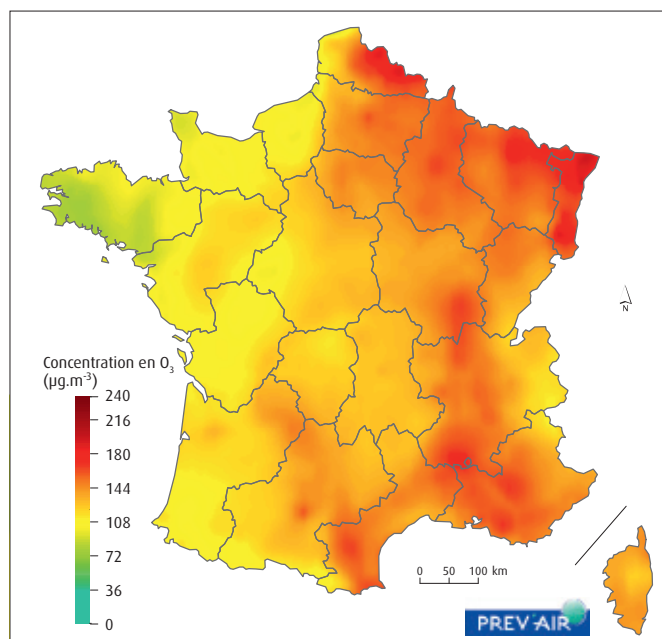
**Carte 33 : concentrations maximales journalières en O<sub>3</sub> le 21 juillet 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne horaire : 180 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne horaire : 240 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

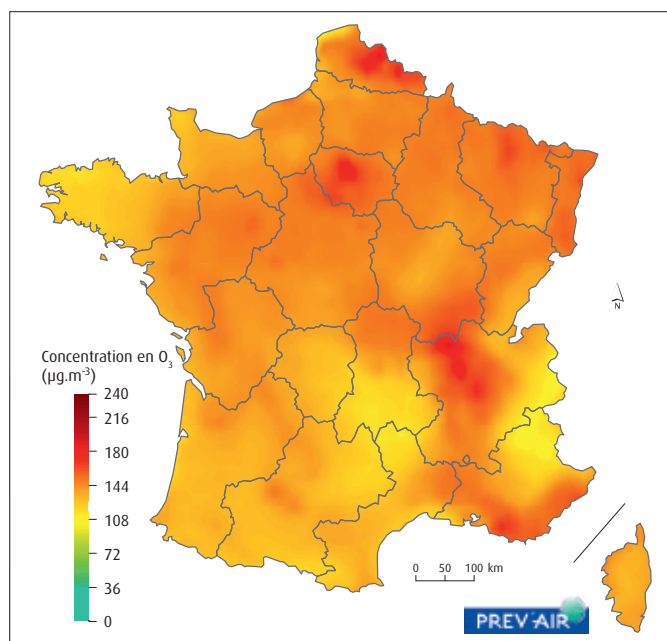
**Carte 35 : concentrations maximales journalières en O<sub>3</sub> le 23 juillet 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne horaire : 180 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne horaire : 240 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

**Carte 34 : concentrations maximales journalières en O<sub>3</sub> le 22 juillet 2013**



Note : seuil d'information et de recommandation en moyenne horaire : 180 µg.m<sup>-3</sup>, seuil d'alerte en moyenne horaire : 240 µg.m<sup>-3</sup>.

Source : PREV-AIR. Traitement : SOeS, 2014

Lors de cette vague de chaleur, un épisode de pollution à l'O<sub>3</sub> se développe avec une persistance sur plusieurs jours. Ainsi, du 21 au 26 juillet, des niveaux assez élevés, entre 140 et 180 µg.m<sup>-3</sup>, touchent une majeure partie du pays, avec des dépassements ponctuels du seuil d'information. L'étendue géographique des concentrations les plus élevées reste toutefois modérée, se limitant souvent aux grandes agglomérations (Paris, Lyon et Marseille) et à leurs périphéries. Des concentrations élevées apparaissent le 21 juillet sous le vent de l'île-de-France, engendrant un panache en direction de la Haute-Normandie, sans toutefois dépasser les seuils réglementaires. L'agglomération lyonnaise est également touchée très localement lors de cette journée. Le lendemain, les concentrations dépassent encore le seuil d'information et de recommandations très localement dans plusieurs régions : Nord, île-de-France, Rhône-Alpes et Paca.

Le 23 juillet, l'Alsace et la Champagne-Ardenne viennent s'ajouter à ces régions touchées par des fortes concentrations d'O<sub>3</sub>. À partir de cette journée, de fortes instabilités s'installent sur la France et les orages se généralisent, limitant l'apparition de concentrations importantes d'O<sub>3</sub>. En fin d'épisode, les régions du Nord-Est de la France sont les plus affectées par des concentrations élevées.

De plus, lors des journées du 22 et 23 juillet, les concentrations d'O<sub>3</sub> du Nord-Est de la France sont influencées par une contribution d'O<sub>3</sub> provenant du Benelux et d'Allemagne.



## 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 en stations fixes 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 chacune des courbes et cartes présentées, seules les stations présentant un taux de fonctionnement annuel minimal de 85 % ont été considérées. Le taux de 85 % correspond au taux de fonctionnement annuel minimal défini par la directive européenne 2008/50/CE (90 %) rabaisé de 5 % pour des raisons de maintenance ou d'étalonnage.

Les cartes en annexe présentent toutes les stations ayant mesuré le polluant considéré indépendamment de leurs taux de fonctionnement en 2013.

Pour les cartes d'O<sub>3</sub>, seules les stations présentant un taux de fonctionnement 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 reportages à la Commission européenne.

Les graphiques présentant les tendances de 2000 à 2013 ont été réalisés sur un panel de stations sélectionné 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.

#### • pour les mesures réalisées par des préleveurs en stations fixes 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 la couverture temporelle est d'au moins 14 % et dont le taux de saisie sur cette période est d'au moins 90 %. La couverture temporelle désigne la proportion de données qu'il est prévu de mesurer sur l'année et le taux de saisie correspond à la proportion de données valides contenues dans la période de mesure.

Sur les cartes, les données sont arrondies selon les règles d'arrondi commerciales (tableau 1).

La comparaison aux valeurs cibles et valeurs limites s'effectue sur le même nombre de chiffre significatif 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.

Tableau 1 : règles d'arrondi commerciales

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

Source : LCSQA

#### • 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.prevair.org](http://www.prevair.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 quatre polluants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</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 [www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/227/226/evolution-qualite-lair-agglomerations-francaises-situation.html](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/227/226/evolution-qualite-lair-agglomerations-francaises-situation.html).

### • Le mode de calcul des centiles

Les centiles sont calculés à partir des valeurs effectivement mesurées. Toutes les valeurs mesurées sont portées dans une liste établie par ordre croissant :

$$x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_k < \dots < x_{n-1} < x_n$$

Le centile Z [P(z)] est l'élément de rang k, pour lequel k est calculé suivant la formule :

$$k = \frac{Z \cdot n}{100} \text{ et } P(z) = x_k$$

k est arrondi au nombre entier le plus proche (exemple : 3,5 → 4).

n est le nombre de valeurs effectivement mesurées.

Z est compris entre 0 et 100.

## Annexe 2 : normes de qualité de l'air en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2013

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 14 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 nécessaires 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 2013 pour la protection de la santé humaine | 26 µg.m <sup>-3</sup><br>(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

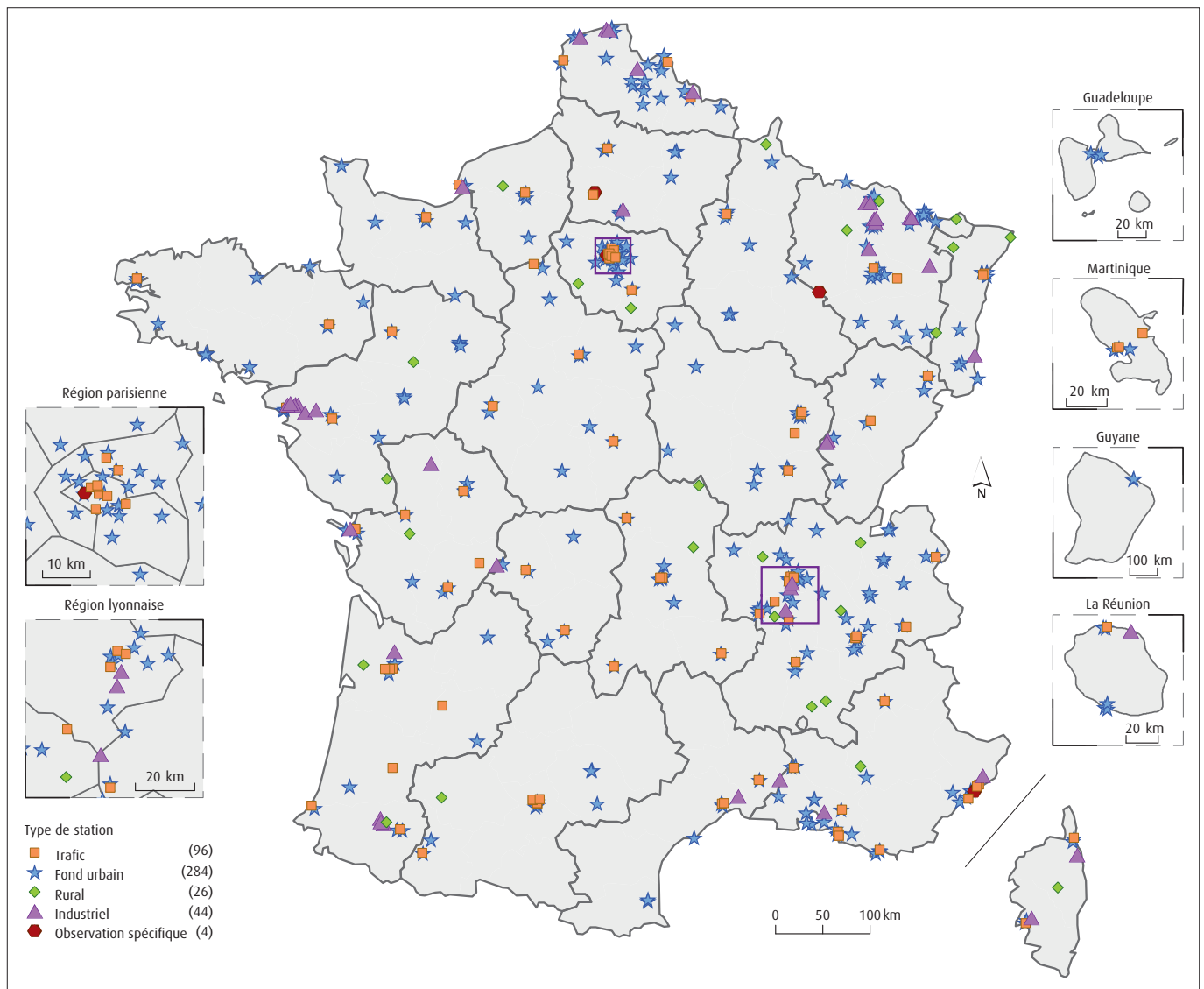
**Tableau 11 : norme de qualité de l'air pour le benzo[a]pyrène (B[a]P)**

|                                |                      |                                                                      |
|--------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 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

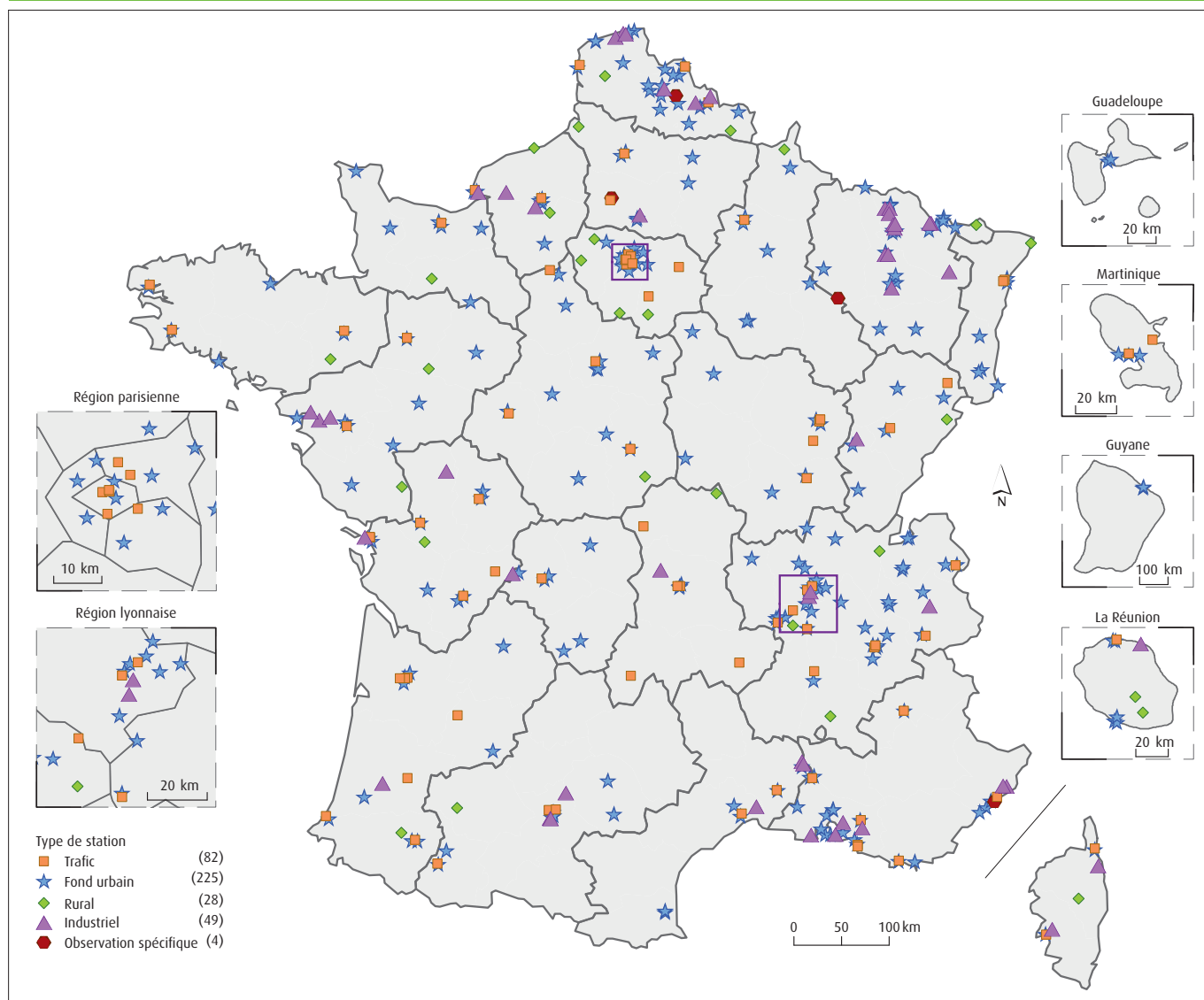
## Annexe 3 : implantation des sites de mesure de qualité de l'air – état 2013

Carte 36 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le NO<sub>2</sub> en 2013

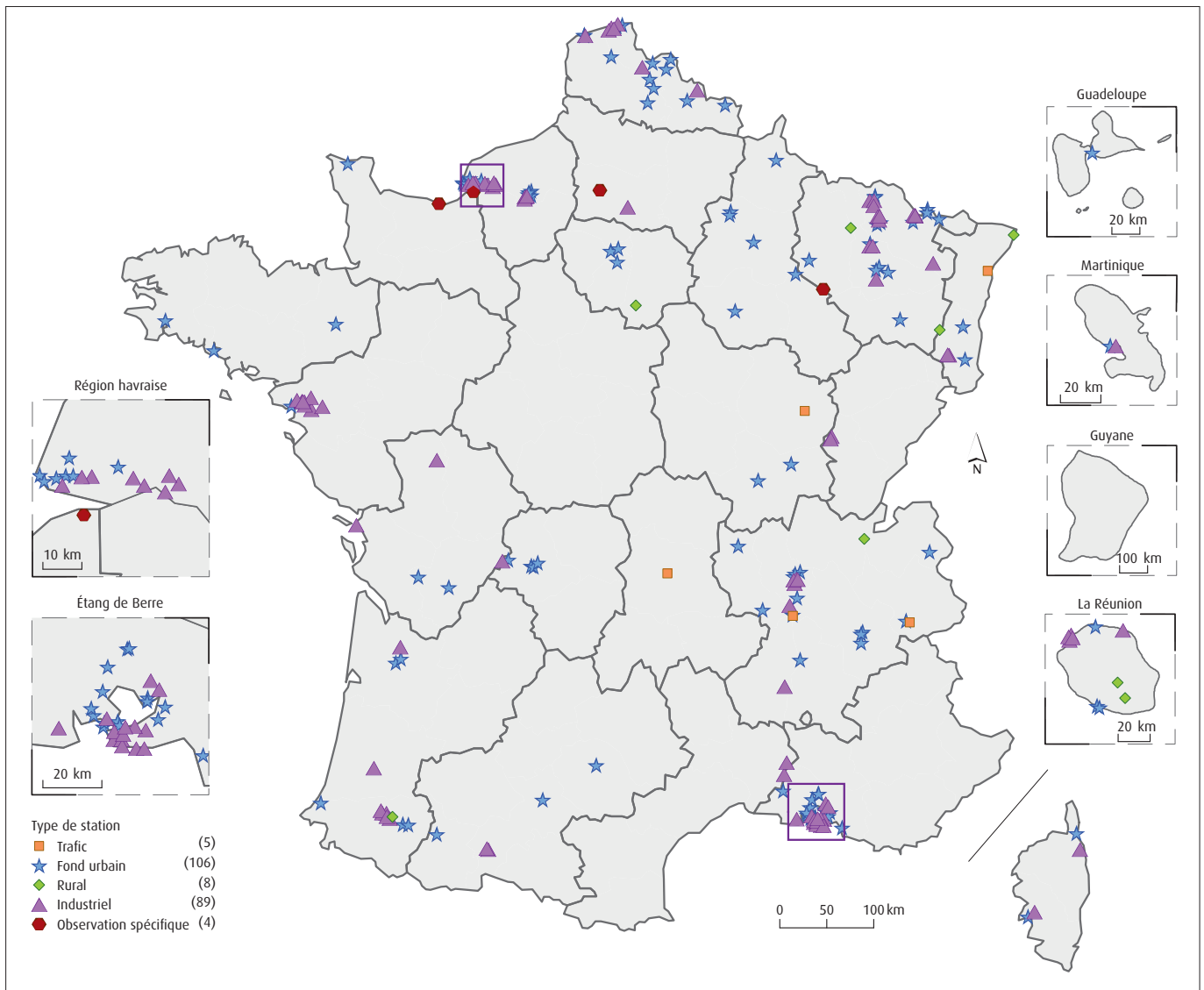


Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

Carte 37 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM<sub>10</sub> en 2013

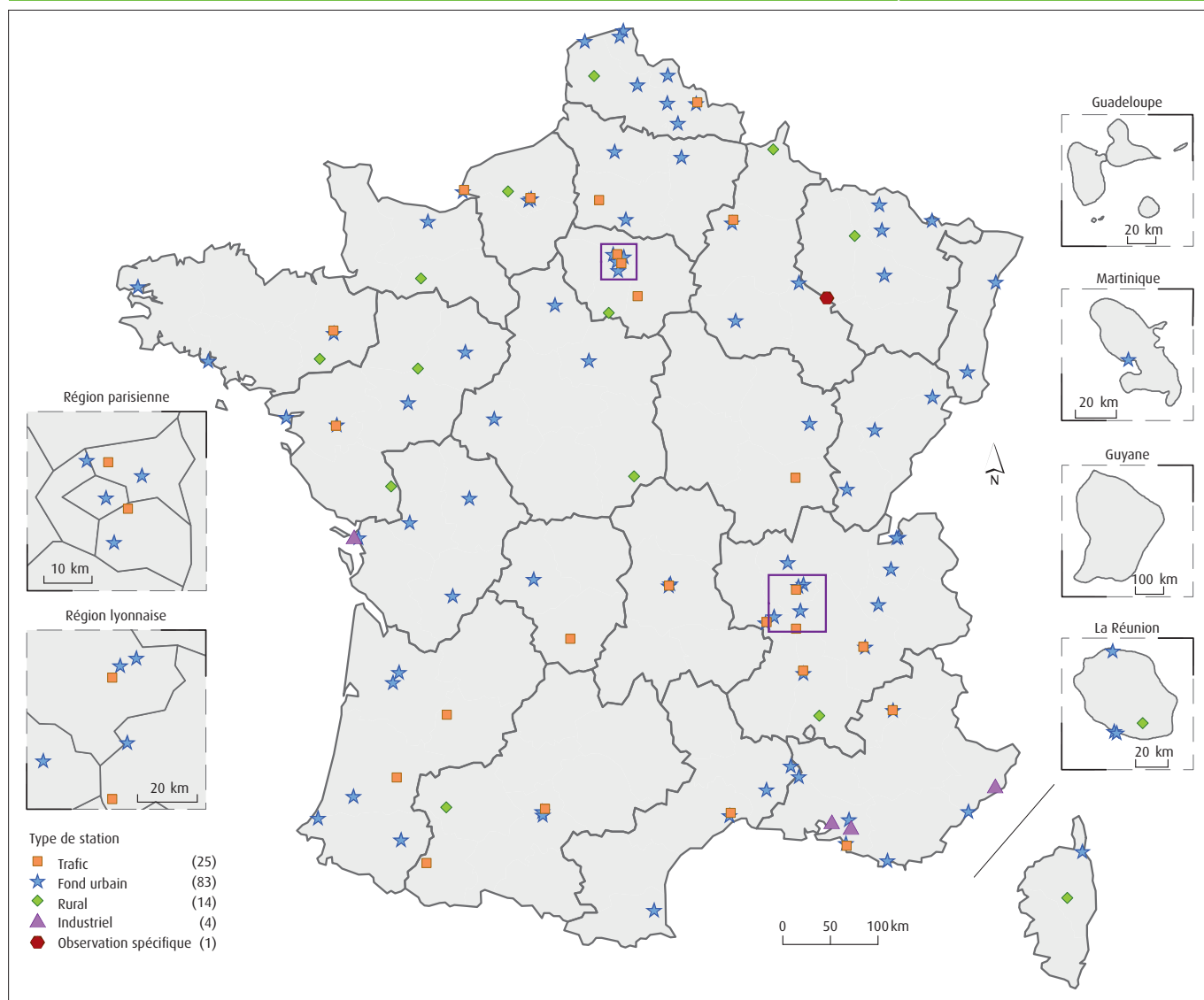


Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

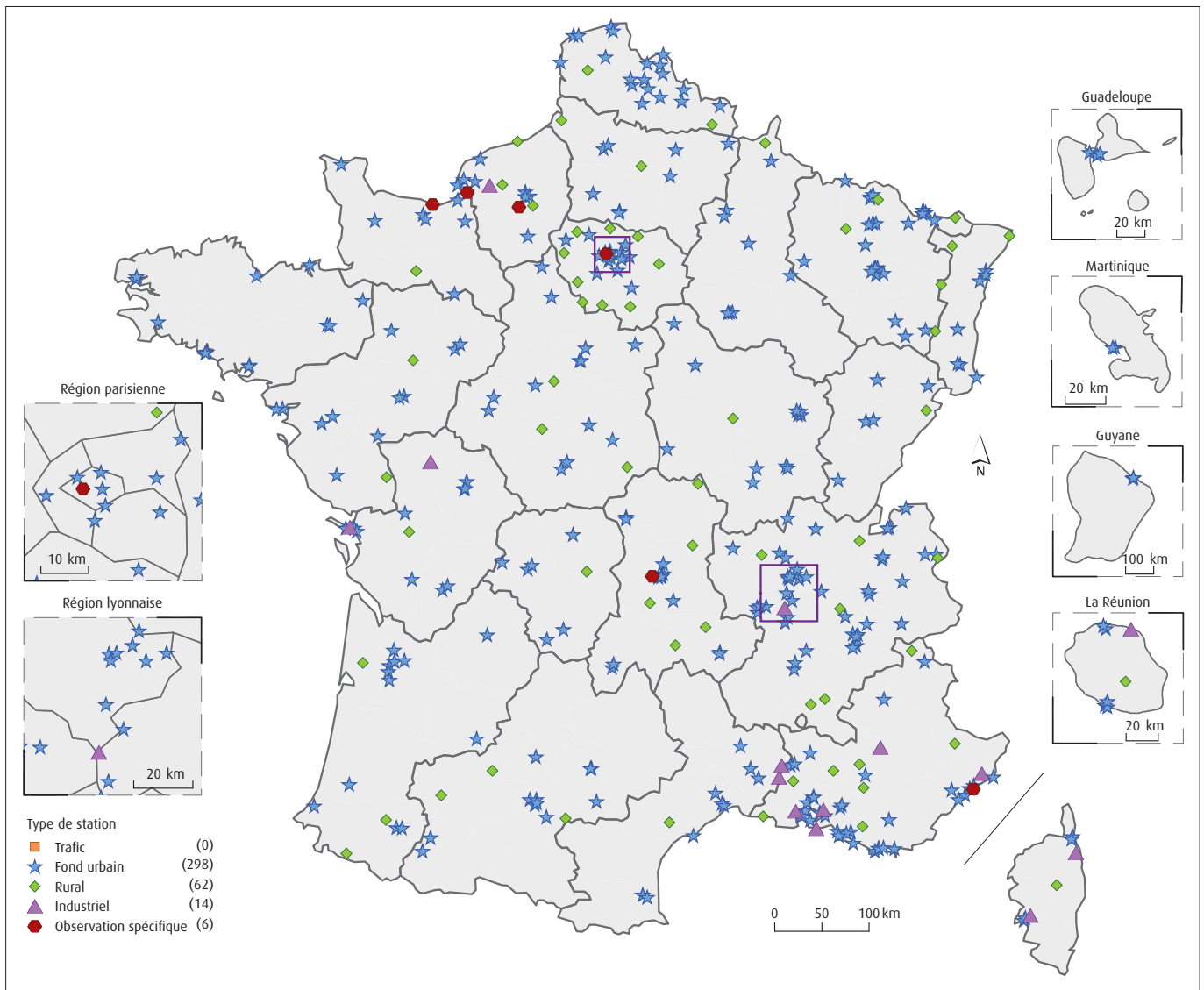
Carte 38 : implantation et typologie des stations ayant mesuré le SO<sub>2</sub> en 2013


Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

Carte 39 : implantation et typologie des stations ayant mesuré les PM<sub>2,5</sub> en 2013



Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

Carte 40 : implantation et typologie des stations ayant mesuré l'O<sub>3</sub> en 2013


Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SOeS, 2014

# Sigles et abréviations

|                                   |                                                                                                                                |                         |                                                                           |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aasqa</b>                      | Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air                                                                    | <b>HAP</b>              | Hydrocarbures aromatiques polycycliques                                   |
| <b>Ademe</b>                      | Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie                                                                       | <b>Hg</b>               | Mercure                                                                   |
| <b>Anses</b>                      | Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail                                     | <b>Ineris</b>           | Institut national de l'environnement industriel et des risques            |
| <b>AOT40</b>                      | Accumulated Exposure Over Threshold 40                                                                                         | <b>InVS</b>             | Institut de veille sanitaire                                              |
|                                   | $AOT40_{végétation} = \sum_{i=8}^{j=31/07} (Mesure\ H_{i,j} - 80)$                                                             | <b>LCSQA</b>            | Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air                |
|                                   | où mesure $H_{i,j}$ est la mesure horaire valide d'ozone supérieure à $80\ \mu\text{g.m}^{-3}$ , de l'heure $i$ et du jour $j$ | <b>Medde</b>            | Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie         |
| <b>As</b>                         | Arsenic                                                                                                                        | <b>NH<sub>3</sub></b>   | Ammoniac                                                                  |
| <b>B[a]P</b>                      | Benzo[a]pyrène                                                                                                                 | <b>Ni</b>               | Nickel                                                                    |
| <b>BPCO</b>                       | Broncho-pneumopathie chronique obstructive                                                                                     | <b>NO</b>               | Monoxyde d'azote                                                          |
| <b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b> | Benzène                                                                                                                        | <b>NO<sub>2</sub></b>   | Dioxyde d'azote                                                           |
| <b>Cara</b>                       | Caractérisation des particules                                                                                                 | <b>NO<sub>x</sub></b>   | Oxydes d'azote                                                            |
| <b>Cd</b>                         | Cadmium                                                                                                                        | <b>O<sub>3</sub></b>    | Ozone                                                                     |
| <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>CIQA</b>                       | Comité interministériel de la qualité de l'air                                                                                 | <b>PM<sub>10</sub></b>  | Particules de diamètre inférieur à $10\ \mu\text{m}$                      |
| <b>CO</b>                         | monoxyde de carbone                                                                                                            | <b>PM<sub>2,5</sub></b> | Particules de diamètre inférieur à $2,5\ \mu\text{m}$                     |
| <b>COV</b>                        | composés organiques volatils                                                                                                   | <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>Secten</b>           | Secteurs économiques et énergie                                           |
|                                   |                                                                                                                                | <b>SO<sub>2</sub></b>   | Dioxyde de soufre                                                         |

## Pour en savoir plus

### Bibliographie

- Aide-mémoire n° 313 : « *Qualité de l'air ambiant (extérieur) et santé* », OMS, 2014.  
[www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/)
- *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 « *Impact des technologies de post-traitement sur les émissions de NO<sub>2</sub> de véhicules diesel, et aspects sanitaires associés* », Anses, Maisons-Alfort, 2009, 250 p.  
[www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapport-de-lafset-relatif-%C3%A0-impact-des-technologies-de-post-traitement-sur-les-0](http://www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapport-de-lafset-relatif-%C3%A0-impact-des-technologies-de-post-traitement-sur-les-0)
- 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 : *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)
- *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France : séries sectorielles et analyses étendues* (format Secten, avril 2014), Citepa, Paris, 2014, 333 p.  
[www.citepa.org/fr/inventaires-etudes-et-formations/inventaires-des-emissions/secten](http://www.citepa.org/fr/inventaires-etudes-et-formations/inventaires-des-emissions/secten)
- 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, Saint-Maurice, 2012, 6 p.  
[www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Environnement-et-sante/2012/Impact-sanitaire-de-la-pollution-atmospherique-dans-neuf-villes-francaises](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) : [www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/t/environnement.html](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 octobre 2014.

Impression : Bialec, Nancy (France),

utilisant du papier issu de forêts durablement gérées

**Retrouver cette publication sur le site :**

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

Dépôt légal : octobre 2014

ISSN : 2102-474X

ISBN : 978-2-11-128675-7

**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 2013 et principales tendances observées sur la période 2000-2013

*Le bilan de la qualité de l'air en France en 2013 a été établi en partenariat 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.*

*Le rapport vise à identifier les enjeux de la pollution atmosphérique, les acteurs impliqués et les moyens mis en œuvre pour suivre les concentrations de polluants dans l'air. Il présente pour chacun des polluants réglementés (dioxyde d'azote et de soufre, ozone, particules de diamètre inférieur à 10 µm et 2,5 µm, métaux lourds, etc.) les enjeux sanitaires et environnementaux, l'évolution des émissions et des concentrations depuis 2000, et la situation en 2013 vis-à-vis des seuils réglementaires.*

*La situation 2013 s'améliore légèrement par rapport à celle de 2012. Toutefois, les seuils réglementaires ne sont pas respectés sur une part plus ou moins importante du territoire national en fonction des polluants (dioxyde d'azote, particules de diamètre inférieur à 10 µm, ozone, benzène, cadmium et benzo[a]pyrène). Les tendances générales peuvent masquer des disparités temporelles et spatiales importantes, selon notamment le lieu de mesure (en milieu urbain ou rural, à proximité du trafic routier ou d'industries).*

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

