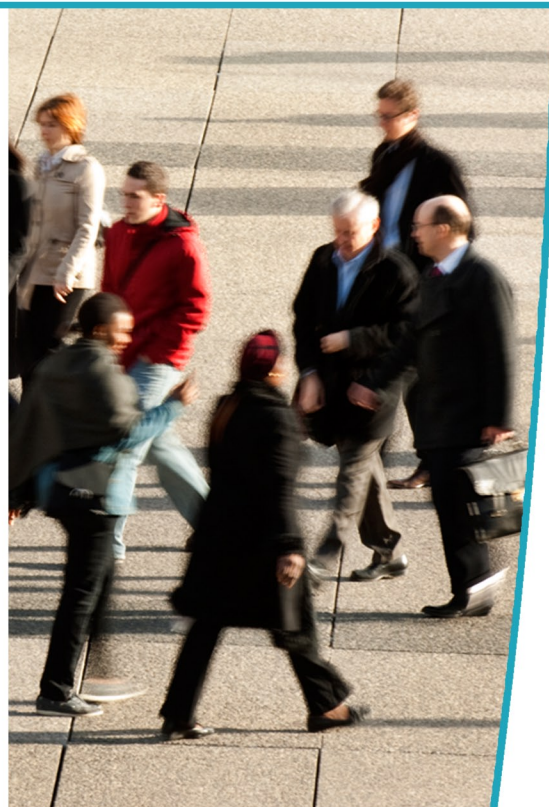


# Bilan de la qualité de l'air en France en 2011

et des principales tendances observées  
au cours de la période 2000-2011





# **BILAN**

## **DE LA QUALITÉ DE L'AIR**

### **EN FRANCE EN 2011**

**ET DES PRINCIPALES TENDANCES OBSERVÉES**  
**AU COURS DE LA PÉRIODE 2000 – 2011**

## PREAMBULE

Le bilan de la qualité de l'air en France a été établi avec la contribution 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), à partir des données de concentration de polluants dans l'air transmises pour chaque région par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

Toutes les données présentées sont issues de mesures en stations fixes effectuées par les AASQA. Pour chacune des courbes et cartes présentées, un taux de fonctionnement minimal des appareils de mesure de 85 % a été considéré. Pour les courbes présentant les tendances de 2000 à 2011, un jeu de données constant a été considéré (soit toutes les stations ayant fonctionné en totalité sur cette période).

Les cartes portant la mention PREV'AIR ont été établies à partir des calculs réalisés par le système PREV'AIR ([www.prevoir.org](http://www.prevoir.org)). Les observations utilisées pour effectuer les analyses sont issues des données obtenues par mesures automatiques transmises par les AASQA. Les données présentées sur les graphiques sont calculées à partir des stations de fond présentant un taux de représentativité supérieur à 75 % pour l'année concernée. Pour des raisons de lisibilité, l'ensemble des données produites par les AASQA ne peut être présenté sur les cartes.

Les bilans locaux détaillés sont disponibles auprès des associations (accès possible *via* le site <http://www.atmo-france.org/fr/index.php/>), qui fournissent également, région par région, les données en direct de qualité de l'air.

Des informations complémentaires peuvent être obtenues sur le site du MEDDE : [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr), sur le site du LCSQA : [www.lcsqa.org](http://www.lcsqa.org) ainsi que sur le site [www.prevoir.org](http://www.prevoir.org) (INERIS).

## BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN FRANCE EN 2011

Grâce à l'important programme de modernisation et d'extension engagé après l'adoption de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996, le dispositif de surveillance de la qualité de l'air s'appuie à ce jour sur près de 1 900 analyseurs, sur des outils de modélisation et de prévision ainsi que des campagnes de mesures. Il permet la diffusion de résultats en temps réel auprès du public, notamment via Internet.

En terme de niveaux de pollution constatés, l'année 2011 se situe dans la continuité des observations des années précédentes pour la plupart des polluants réglementés, avec une baisse qui se poursuit pour le monoxyde de carbone et pour le dioxyde de soufre, pour lesquels aucun dépassement réglementaire n'a été constaté.

Pour d'autres polluants réglementés tels que les particules ou l'ozone, aucune réelle tendance n'est observée depuis le début des années 2000, des facteurs externes tels que la météorologie pouvant expliquer les sensibles hausses ou baisses constatées d'une année sur l'autre. Sur le long terme, malgré la baisse des émissions des précurseurs de l'ozone (oxydes d'azote, composés organiques volatils, monoxyde de carbone), les niveaux de fond d'ozone restent toutefois supérieurs à ceux constatés au début des années 90.

Malgré une baisse régulière des émissions de  $\text{NO}_x$ , on observe une augmentation du ratio  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  particulièrement marquée depuis 2007 sur les sites de proximité automobile, avec des concentrations stables enregistrées pour le  $\text{NO}_2$ . Cette absence de diminution des concentrations de  $\text{NO}_2$  reflète une augmentation des émissions directes de ce polluant, dues notamment aux évolutions technologiques du parc automobile.

Plus particulièrement en 2011, les températures froides du premier trimestre associées à des conditions anticycloniques relativement stables ont favorisé la pollution aux particules, conduisant à un nombre élevé de dépassements des valeurs limites réglementaires, et ce dans un contexte de contentieux communautaire. On estime à près de 12 millions le nombre de français exposés en 2011 à des dépassements des valeurs limites relatives aux particules  $\text{PM}_{10}$ .

Plusieurs dépassements des valeurs limites sont également observés pour le  $\text{NO}_2$  (plus de 10 % des stations de mesure concernées), principalement en situation de proximité automobile.

Concernant l'ozone, avec des températures et un ensoleillement très contrastés sur la période de juin à août, l'été a été marqué par un seul événement de pollution photochimique d'ampleur nationale qui a sévi vers la fin du mois de juin marqué par un bref épisode de fortes chaleurs. La particularité des épisodes de pollution de 2011 aura été leurs faibles intensité et persistance, les épisodes ne durant tout au plus que 3 ou 4 jours.

Les dépassements des valeurs réglementaires, notamment pour les particules et le dioxyde d'azote ont conduit depuis quelques années à une intensification des efforts de réduction des émissions de polluants.

Ainsi, afin de lutter contre la pollution particulaire et de réduire les polluants à l'origine de particules secondaires (oxydes d'azote, ammoniac), un « plan particules » a été publié en juillet 2010 à la suite du Grenelle de l'Environnement. En parallèle, un vaste chantier de révision des plans locaux relatifs à la qualité de l'air, les plans de protection de l'atmosphère (PPA), a été engagé. A ce jour, 33 plans sont en cours de révision ou en création et devraient permettre une réduction des niveaux de pollution.

# SOMMAIRE

LE DISPOSITIF FRANÇAIS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L’AIR.....	5
LES EFFETS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES.....	8
LES OXYDES D’AZOTE (NO <sub>x</sub> ) .....	9
LES PARTICULES (PM <sub>10</sub> ET PM <sub>2,5</sub> ).....	15
LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> ).....	21
L’OZONE (O <sub>3</sub> ) .....	22
LE MONOXYDE DE CARBONE (CO).....	25
LE BENZÈNE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	26
LES MÉTAUX LOURDS .....	27
LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP).....	29
LES ÉPISODES DE POLLUTION OBSERVÉS EN 2011 .....	30
ANNEXES .....	33
A.1- INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES.....	33
A.2- NORMES DE QUALITÉ DE L’AIR EN VIGUEUR AU 1 <sup>ER</sup> JANVIER 2011 .....	46
A.3- IMPLANTATION DES SITES DE MESURE – ÉTAT 2011.....	49

# LE DISPOSITIF FRANÇAIS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

## Les acteurs du dispositif

En France, en application de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) du 30 décembre 1996, codifiée, la mise en oeuvre de la surveillance de la qualité de l'air et l'information du public sont confiées par l'Etat à des associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA). L'agrément est délivré par le ministère chargé de l'environnement. Celui-ci élabore notamment les politiques de surveillance de la qualité de l'air à mettre en oeuvre.

Les AASQA, toutes régionalisées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012, sont des associations multipartites régies par la Loi de 1901. Leur conseil d'administration comporte 4 collèges chargés de représenter les diverses institutions et acteurs concernés par la gestion de la qualité de l'air :

- État,
- collectivités locales et territoriales,
- gestionnaires d'installations émettrices de polluants,
- associations de protection de l'environnement et des consommateurs et personnalités qualifiées.

Le financement de la surveillance de la qualité de l'air est assuré par l'Etat, les collectivités locales et territoriales et les industriels.

Un arrêté ministériel du 29 juillet 2010 a transféré à partir de 2011 la coordination technique du dispositif de surveillance au laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA). Le Grenelle de l'environnement a en outre vu les missions de l'ADEME renforcées en matière d'appui à l'Etat pour proposer et soutenir des mesures et plans d'actions visant à améliorer la qualité de l'air.

Outre son nouveau rôle de coordinateur à compter de 2011, le LCSQA est l'organisme national de référence technique. Il apporte un appui stratégique, technique et scientifique au dispositif. Il est constitué de :

- l'école des mines de Douai (EMD),
- l'institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS),
- le laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE).

## Les polluants surveillés

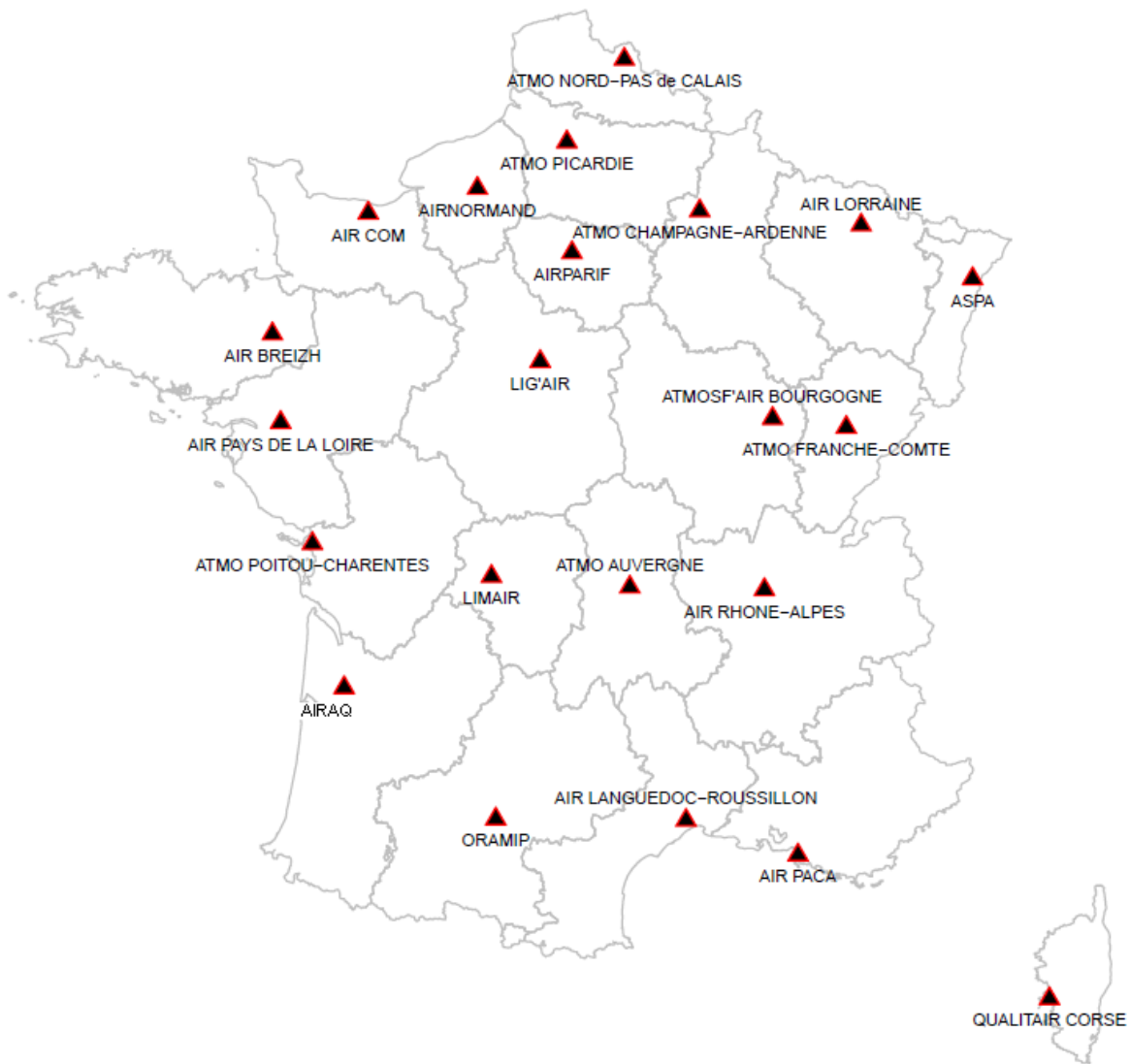
La surveillance porte en priorité sur les polluants réglementés par le code de l'environnement et les directives européennes :

- dioxyde de soufre,
- oxydes d'azote dont dioxyde d'azote,
- ozone,
- particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>),
- monoxyde de carbone,
- benzène,
- plomb, arsenic, cadmium, nickel, mercure,
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (benzo(a)pyrène principalement).

Des études spécifiques sont menées pour évaluer la pollution de l'air due le cas échéant à d'autres composés.

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. Les équipements et les sites de mesure des AASQA reposent en outre sur des préconisations techniques communes, en vue de répondre de manière harmonisée aux obligations nationales ou européennes, ainsi qu'à des exigences locales.

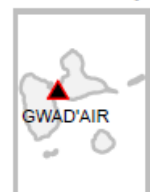
## Carte des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)



### Guyane



### Guadeloupe



### Martinique



### Réunion



### Mayotte (En cours)



Cartographie : LCSQA

## Les outils de surveillance

La surveillance de la qualité de l'air fait appel à différents moyens, parmi lesquels figure en premier lieu la mise en oeuvre de stations fixes de surveillance dotées d'un ou plusieurs instruments de mesures automatiques. Le parc analytique des AASQA comprenait en 2011 environ 1 900 instruments automatiques déclarés en sites fixes, répartis sur près de 670 stations de mesure. Il comporte également des analyseurs ou des préleveurs pour le suivi de polluants tels que les métaux, les HAP, les COV ou d'autres polluants 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 de 80 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 mesures faisant appel à des camions laboratoires ou d'autres moyens d'investigation.

Le dispositif comporte également 10 stations de mesures spécifiquement destinées au suivi des pollutions atmosphériques de fond, en zones rurales éloignées de sources de pollution. Cette surveillance spécifique porte sur la composition chimique des eaux de pluies ainsi que sur le suivi des concentrations de fond dans l'air en ozone, oxydes d'azote, polluants organiques et métaux lourds. La mesure de la composition chimique des particules est également réalisée.

Outre ces moyens, la surveillance fait également de plus en plus appel à des outils mathématiques et à des modélisations destinés notamment au calcul de la distribution spatiale de la pollution et à la prévision de la qualité de l'air. Dans ce cadre, un système national de prévision et de cartographie de la qualité de l'air (PREV'AIR), basé sur les modèles déterministes de chimie-transport CHIMERE et MOCAGE développés respectivement par le CNRS (IPSL) et Météo-France (CNRM), fonctionne de

manière opérationnelle. Ce dispositif, dont la mise en oeuvre repose notamment sur l'INERIS, a pour vocation une prévision opérationnelle de la qualité de l'air à l'échelle nationale et européenne. Il utilise les données d'observation des AASQA. Il fournit également des éléments que les AASQA peuvent reprendre dans l'information qu'elles diffusent ou utilisent pour alimenter les modèles de prévision qu'elles mettent en oeuvre localement et à plus petite échelle sur leurs zones d'activité.

*Outre le développement d'outils de modélisation performants, le dispositif français de surveillance dispose d'un parc analytique conséquent :*

- 218 stations de mesure de SO<sub>2</sub> ;
- 456 stations de mesure de NO<sub>2</sub> ;
- 375 stations de mesure des PM<sub>10</sub> ;
- 110 stations de mesure des PM<sub>2,5</sub> ;
- 350 stations de mesure de l'ozone.

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

Les AASQA assurent une large diffusion des résultats de surveillance, notamment au moyen de sites Internet qui délivrent des informations détaillées sur la pollution atmosphérique, les normes en vigueur et les données mesurées.

Le ministère en charge de l'environnement diffuse également 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.

Une nouvelle base nationale de données de qualité de l'air est par ailleurs en cours de développement par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Cette base est destinée à collecter et archiver l'ensemble des données acquises par les AASQA. Cette base sera consultable fin 2012-début 2013 via Internet et permettra un accès à des données statistiques sur l'ensemble des polluants réglementés dans l'air ambiant.

Outre les modèles régionaux de prévision, on pourra se reporter au site [www.prevoir.org](http://www.prevoir.org) pour disposer des sorties du système national de prévision PREV'AIR en terme de cartes de prévision de la qualité de l'air le jour-même, le lendemain et le sur-lendemain, ainsi que d'autres données relatives à la qualité de l'air.



## LES EFFETS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

L'enjeu sanitaire est de taille. A titre d'exemple, le programme CAFE (Clean Air For Europe) de la commission européenne a estimé qu'en France en 2000, 42 000 décès par an étaient en relation avec l'exposition chronique aux PM<sub>2,5</sub> d'origine anthropique (à l'origine des maladies cardiovasculaires, respiratoires, voire de cancers). D'après l'avis de l'AFSSET 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, et qu'il existe aussi 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.

Le projet Aphekom, coordonné par l'Institut de veille sanitaire (InVS) et mené dans 12 pays européens a rendu public en mars 2011 les résultats sur les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en Europe et conclut que :

- 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 ;

- habiter à proximité du trafic routier augmente sensiblement la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique.

A titre d'exemple, cette étude montre que la perte d'espérance de vie associée à un niveau de concentrations de particules fines supérieur au seuil de l'OMS (fixé à 10 µg/m<sup>3</sup>) pour les personnes âgées de plus de 30 ans et plus est estimée à 5,8 mois à Paris, 7,5 mois à Marseille, 5 mois à Bordeaux. En comparaison, la ville étudiée où la perte d'espérance de vie est la plus importante est Bucarest, en Roumanie, avec près de 2 ans. A l'opposé, les villes où l'on est le moins impacté sont Dublin en Irlande et Stockholm, en Suède, avec respectivement 0,4 et 0 mois de perte d'espérance de vie.

La France compte :

- environ 3,5 millions d'asthmatiques,
- 50 000 personnes atteintes d'une insuffisance respiratoire grave
- 10 à 14 % des jeunes de 20 à 24 ans ayant déjà fait au moins une crise d'asthme dans leur vie.

L'allergie respiratoire touche quant à elle près de 30 % de la population.

Les impacts de la pollution atmosphérique sur des éléments sensibles de l'environnement tels que les écosystèmes ou les matériaux ne sont pas non plus à négliger. La pollution de l'air peut diminuer la croissance des végétaux et altérer les écosystèmes aquatiques. Les composés de l'azote dans l'air contribuent également à l'eutrophisation des écosystèmes et les dépôts de certains polluants (métaux lourds par exemple) pouvant conduire à une contamination de la chaîne alimentaire. L'ozone a également un impact notable sur la baisse des rendements des cultures.

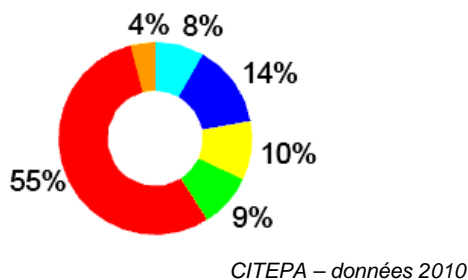
## LES OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)

Les oxydes d'azote comprennent :

- le monoxyde d'azote (NO) ;
- le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

Ces composés sont essentiellement émis lors des phénomènes de combustion.

### Sources d'émission



En 2010, les sources principales sont les transports puis l'industrie, intégrant la transformation d'énergie.

Le dioxyde d'azote est principalement un polluant rencontré en milieu urbain et c'est souvent un bon traceur des émissions du trafic routier.

A noter que les niveaux d'oxydes d'azote sont également liés à des processus chimiques dans l'atmosphère et qu'ils dépendent pour une part des conditions météorologiques et de l'ensoleillement.

### Effets des NO<sub>x</sub>

Les oxydes d'azote participent à la formation de l'ozone dont ils sont l'un des précurseurs sous l'effet du rayonnement solaire. Ils concourent également au phénomène des pluies acides ainsi qu'à l'eutrophisation des sols. Parmi les NO<sub>x</sub>, c'est le dioxyde d'azote qui est le plus nocif pour la santé humaine et ses niveaux sont réglementés dans l'air ambiant.

#### Effets sanitaires

Le dioxyde d'azote est particulièrement nocif pour la santé humaine. C'est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il peut favoriser certaines infections pulmonaires.

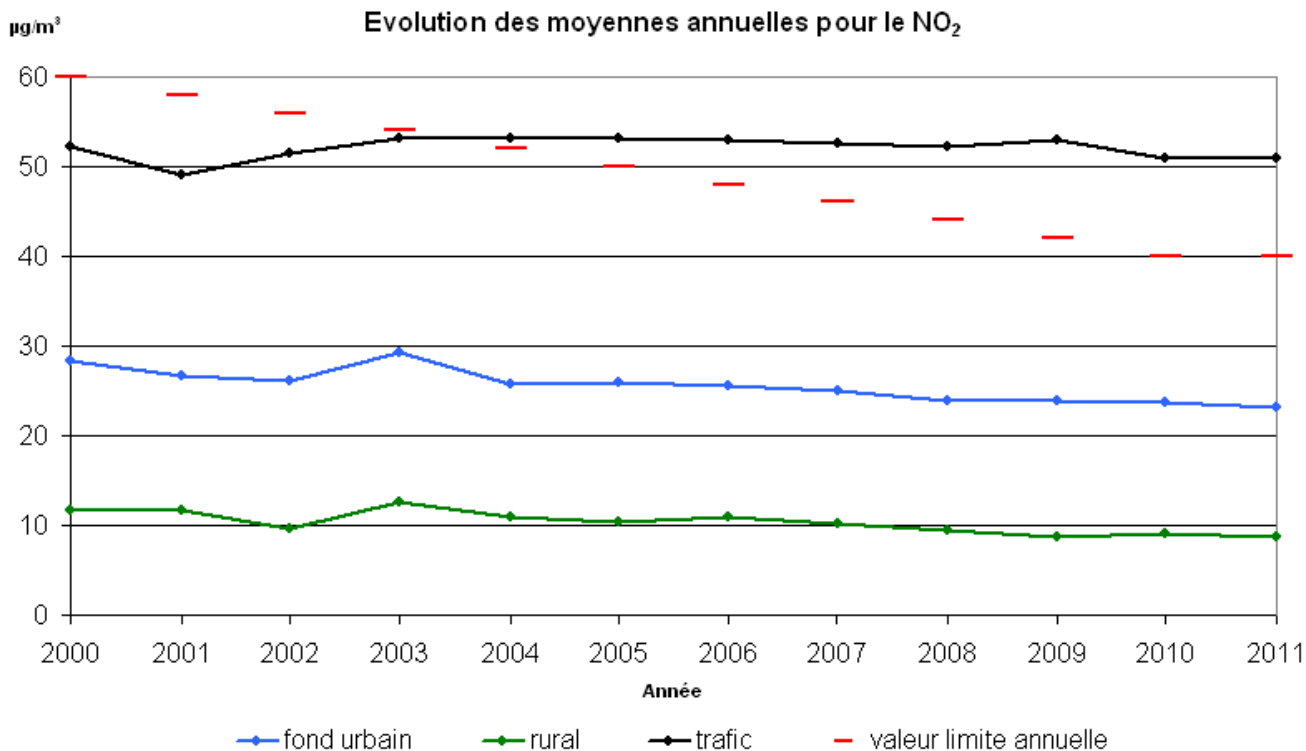
### Évolution des concentrations de NO<sub>2</sub>

Les concentrations de NO<sub>2</sub> en France ont sensiblement baissé entre 2000 et 2011 sur les sites de fond (urbains, périurbains, ruraux) et industriels. Plus généralement, la moyenne annuelle des concentrations en NO<sub>2</sub> en fond urbain diminue de façon progressive depuis la fin des années 1990, avec une anomalie en 2003, pour se stabiliser ces dernières années. Pendant le même temps, les concentrations de NO ont affiché une nette baisse sur tous les types de sites.

Les concentrations de NO<sub>2</sub> en 2011 sont stables pour les sites urbains et périurbains : la moyenne annuelle, de l'ordre de 23 µg/m<sup>3</sup>, est sensiblement identique à celle de 2010. La valeur limite du NO<sub>2</sub> en moyenne annuelle, de 40 µg/m<sup>3</sup> pour l'année 2011, est respectée sur l'ensemble des sites urbains et périurbains à l'exception de deux sites à Paris et d'un site à Antibes, Amiens et Marseille.

Sur les sites localisés en proximité de voies routières (sites trafic), et plus directement affectés par les émissions automobiles, la moyenne annuelle des concentrations observées (51 µg/m<sup>3</sup>) est également stable par rapport à 2010 et reste supérieure à la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>. Ainsi, de nombreux dépassements de la valeur limite sont enregistrés, pour la plupart dans les grandes agglomérations : Amiens, Bastia, Besançon, Bordeaux, Brest, Chamonix, Clermont-Ferrand, Grenoble, Limoges, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Niort, Paris, Reims, Rennes, Rouen, Saint-Etienne, Strasbourg, Toulon, Toulouse, Tours et Valence.

La valeur limite de 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an est dépassée sur huit sites trafic dans les agglomérations suivantes : Lyon, Nancy, Paris et Strasbourg.



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

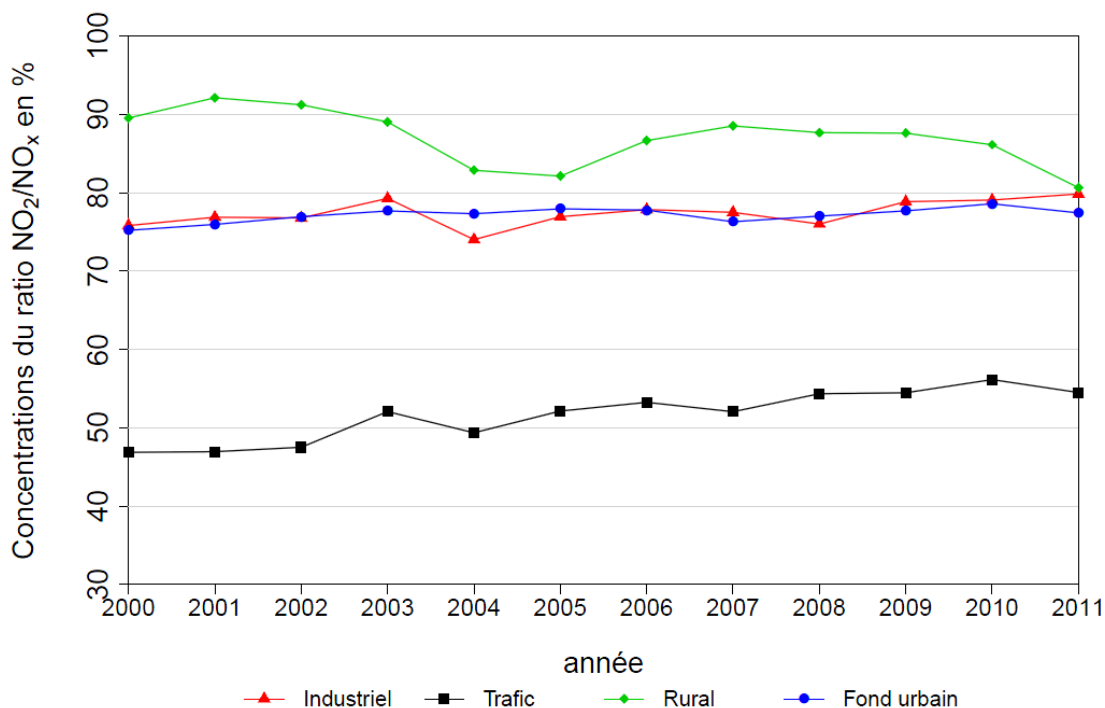
Une analyse de l'évolution du rapport NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> entre 2000 et 2011 sur un échantillon constant de sites de mesure fait apparaître sur la période une augmentation assez nette de ce ratio sur les sites de proximité automobile et sensible sur les sites urbains/périurbains et industriels, même si une tendance à la baisse s'amorce entre 2010 et 2011 sur les sites de proximité automobile et de fond urbain. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette évolution (AFSSET, août 2009) :

- les processus physico-chimiques liés entre autres à la hausse des niveaux d'ozone qui peuvent jouer un rôle en réagissant avec le NO primaire émis par le trafic pour former du NO<sub>2</sub> ;

- l'évolution à la hausse des émissions primaires de NO<sub>2</sub> du trafic en lien avec la progression de la part des véhicules diesel et leurs évolutions technologiques au sein du parc automobile.

Quelques études en France et en Europe mettent l'accent sur une surémission de NO<sub>2</sub> issue de l'oxydation des particules selon la technologie de filtres à particules utilisée. L'augmentation du rapport NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> est liée à une augmentation de la proportion de véhicules diesel équipés de catalyseurs d'oxydation, en particulier sur les voitures particulières.

## Evolution des moyennes annuelles du ratio $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ entre 2000 et 2011



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

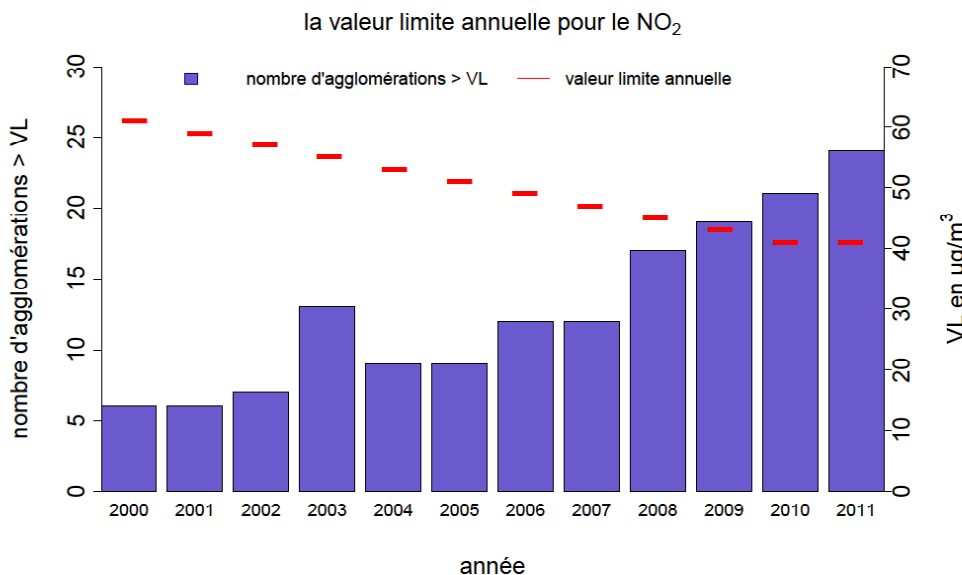
### Situation des sites de mesure en 2011 par rapport aux valeurs limites et évolution de la situation dans les principales agglomérations

Le nombre d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site a dépassé la valeur limite annuelle augmente de façon relativement régulière depuis 2000. Cette augmentation peut en partie être attribuée à la diminution progressive de la limite annuelle qui est passée de 60 à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  depuis 2010 (on constate de fait que les concentrations en  $\text{NO}_2$  baissent moins vite que la valeur limite, voire

sont en stagnation, et par conséquent, que le nombre de situations de dépassement est en augmentation).

Les niveaux plus élevés de l'année 2003 sont attribuables à la canicule et en partie à une forte production de  $\text{NO}_2$  par photochimie atmosphérique. De mauvaises conditions dispersives pendant une grande partie de l'année 2003 ont également régulièrement conduit à des niveaux plus élevés que la moyenne.

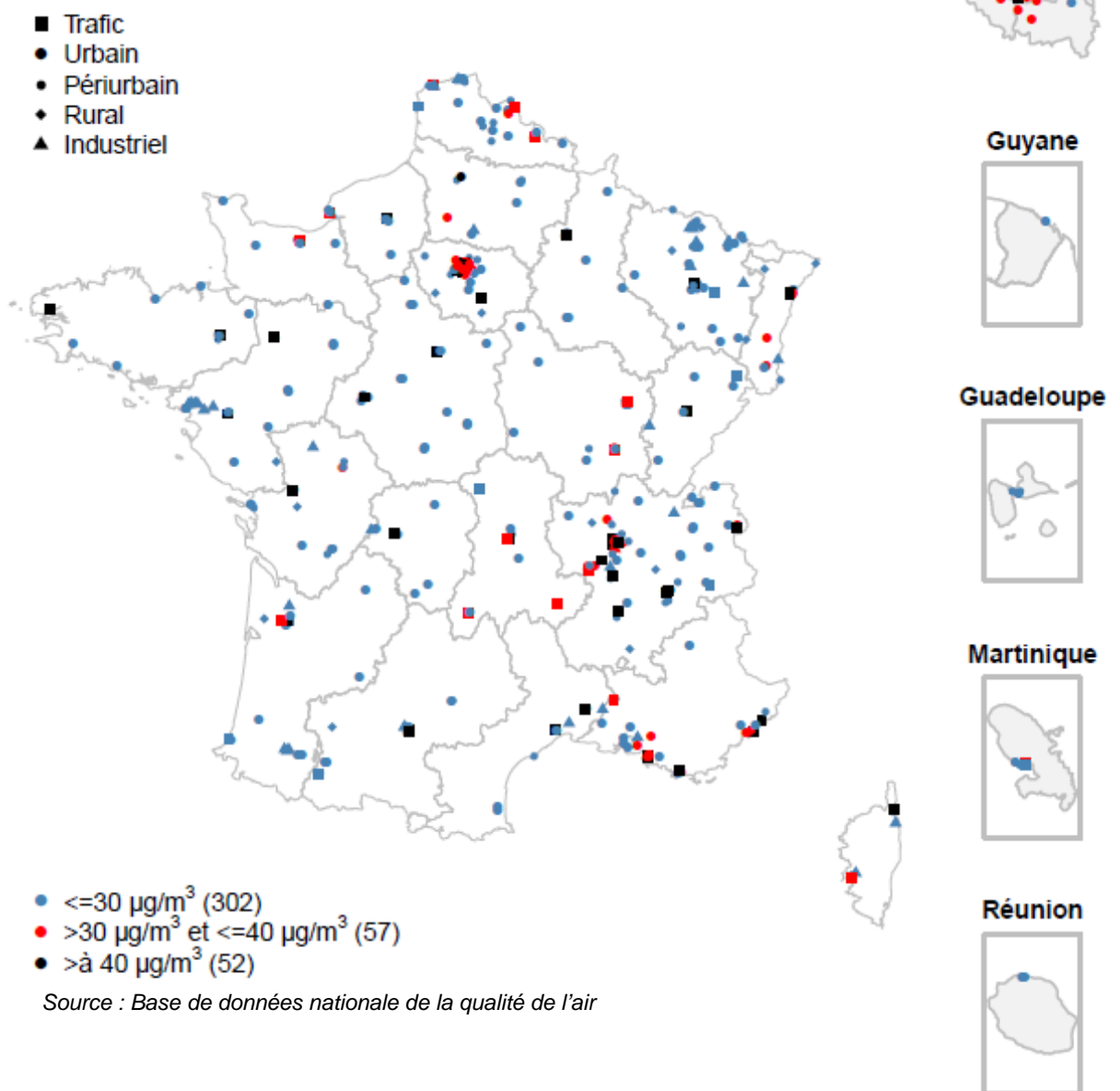
### Nombre d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site de mesure a dépassé la valeur limite annuelle pour le $\text{NO}_2$



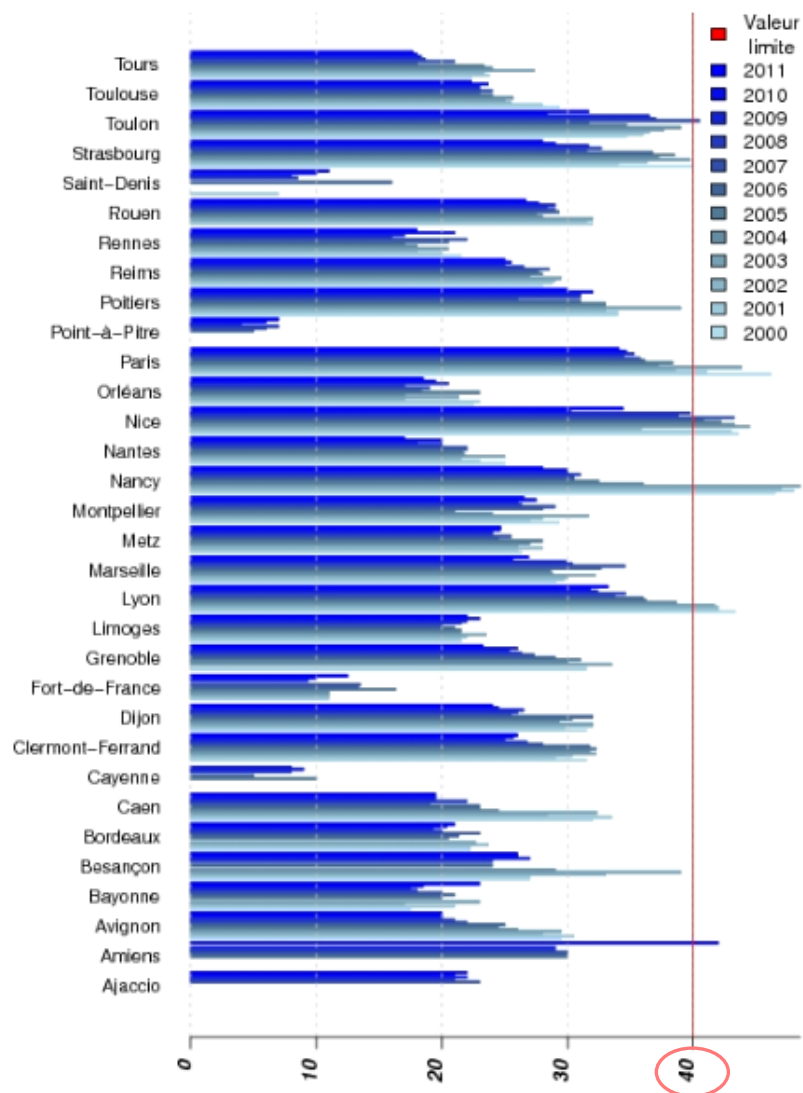
Les évolutions technologiques de ces dernières années n'ont pas permis de baisser les concentrations de NO<sub>2</sub> de manière drastique pour aboutir au respect des valeurs limites annuelles (certaines technologies de filtres à particules peuvent même augmenter le ratio NO<sub>2</sub>/NO). Aujourd'hui, plus de 10 % des sites ne respecteraient pas la valeur limite annuelle applicable en 2011.

On observe même une hausse sur la dernière décennie du rapport NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, ainsi que la stagnation des concentrations en NO<sub>2</sub> sur la plupart des sites, voire sa hausse sur certains sites trafic très chargés.

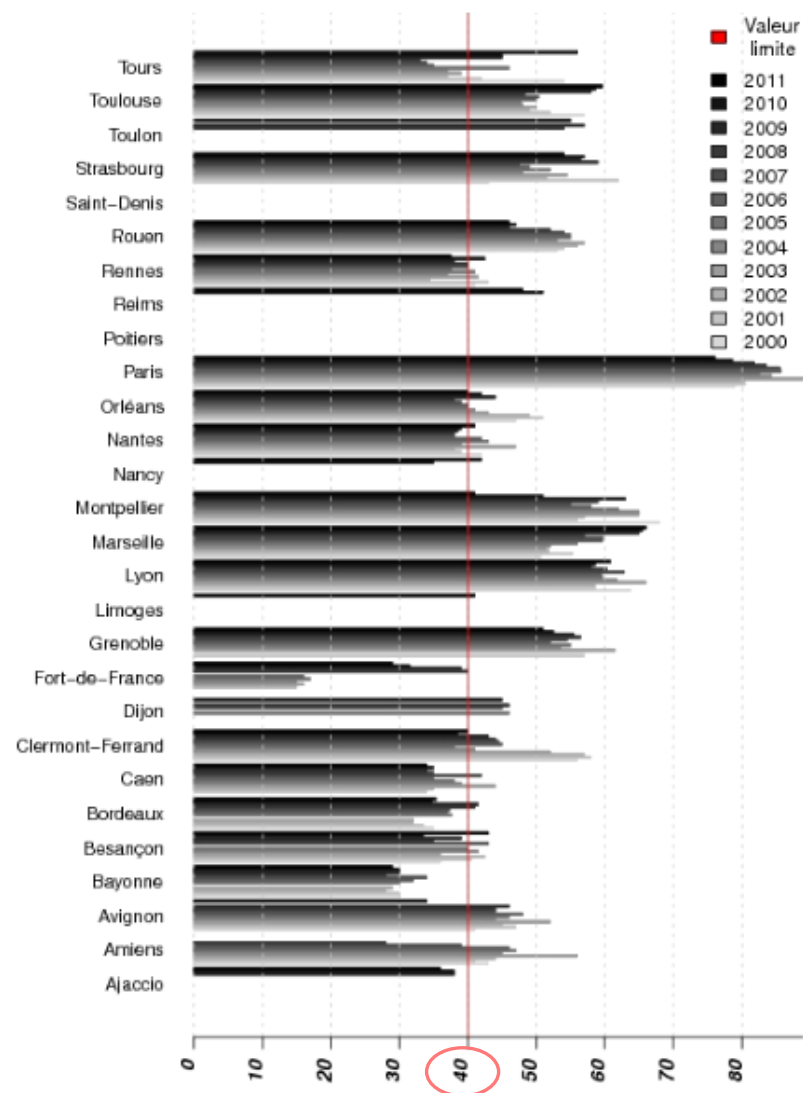
### Situation des sites de mesure du NO<sub>2</sub> en 2011 par rapport à la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>)



Evolution en moyenne annuelle en NO2 sur les sites urbains de fond dans les agglomérations françaises de 2000 à 2011



Evolution en moyenne annuelle en NO2 sur les sites trafic dans les agglomérations françaises de 2000 à 2011



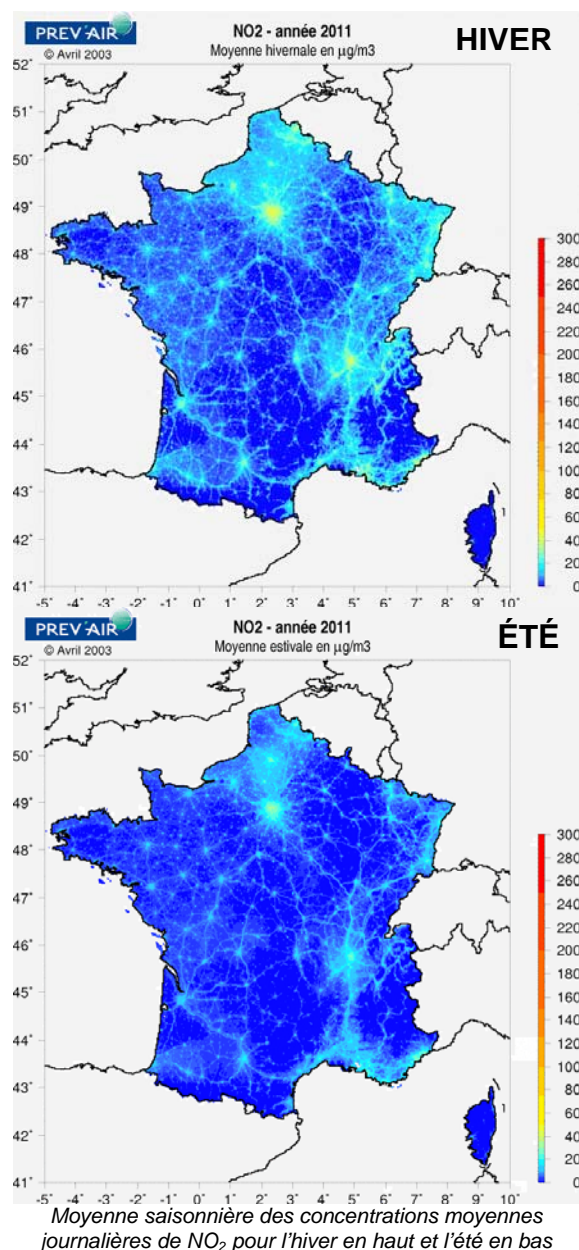
Rappel : Les évolutions des moyennes annuelles indiquées par agglomération sur les graphes ci-dessus sont établies à partir d'échantillons constants de stations.

## Variation des concentrations en NO<sub>2</sub> en fonction des saisons

Les cartes ci-contre illustrent de manière spatialisée les moyennes des concentrations de fond de dioxyde d'azote, basées sur les moyennes journalières, observées sur la France durant l'été et l'hiver 2011. Afin d'affiner les cartes analysées de ce polluant qui ne se disperse qu'à petite échelle, la localisation de sources de pollution locales de NO<sub>2</sub> a été introduite à l'aide de variables auxiliaires (densité de population et émissions de NO<sub>x</sub>). Cette représentation cartographique permet de représenter l'influence des grandes villes et des voies routières les plus empruntées.

Liées principalement aux émissions du trafic routier et aux activités industrielles, les concentrations les plus fortes sont localisées sur les zones urbanisées et dégradent significativement la qualité de l'air des grandes agglomérations comme Paris et Lyon. Les régions avec des complexes industriels importants sont également affectées notamment en Haute-Normandie, dans le Nord-Pas-de-Calais et en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les températures froides et les faibles épaisseurs hivernales de la couche limite atmosphérique sont principalement responsables des différences saisonnières. Les conditions hivernales favorisent en effet l'accumulation des polluants à proximité du sol, notamment lors des situations anticycloniques qui perdurent. L'été, la dispersion verticale est plus importante permettant une dilution du NO<sub>2</sub> plus efficace dans la basse troposphère améliorant la qualité de l'air dans les villes. Cela étant, la répartition géographique des sources ne varie que très peu et les zones les plus affectées demeurent d'une saison à l'autre.



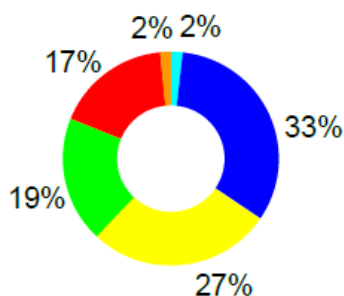
## LES PARTICULES (PM<sub>10</sub> ET PM<sub>2,5</sub>)

Les particules dans l'air sont un des principaux indicateurs de la qualité de l'air.

Jusqu'à peu, la surveillance et la réglementation portaient avant tout sur les particules dites inhalables dont le diamètre est inférieur à 10 µm (ce sont les PM<sub>10</sub>). Une attention complémentaire est portée sur les particules alvéolaires, dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (ce sont les PM<sub>2,5</sub>) ; elles ont fait l'objet d'une réglementation par une directive européenne de 2008. C'est pourquoi, parallèlement à la surveillance des PM<sub>10</sub>, la surveillance des PM<sub>2,5</sub> a été développée ; en 2011, il y avait 110 stations de mesure de PM<sub>2,5</sub> (+ 80 % par rapport à 2010).

### Sources d'émission

#### ➤ PM<sub>10</sub>

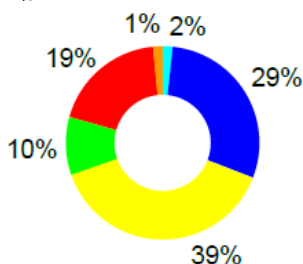


CITEPA – données 2010



En France, quatre principaux secteurs se partagent les émissions de particules PM<sub>10</sub> : les activités agricoles (épandages, stockages d'effluents, remises en suspension lors des labours notamment), l'industrie manufacturière, le secteur résidentiel et tertiaire et le transport routier.

#### ➤ PM<sub>2,5</sub>



CITEPA – données 2010

Les sources des émissions de particules PM<sub>2,5</sub> sont différentes : les émissions dues au résidentiel et tertiaire sont prépondérantes. Elles sont suivies de l'industrie manufacturière et du transport routier.

Par ailleurs, la lutte contre cette forme de pollution est rendue complexe par le fait qu'une partie des fines particules provient de la transformation chimique, dans l'atmosphère, de polluants tels que le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote ou les composés organiques volatils ; on parle de particules secondaires.

### Effets sanitaires

Les effets sur la santé des particules dépendent, d'une part, de la granulométrie (elles pénètrent d'autant plus profondément dans l'appareil respiratoire que leur diamètre est faible) et d'autre part, de la composition chimique (elles peuvent en effet contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont considérés comme cancérigènes). Les préoccupations sanitaires les plus fortes portent aujourd'hui sur les particules les plus fines.

### 1<sup>er</sup> janvier 2007 : changement des modalités de mesure

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, une modification des modalités de mesure des particules (PM<sub>10</sub>) a été mise en place dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Cette modification a eu pour but de rendre les résultats de mesure équivalents à la méthode de référence fixée par la réglementation européenne. L'ajustement des mesures se répercute sur les concentrations journalières et annuelles qui sont augmentées, ce qui a entraîné l'accroissement du nombre de dépassements des valeurs limites.

Ce changement dans la mesure des particules ne permet pas de comparer les années 2007-2011 avec les années précédentes.

### Évolution des concentrations de PM<sub>10</sub>

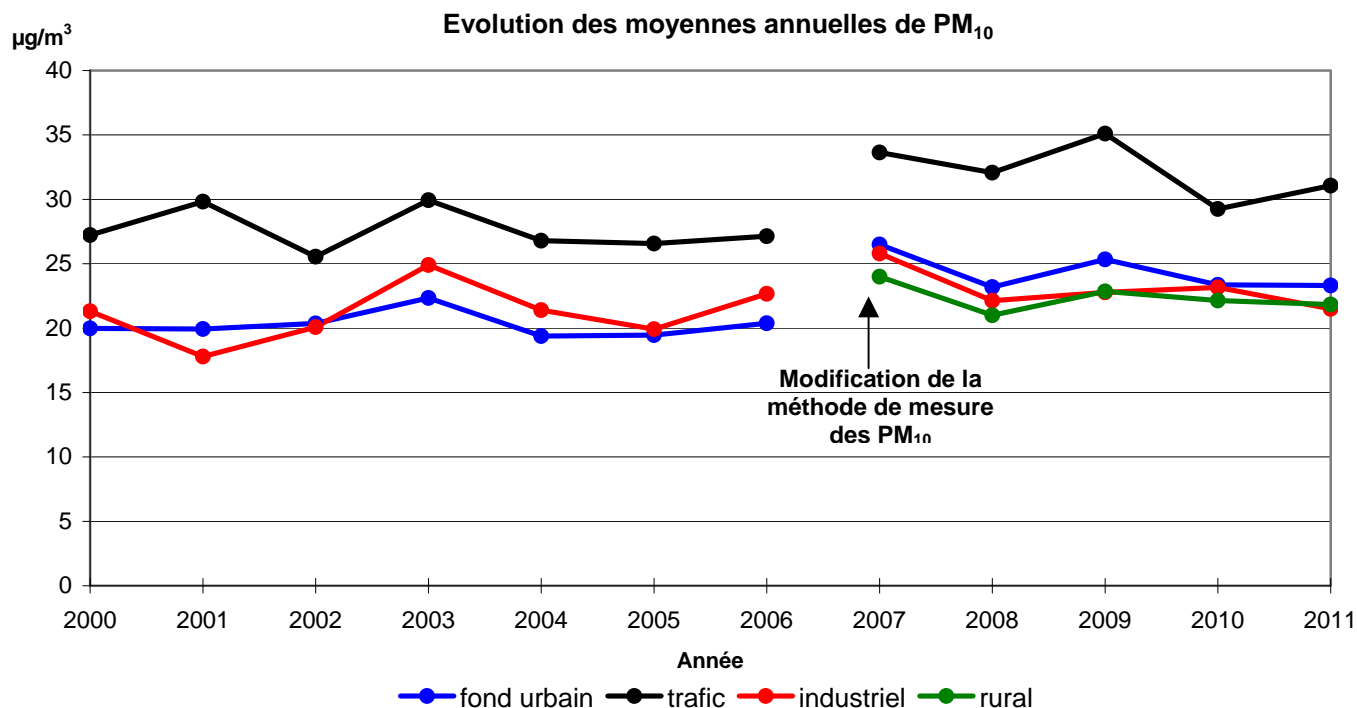
Alors que les concentrations diminuent légèrement entre 2010 et 2011 sur les stations industrielles et rurales, une légère augmentation des concentrations de PM<sub>10</sub> est enregistrée pour les stations de fond urbain et de proximité automobile.

7 sites ont dépassé la valeur limite annuelle, fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> contre 7 en 2010 et 8 en 2009. Il s'agit de 7 sites de proximité automobile.



situés à Marseille, Paris et Fort-de-France. La valeur limite journalière de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne pas dépasser plus de 35 jours par an est dépassée sur plusieurs sites de surveillance du territoire dont 7 sites industriels, 31 de fond (urbains et périurbains) et 23 sites de proximité trafic. Les régions concernées par ces dépassements sont :

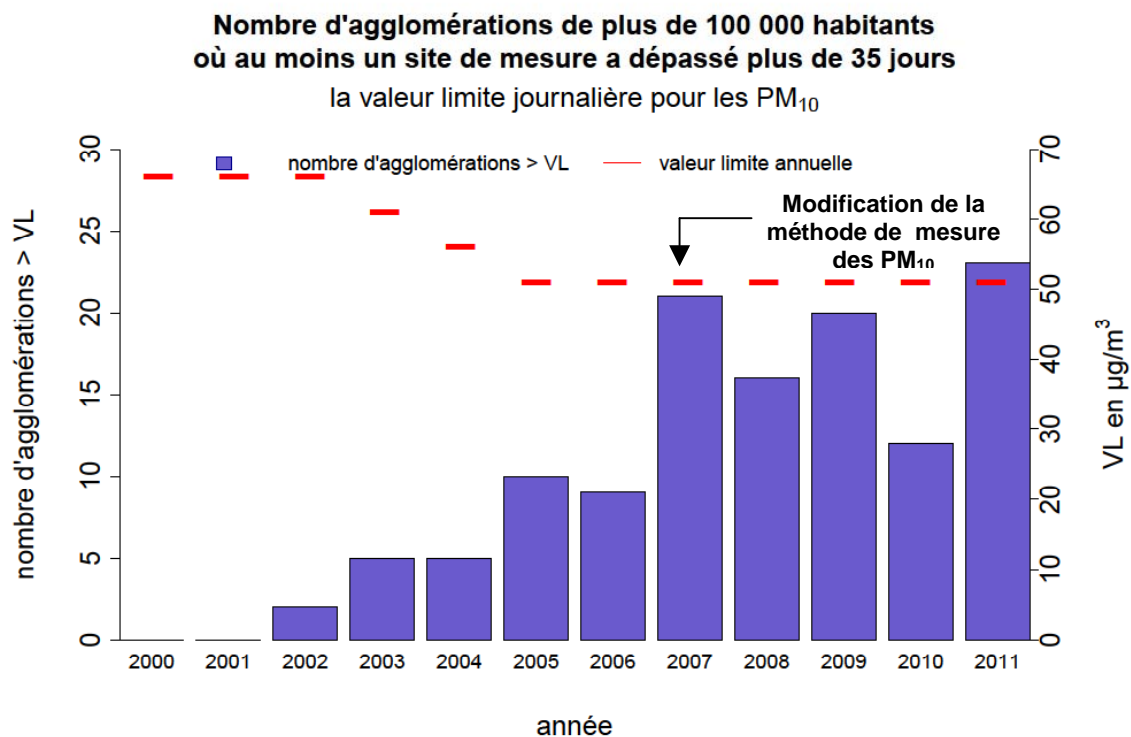
Alsace, Champagne-Ardenne, Haute-Normandie, Ile-de-France, Martinique, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Picardie, Réunion, Rhône-Alpes.



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

## Situation des sites de mesure en 2011 par rapport aux valeurs limites et évolution de la situation des principales agglomérations

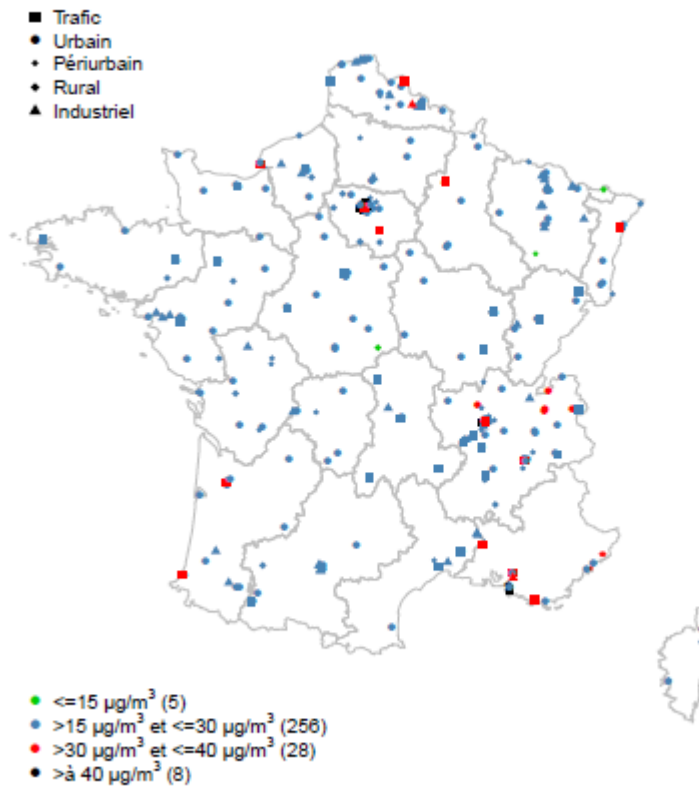
Le nombre d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site a atteint ou dépassé la valeur limite annuelle est relativement variable d'une année sur l'autre. 2011 a toutefois enregistré un nombre d'agglomérations touchées record.



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

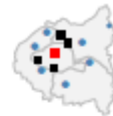
Les cartes ci-après présentent les niveaux de PM<sub>10</sub> observés sur les sites disposant de données valides.

Situation des sites de mesure des PM<sub>10</sub> en 2011 par rapport à la valeur limite annuelle (40µg/m<sup>3</sup>)



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

Ile-de-France



Guyane



Guadeloupe



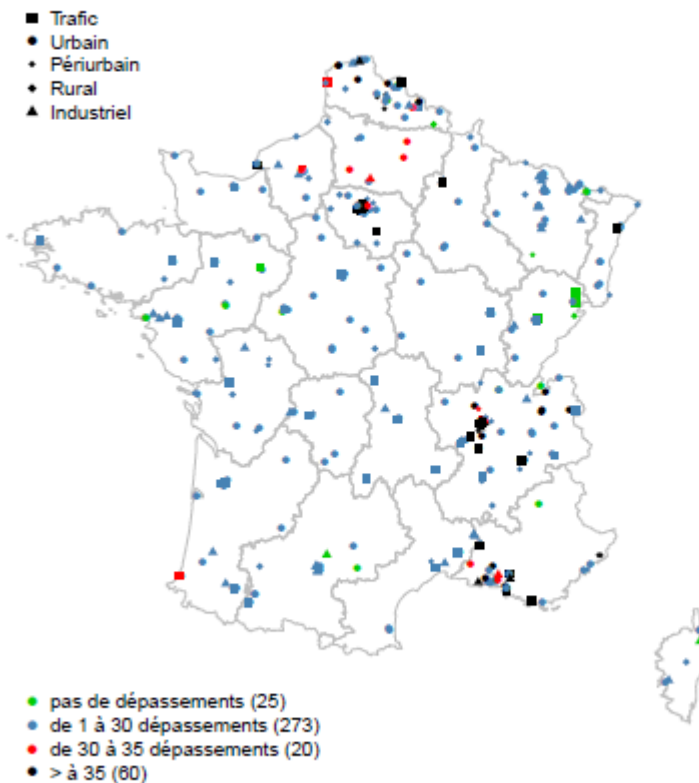
Martinique



Réunion

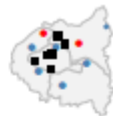


Dépassements de la moyenne journalière PM<sub>10</sub> en 2011



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

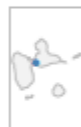
Ile-de-France



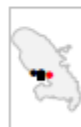
Guyane



Guadeloupe



Martinique



Réunion



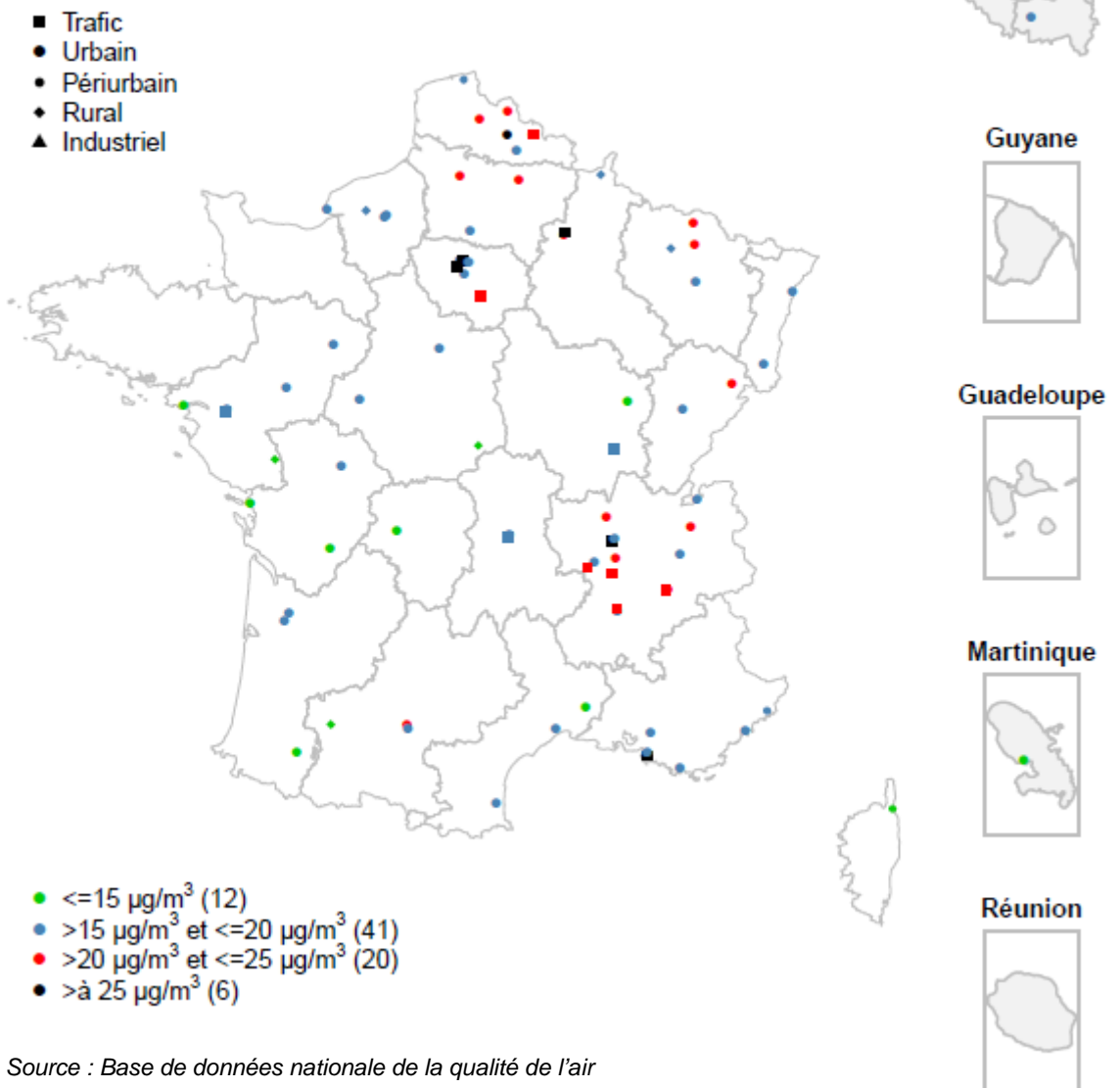
## Concentrations en PM<sub>2,5</sub> en 2011

La carte ci-dessous présente les niveaux de PM<sub>2,5</sub> observés en 2011 sur tous les sites. 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 une valeur cible de 25 µg/m<sup>3</sup> au 1<sup>er</sup> janvier 2010. La réglementation nationale, plus exigeante, fixe une valeur cible de 20 µg/m<sup>3</sup>.

En 2011, pour les moyennes annuelles de PM<sub>2,5</sub>, 6 et 20 sites de mesure sur un total de 79 ont enregistré des valeurs supérieures respectivement à la valeur limite et à la valeur cible française.

L'INERIS a par ailleurs montré que 5 à 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2,5</sub> proviendraient en moyenne de contributions naturelles.

### Situation des sites de mesure des PM<sub>2,5</sub> en 2011 par rapport à la valeur limite annuelle de 2015 (25 µg/m<sup>3</sup>)



## Variation des concentrations en particules en fonction des saisons

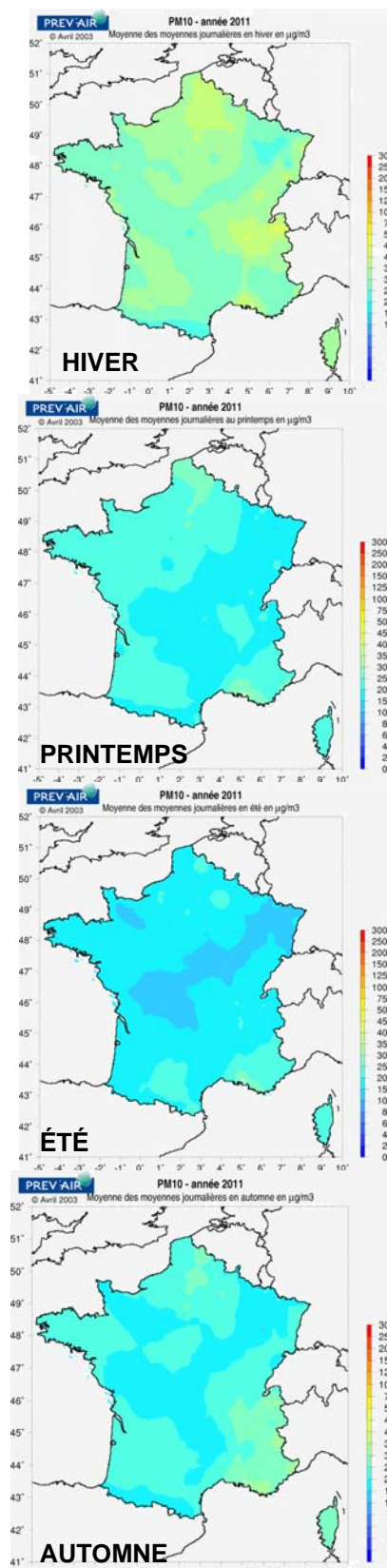
Les cartes présentées illustrent spatialement les moyennes des niveaux de particules  $PM_{10}$  sur la France au cours de l'année et par saison (de l'hiver à l'automne de haut en bas) fondées sur les moyennes journalières. Ces illustrations résultent d'une combinaison entre simulation de modèle de qualité de l'air et observation du réseau de mesure.

Les teneurs moyennes journalières en  $PM_{10}$  sont les plus importantes en hiver (moyenne journalière de 30 à 40  $\mu g/m^3$  sur une large partie du pays) et en automne. Elles sont les plus faibles en été, de l'ordre de 20  $\mu g/m^3$  sur presque toutes les régions excepté le Sud-Est de la France. Combinées à un surcroît d'émissions liées au chauffage, les situations météorologiques propices à des concentrations élevées de  $PM_{10}$  apparaissent principalement en hiver sous conditions anticycloniques fortes, avec une couche de mélange d'air de faible épaisseur, concentrant les particules au-dessus de la surface que les vents, le plus souvent de faibles intensités, n'arrivent pas à disperser. De surcroît, les températures basses engendrent une augmentation des émissions de particules (liées au chauffage domestique principalement) et de leurs précurseurs.

En se focalisant sur l'hiver qui est la saison la plus propice aux épisodes de particules, plusieurs régions (dont le Nord-Pas-de-Calais, l'Île-de-France, Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) se détachent en affichant des concentrations supérieures à la moyenne nationale.

Les particules peuvent être émises directement dans l'atmosphère (particules primaires) ou se former dans l'air suite à des réactions photochimiques (particules secondaires). Les périodes printanières sont propices à l'apparition d'épisodes de pollution particulaire dus à la formation d'aérosols secondaires. Au printemps, les opérations agricoles d'épandage d'engrais azotés favorisent les émissions d'ammoniac qui, combinées aux oxydes d'azote émis par exemple par le trafic ou l'industrie, entraîne la formation de nitrates d'ammonium qui entrent dans la composition des particules d'aérosol.

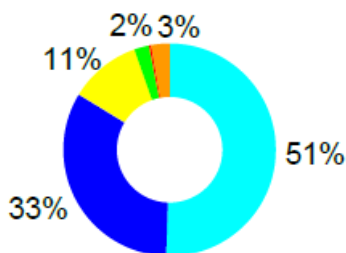
La région du Nord-Pas-de-Calais est régulièrement affectée par des concentrations élevées en particules, contenant des quantités élevées de nitrate d'ammonium. Cela illustre la complexité de la pollution résultant à la fois de processus locaux et également d'apports extrarégionaux.



Moyenne saisonnière des concentrations moyennes journalières en  $PM_{10}$  pour l'hiver, le printemps, l'été et l'automne (de haut en bas)

## LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

### Sources d'émission



CITEPA – données 2010



### Effets sanitaires

Le dioxyde de soufre est associé à de nombreuses pathologies respiratoires, souvent en combinaison avec les particules présentes dans l'air ambiant. Il peut entraîner des inflammations bronchiques, une altération de la fonction respiratoire et des symptômes de toux. Le SO<sub>2</sub>, qui peut se transformer en sulfates dans l'air ambiant, concourt également au phénomène des pluies acides.

Le dioxyde de soufre est émis à 84 % par les secteurs de la transformation d'énergie et de l'industrie manufacturière.

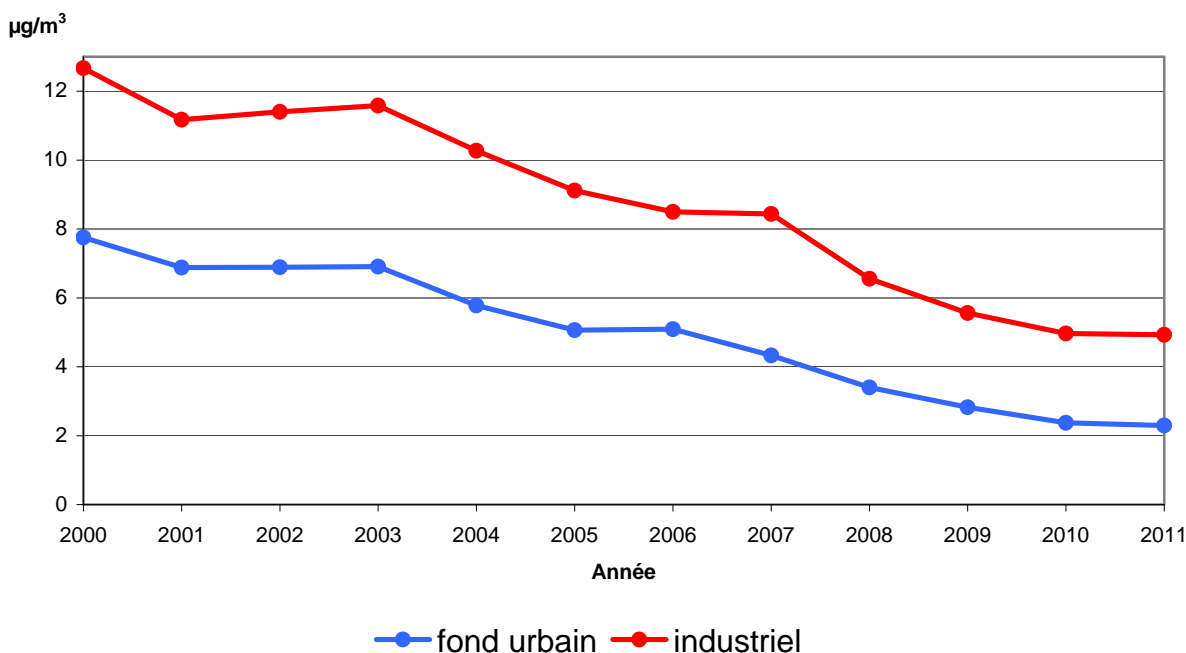
Ces émissions ont fortement chuté à partir du début des années 1980 du fait de la baisse de la consommation d'énergie fossile à la suite notamment de la mise en place du programme de production d'électricité d'origine nucléaire, des actions d'économie d'énergie et des dispositions réglementaires visant à limiter les émissions. Plus récemment, la limitation de la teneur en soufre dans les combustibles et les carburants a favorisé la baisse des émissions.

### Évolution des concentrations de SO<sub>2</sub>

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde de soufre en 2011 sont stables par rapport à celles de 2010. Les moyennes annuelles enregistrées sont très inférieures à l'objectif de qualité (50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle).

Aucun site ne dépasse la valeur limite en moyenne horaire (350 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an) ou en moyenne journalière (125 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).

### Evolution des moyennes annuelles de SO<sub>2</sub>



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

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

### Origine

L'ozone est un polluant secondaire, produit dans la basse atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire lors de réactions chimiques complexes entre certains polluants dits primaires : les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV). On parle de pollution photochimique. Les variations

### Effets sanitaires

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre profondément dans l'appareil pulmonaire et peut réagir sur les composants cellulaires et affecter les capacités respiratoires. Ces effets sont accentués par la présence d'autres polluants tels les oxydes de soufre et d'azote, ou lors d'efforts physiques et d'expositions prolongées ; certains sujets sont particulièrement sensibles pour des raisons encore mal connues.

L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (le rendement des cultures par exemple) et sur certains matériaux.

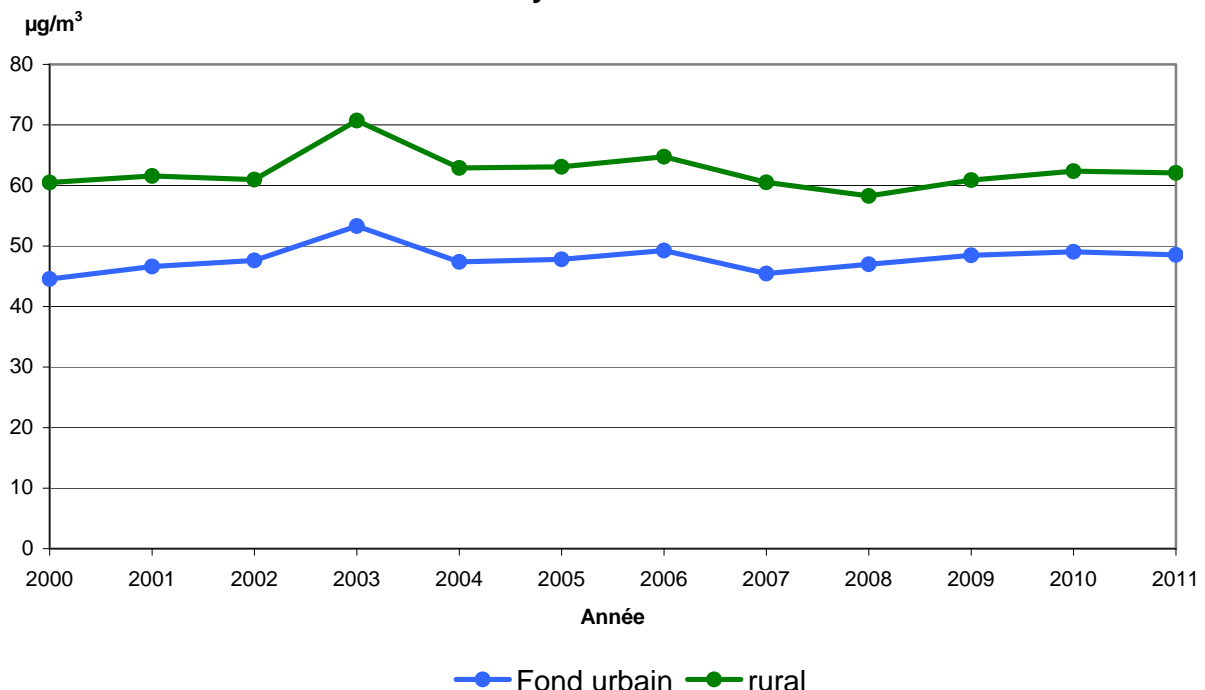
constatées d'une année à l'autre sont dues essentiellement aux variations climatiques et en particulier à l'ensoleillement. L'ozone a une durée de vie de quelques jours dans les basses couches de l'atmosphère, de sorte qu'il peut être transporté loin de sa zone de production, tout comme ses précurseurs : cette pollution s'observe en général de manière plus intense en été dans les régions périurbaines et rurales sous le vent des agglomérations.

### Évolution des concentrations d'ozone

L'été 2011 a été marqué par un seul événement d'ampleur nationale qui a eu lieu vers la fin du mois de juin.

Sur une longue période, on constate que le niveau de fond en ozone augmente légèrement sur les sites urbains de fond en France, comme on le voit sur le graphique ci-dessous qui présente la moyenne annuelle des concentrations observées en ozone depuis 2000. Les mesures réalisées en France font apparaître que, depuis cette date, les concentrations ont augmenté de l'ordre de 8 %.

### Évolution des moyennes annuelles d'ozone



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

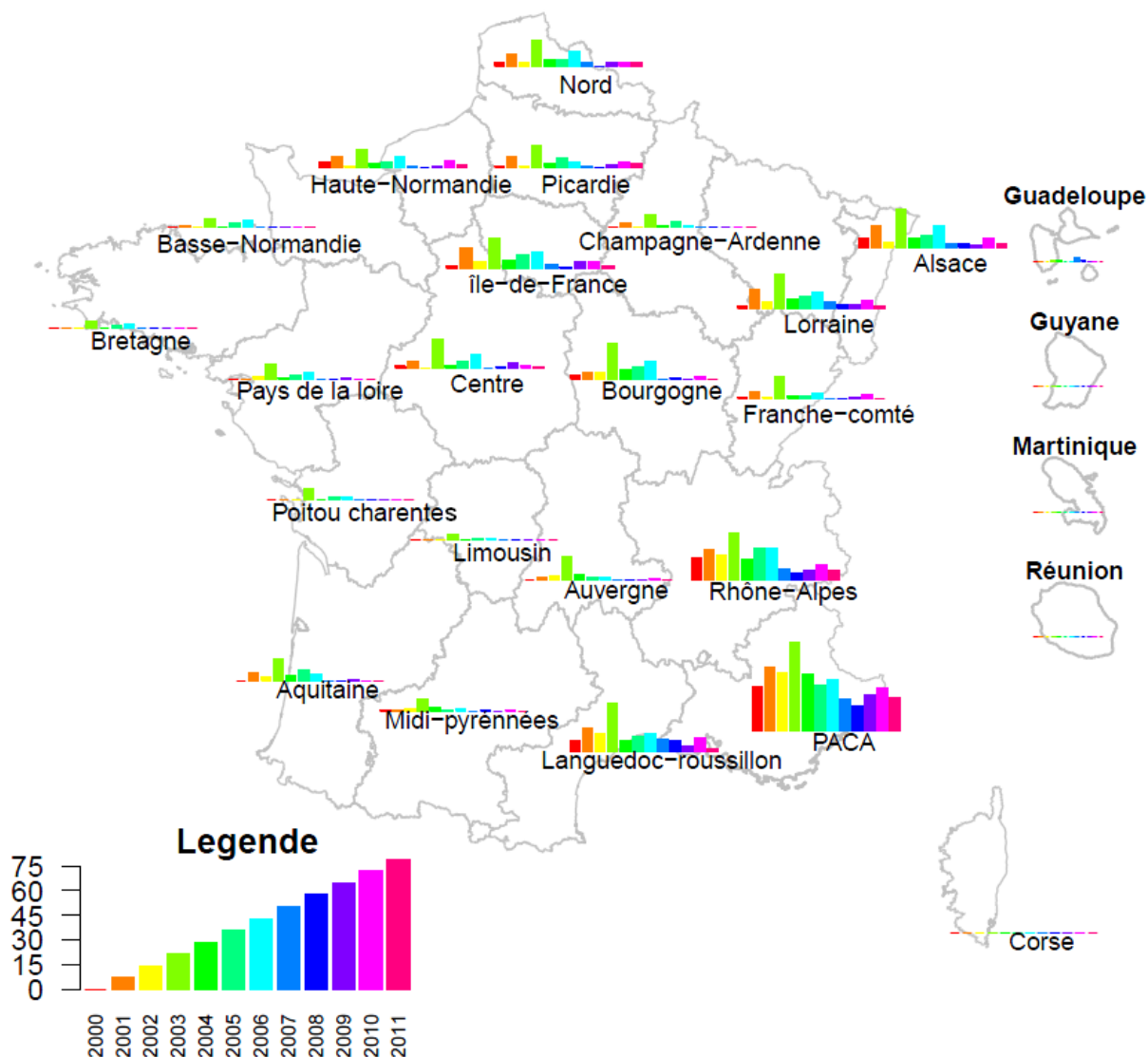
A noter que les concentrations observées sur les sites ruraux sont supérieures à celles observées sur les sites urbains ou périurbains du fait de la cinétique et des processus de formation de l'ozone.

## Situation des sites de mesure en 2011 par rapport aux seuils d'information de l'ozone et évolution de la situation dans les principales agglomérations

Le nombre de jours où le seuil d'information pour l'ozone a été dépassé a atteint 32 jours en 2011. Les régions les plus touchées sont Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes et le

Bassin Parisien. Le seuil d'alerte ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire) a été dépassé une journée en Provence-Alpes-Côte d'Azur, le 20 août 2011.

### Nombre de dépassements du seuil d'ozone de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les années 2000-2011



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

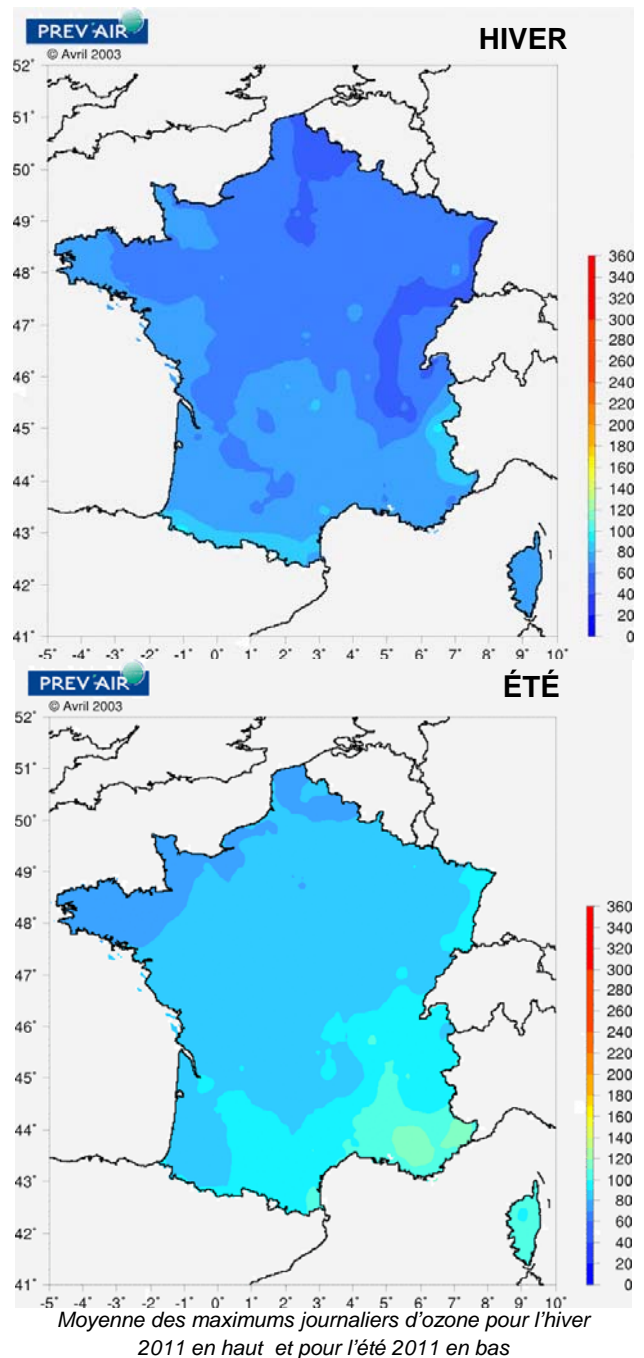


## Variation des concentrations en ozone en fonction des saisons

Les cartes présentées illustrent spatialement les moyennes des niveaux d'ozone sur la France au cours de l'été et de l'hiver basées sur les maximums journaliers. Ces illustrations résultent d'une combinaison entre simulation de modèle de qualité de l'air et observation du réseau de mesure.

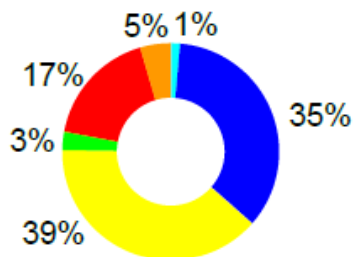
La production d'ozone, à partir de ses précurseurs (émis par les activités humaines et industrielles ainsi que par la végétation) combinée à l'activité solaire est d'intensité nettement plus importante en période estivale qu'en période hivernale, moins propice à l'activité photochimique. Pour l'été, le quart Sud-Est apparaît comme la zone en France la plus affectée par des concentrations élevées (de l'ordre de 140-160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  localement) alors que du Nord à l'Ouest de la France les conditions météorologiques sont moins favorables à la formation d'ozone. Les écarts entre ces deux régions sont en moyenne de 50-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le maximum quotidien d'ozone en période estivale. Entre l'été et l'hiver, les différences dans une même région sont très variables, le Sud par exemple affiche une diminution de sa moyenne de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'à l'opposé l'Ouest varie d'une dizaine de microgrammes. Finalement, durant l'hiver, les écarts maximaux entre les moyennes des pics journaliers atteignent 30-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il est à noter que les cartes moyennées, par définition, 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. L'année 2011 a connu un seul événement d'ampleur nationale.



## LE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

### Sources d'émission



CITEPA – données 2010



Les émissions de monoxyde de carbone sont en baisse depuis 1973 (source CITEPA). En 2010, elles étaient principalement dues au secteur résidentiel-tertiaire, à l'industrie manufacturière et au transport routier.

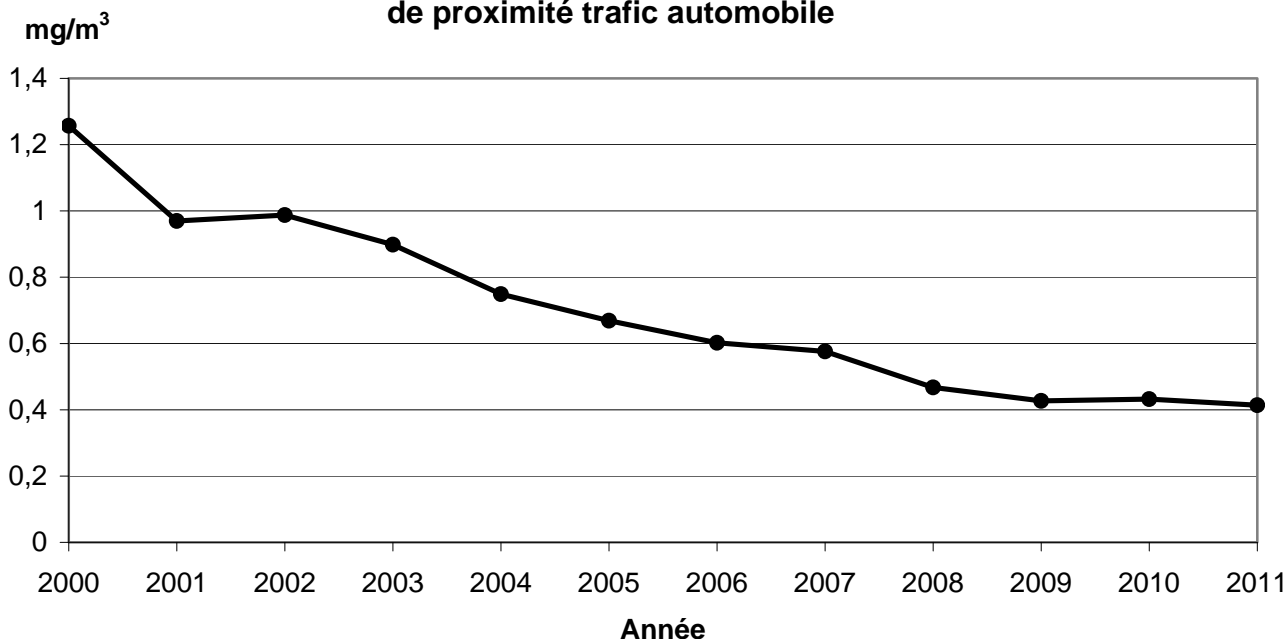
### Effets sanitaires

Le monoxyde de carbone présent dans l'air se fixe sur l'hémoglobine et peut entraîner à haute concentration des troubles respiratoires, des effets asphyxiants, des maux de tête et des troubles cardiaques.

### Évolution des concentrations de CO

Les concentrations dans l'air ambiant diminuent également et sont faibles (moins de  $1 \text{ mg/m}^3$  en moyenne annuelle). Ainsi, aucun dépassement de la valeur limite ( $10 \text{ mg/m}^3$  sur 8 heures glissantes) n'est constaté en 2011.

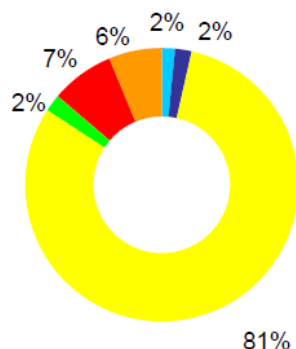
### Évolution de la moyenne annuelle de monoxyde de carbone pour les sites de proximité trafic automobile



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

## LE BENZÈNE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

### Sources d'émission



CITEPA – données 2010



Le principal émetteur de benzène est le résidentiel-tertiaire en particulier du fait de la combustion du bois, suivi du transport.

### Evolution des concentrations de benzène

On constate entre 2000 et 2011 que les concentrations annuelles ont nettement diminué en site de proximité automobile et à proximité des sites industriels, et qu'elles sont relativement stables en sites urbains. Cette baisse au voisinage immédiat du trafic routier s'explique en partie par la limitation du taux de benzène dans l'essence suite à la réglementation européenne mise en application à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2000 (directive 98/70/CE du 13 octobre 1998).

Les moyennes annuelles enregistrées en 2011 sur les sites trafic et de fond urbain s'élèvent respectivement à 1,5 et 0,7 µg/m<sup>3</sup>.

En 2011, l'ensemble des moyennes annuelles est inférieur à la valeur limite de 5 µg/m<sup>3</sup>.

### Effets sanitaires

Le benzène est l'un des composés les plus nocifs de la famille des composés organiques volatils (COV). Il présente en effet des risques cancérogènes.

Les COV contribuent également, au travers de réactions faisant intervenir les oxydes d'azote et le rayonnement solaire, à la formation de polluants photochimiques tels que l'ozone, nocifs pour la santé. Ils contribuent enfin à la formation secondaire de particules fines.

## LES MÉTAUX LOURDS

La suppression de l'utilisation de plomb tétraéthyle dans les essences depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000 a conduit à une division par trois des émissions de plomb dans l'air en 4 ans. Dans la plupart des agglomérations, la moyenne annuelle des concentrations de plomb est de l'ordre de  $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , c'est-à-dire à la limite de précision de la mesure ; elle est toujours très inférieure à la valeur limite fixée à  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

Les autres métaux lourds (cadmium, nickel, arsenic et mercure), réglementés par la directive du 15 décembre 2004, sont suivis sur environ 40 sites de prélèvement en France (hors mercure). Les résultats montrent que les moyennes annuelles sont inférieures aux valeurs cibles (hors mercure qui ne dispose pas de valeur cible), à l'exception de deux sites influencés par des activités industrielles en Midi-Pyrénées (commune de Viviez) qui enregistrent pour le cadmium une moyenne annuelle de 5,6 et 11  $\text{ng}/\text{m}^3$  (pour une valeur cible de  $5 \text{ng}/\text{m}^3$ ).

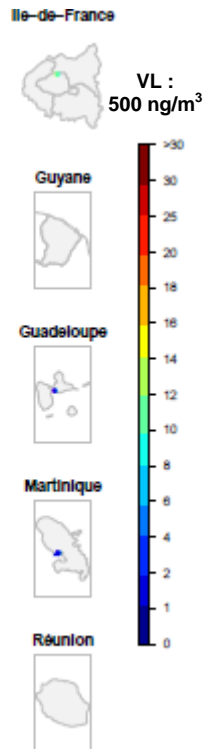
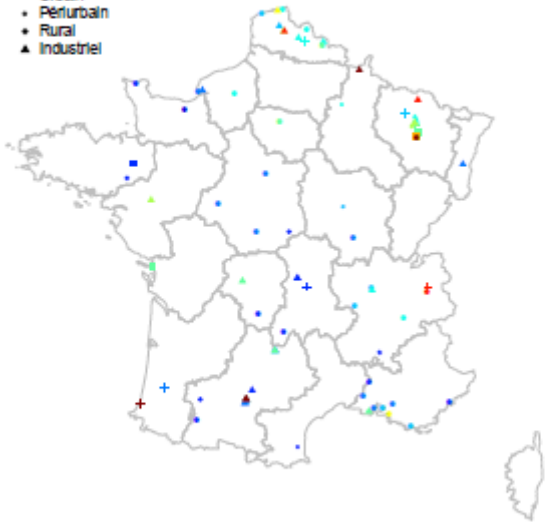
### Effets sanitaires

Dans l'air, les métaux lourds sont présents sous forme de particules à l'exception du mercure qui est principalement gazeux. 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.

### Moyenne annuelle (2011) Pb (ng/m<sup>3</sup>)

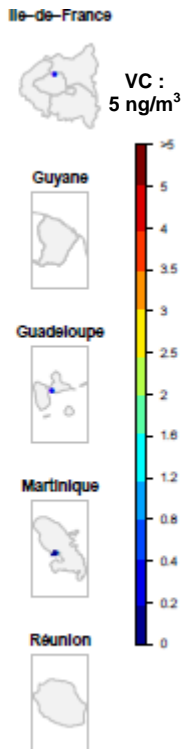
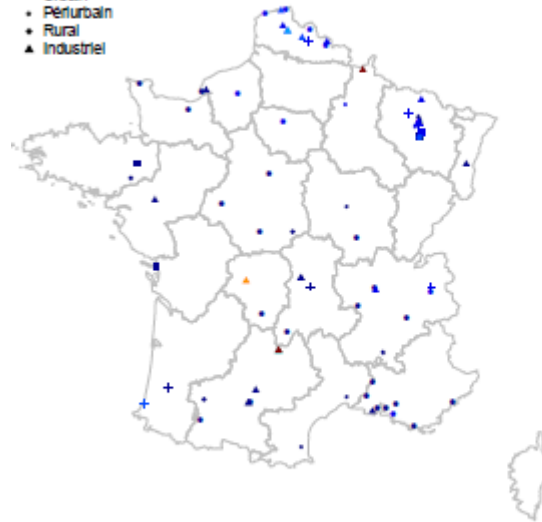
- Trafic
- Urbain
- Periurbain
- Rural
- ▲ Industriel



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

### Moyenne annuelle (2011) Cd (ng/m<sup>3</sup>)

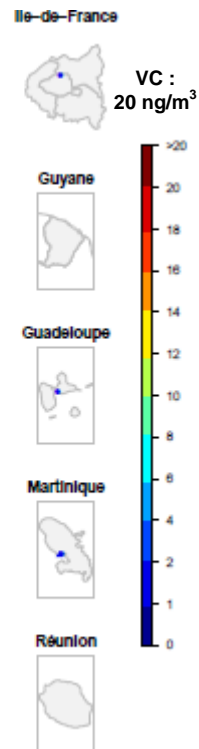
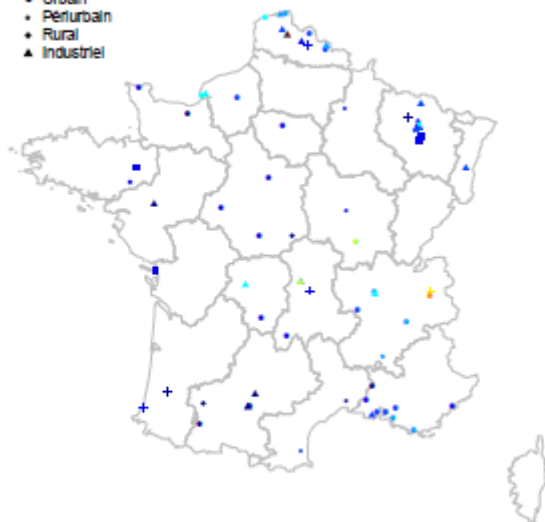
- Trafic
- Urbain
- Periurbain
- Rural
- ▲ Industriel



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

### Moyenne annuelle (2011) Ni (ng/m<sup>3</sup>)

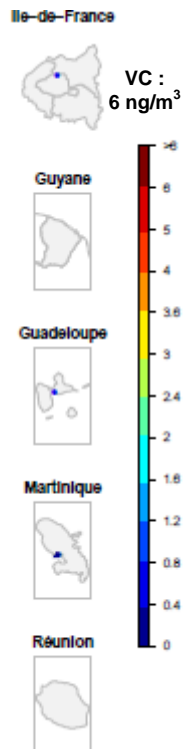
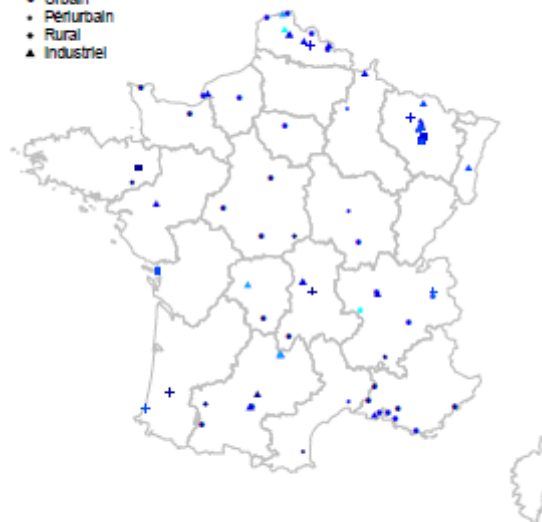
- Trafic
- Urbain
- Periurbain
- Rural
- ▲ Industriel



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

### Moyenne annuelle (2011) As (ng/m<sup>3</sup>)

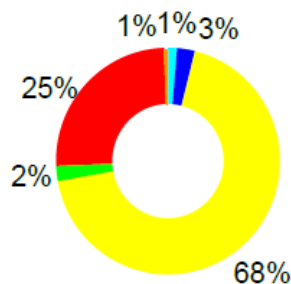
- Trafic
- Urbain
- Periurbain
- Rural
- ▲ Industriel



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

## LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Comme pour les métaux visés ci-dessus, à l'exception du plomb, les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont réglementés par la directive du 15 décembre 2004. La surveillance du benzo(a)pyrène ainsi que celles d'autres HAP est relativement récente et en l'état actuel des données disponibles, seuls 5 sites (dont 3 industriels et 2 urbains) ont dépassé la valeur cible fixée à 1 ng/m<sup>3</sup>. Ces sites se situent en Lorraine (Florange, 2,2 ng/m<sup>3</sup>), dans l'agglomération lyonnaise (1,02 et 1,4 ng/m<sup>3</sup>), en Savoie (La Léchère, 1,72 ng/m<sup>3</sup>) et en Haute-Savoie (Passy, 2,62 ng/m<sup>3</sup>).



CITEPA – données 2010



Les sources principales d'émissions de HAP sont les secteurs résidentiel et tertiaire (68 %), avec tout particulièrement le chauffage au bois, et le transport routier (25 %) (données 2010 du CITEPA).

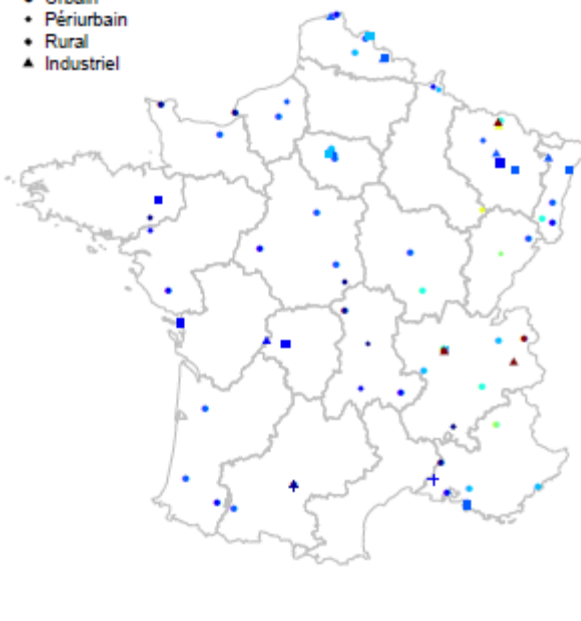
Il est à souligner que la problématique des HAP touche particulièrement les vallées qui sont concernées par des émissions industrielles, avec l'utilisation importante du chauffage au bois et les conditions climatiques qui bloquent la dispersion des polluants en hiver.

### Effets sanitaires

Les HAP sont des composés organiques toxiques et persistants dans l'environnement dont la molécule comporte au moins deux noyaux benzéniques. On y trouve des composés tels que le benzo(a)pyrène qui est cancérigène. Certains HAP peuvent également affecter le système immunitaire.

Moyenne annuelle (2011) concentrations de B[a]P (ng/m<sup>3</sup>)

- Trafic
- Urbain
- Périurbain
- Rural
- ▲ Industriel



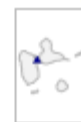
Ile-de-France



Guyane



Guadeloupe



Martinique



Réunion



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

# LES ÉPISODES DE POLLUTION OBSERVÉS EN 2011

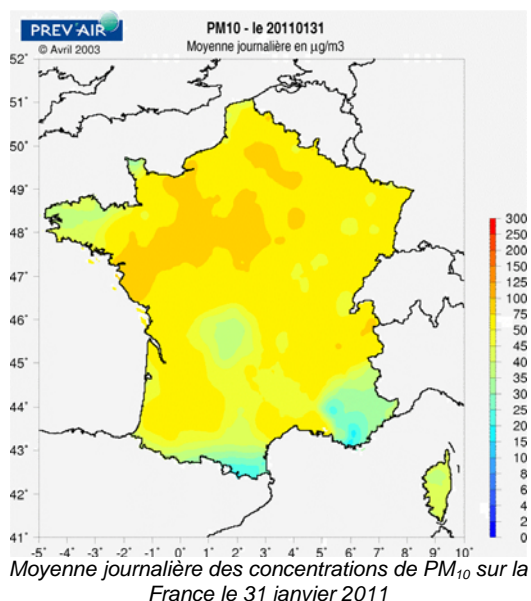
L'analyse météorologique de l'année 2011 est réalisée d'après Météo France : [www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com).

Si la qualité de l'air dépend des émissions de substances polluantes issues de diverses sources, elle est également largement dépendante des conditions météorologiques. Ainsi, un certain nombre de facteurs (température, ensoleillement, vitesse et direction du vent, pression atmosphérique) peuvent influencer le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

Les conditions météorologiques observées en 2011 ont ainsi contribué à plusieurs événements d'ampleur nationale au cours desquels les concentrations de plusieurs polluants ont atteint des niveaux excédant les seuils réglementaires.

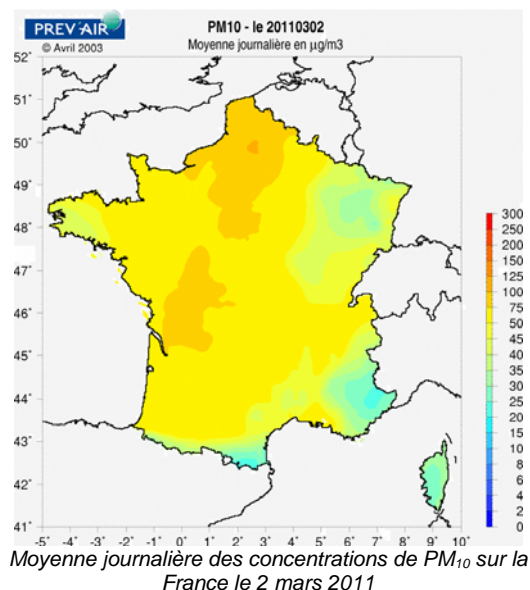
## Janvier-février 2011

Du fait de conditions de températures assez froides autour de 0°C voire négatives et à des vents faibles, un premier épisode de pollution aux particules a sévi sur la France à la fin du mois de janvier et au début du mois de février. Dans ce type de situation, les émissions de polluants issues du chauffage résidentiel sont importantes et s'accumulent dans une couche atmosphérique de faible épaisseur engendrant des concentrations élevées de particules. Les moyennes journalières dépassent le seuil d'information de 50 µg/m<sup>3</sup> sur une large étendue du territoire avec des valeurs plus importantes sur la partie Nord de la France.



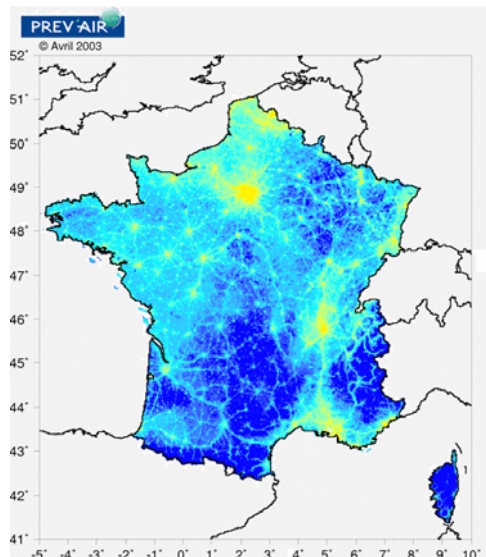
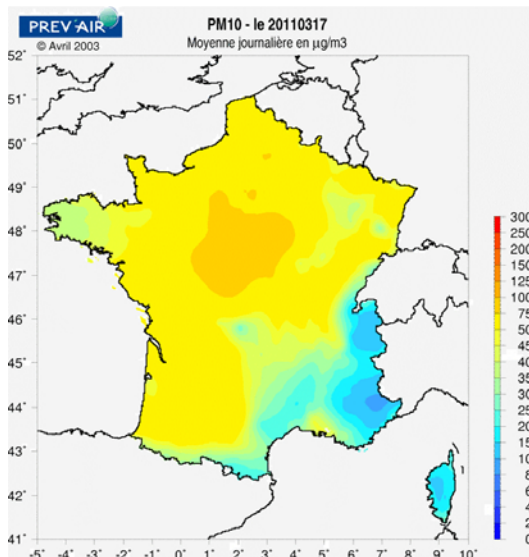
## Mars 2011

Au mois de mars, un premier épisode de pollution aux particules apparaît en début de mois, le 2 mars, avec des caractéristiques proches de l'épisode de fin janvier. La France se trouve sous l'influence d'anticyclones positionnés sur l'Est de l'Europe, amenant de l'air froid et des conditions relativement stables, propices à la dégradation de la qualité de l'air.



Un autre épisode d'ampleur nationale survient autour du 17 mars avec une forte contribution de composés volatils dans les aérosols, amorcé par des conditions météorologiques favorables, soit un ensoleillement important pendant plusieurs jours, des températures douces pour la saison et des vents relativement faibles. Une situation mise à profit par les agriculteurs pour épandre leurs engrais, qui avec ces conditions météorologiques, émettent dans l'atmosphère des quantités importantes d'ammoniac. Ces émissions contribuent à augmenter la part de nitrates d'ammonium dans les aérosols et accroissent les concentrations de particules dans l'air jusqu'à former des épisodes de pollution importants. En général, durant ce type de situation, les concentrations de PM<sub>10</sub> sont affectées par un apport transfrontalier et donc une contribution assez variable des pays voisins et notamment du Benelux et de l'Allemagne.

Concomitant avec cet épisode de PM<sub>10</sub>, un épisode de NO<sub>2</sub>, s'est développé autour du 24 mars, du fait de cette situation météorologique stable avec des vents assez faibles, propice à l'accumulation de polluants sur les zones émettrices.



Moyenne journalière des concentrations de PM<sub>10</sub> (le 17 mars) à gauche et de NO<sub>2</sub> (le 24 mars) à droite sur la France

## Été 2011

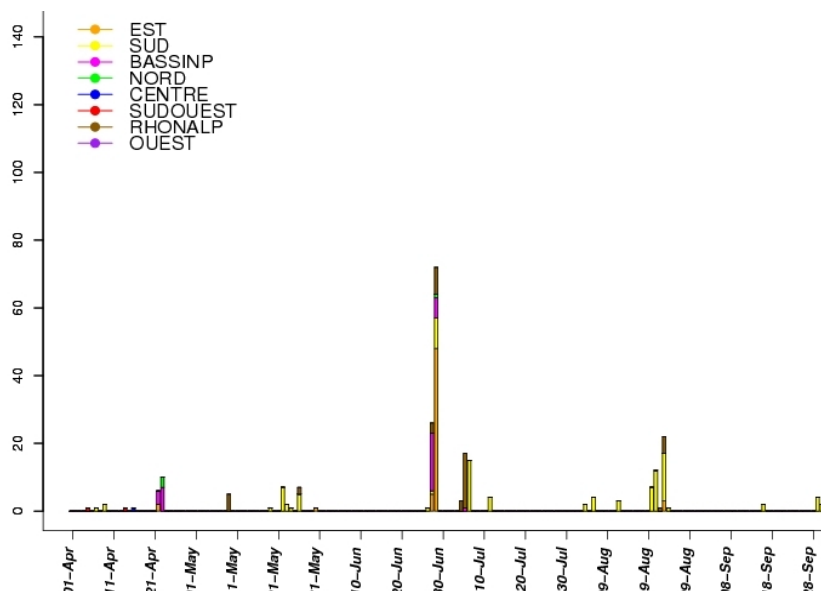
Avec des températures et un ensoleillement très contrastés sur la période de juin à août, l'été 2011 a été marqué par un seul événement de pollution photochimique d'ampleur nationale qui a sévi vers la fin du mois de juin, marqué par un bref épisode de fortes chaleurs. Avant cela, la douceur du printemps avait occasionné l'apparition isolée et de faible ampleur de fortes concentrations d'ozone, dépassant le seuil d'information au cours des mois d'avril et de mai.

Les principaux épisodes au cours desquels les concentrations en ozone ont atteint des niveaux excédant les seuils réglementaires, sont les suivants :

- Du 27 au 29 juin ;
- Du 5 au 7 juillet ;
- Du 19 au 22 août.

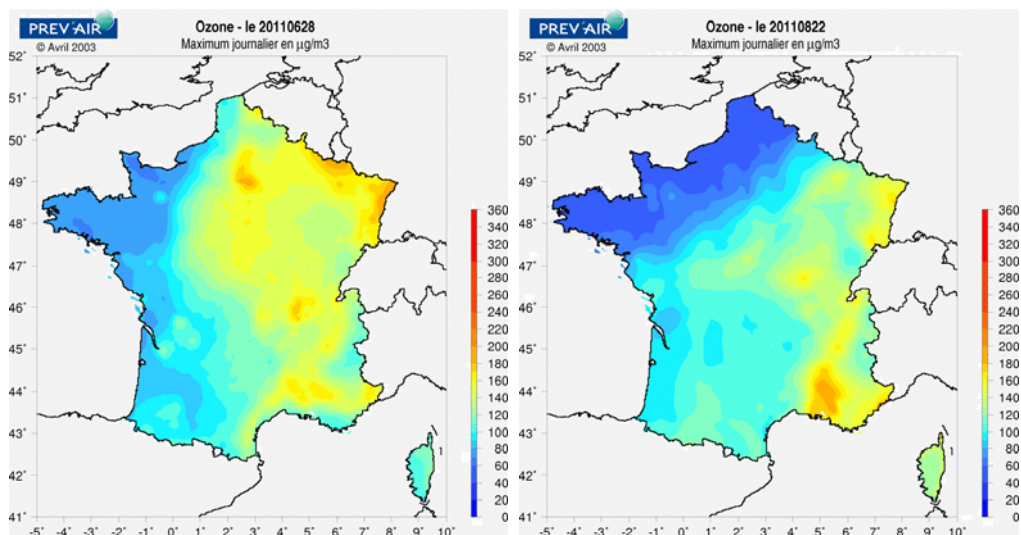
Ces périodes étaient caractérisées par la présence d'un anticyclone au-dessus de l'Europe avec un ensoleillement important. Des conditions qui engendrent une faible dispersion des masses d'air propice à l'accumulation de polluants dans l'atmosphère et favorisent la formation de l'ozone. La particularité de ces situations de 2011 aura été leurs faibles intensité et persistance, les épisodes sévissant tout au plus 3-4 jours et seule la journée du 28 juin a connu une ampleur nationale avec des dépassements du seuil d'information sur plusieurs régions en même temps.

Les deux journées extraites de ces périodes illustrent les régions traditionnellement les plus touchées par des pics de pollution à l'ozone, c'est-à-dire les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes, le Bassin Parisien, le Nord et l'Alsace.



Nombre de dépassement du seuil d'information d'ozone de 180 µg/m<sup>3</sup> au cours de l'été 2011

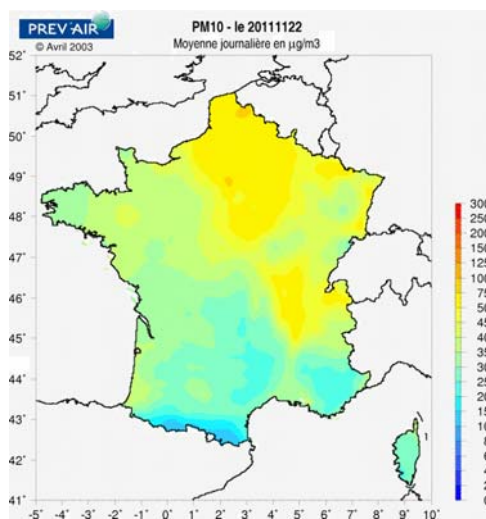




Maximums journaliers d'ozone en 2011 pour les journées du 28 juin à gauche et du 22 août à droite

## Novembre 2011

En fin d'année, autour du 22 novembre, un nouvel épisode de quelques jours apparaît résultant principalement des conditions météorologiques avec des vents faibles et une couche de mélange d'air de très faible épaisseur concentrant les polluants à proximité de la surface. Une part des concentrations obtenues sur le Nord de la France provient des émissions des pays limitrophes.



Moyenne journalière des concentrations de PM<sub>10</sub> sur la France le 22 novembre 2011

## ANNEXES

### A.1- INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Les graphiques et commentaires de la présente annexe sont extraits du rapport du CITEPA d'avril 2012 : « Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Séries sectorielles et analyses étendues ».

Le document intégral est disponible sur le site Internet du CITEPA à l'adresse suivante :

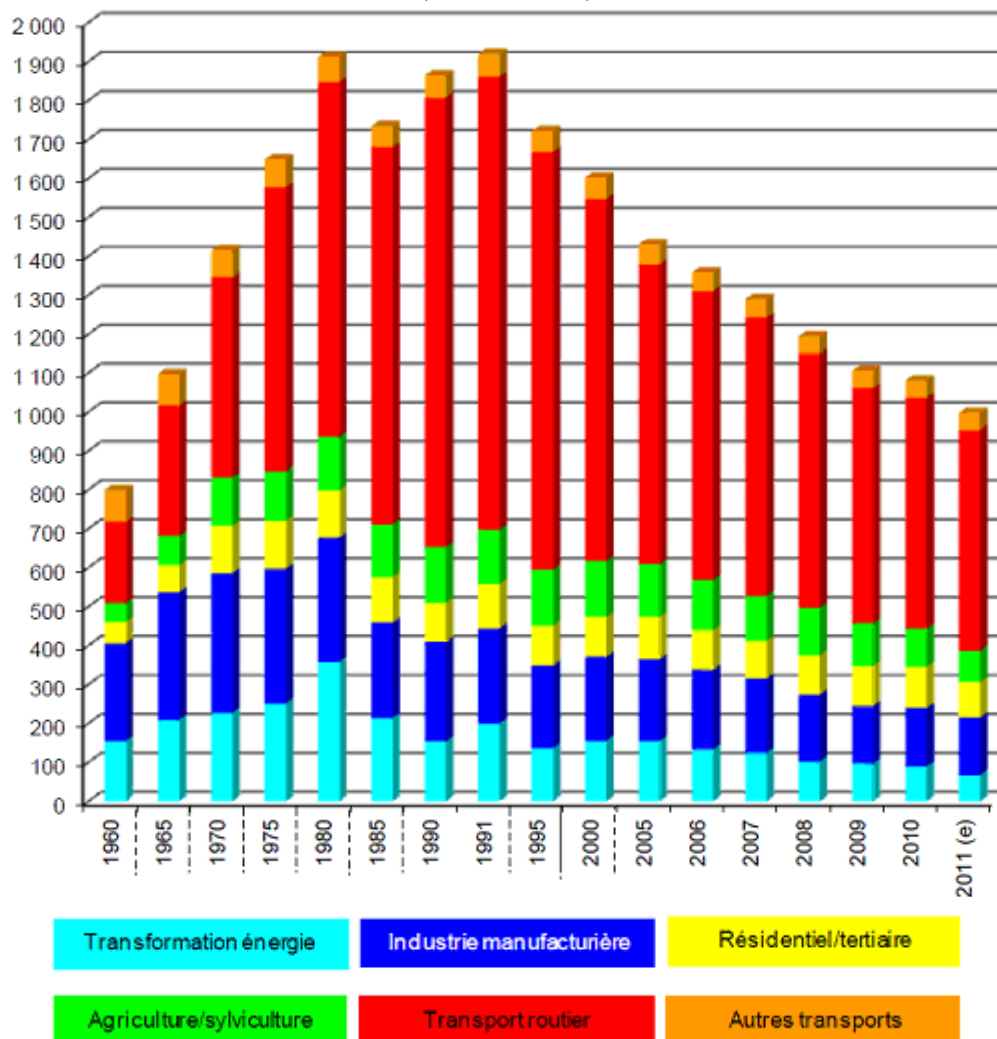
[www.citepa.org/publications/Inventaires.htm](http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm)

*Nota :*

- *Les émissions sont présentées par secteur et concernent la France métropolitaine.*
- *Les données pour l'année 2011 correspondent à des estimations préliminaires.*

# 1- OXYDES D'AZOTE

(en kilotonnes)



## Commentaire :

En 2010, les émissions de NOx représentent 1 080 kt, soit une réduction d'environ 2% par rapport à 2009 (-26 kt). Depuis 1960, le niveau d'émission le plus élevé a été observé en 1991 (1 919 kt).

Le transport routier est le 1er secteur émetteur de NOx (55% des émissions de la Métropole en 2010). Depuis 1993, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques.

En 2ème position, l'industrie manufacturière totalise 14% des émissions en 2010, principalement du fait des sous-secteurs de la chimie et des minéraux non-métalliques et matériaux de construction. Ces émissions ont baissé de 41% depuis 1990 (-104 kt).

Le secteur résidentiel/tertiaire se place en 3ème position avec 10% des émissions en 2010. Ces émissions sont directement liées aux consommations d'énergie (principalement équipements fonctionnant au gaz naturel, au fioul domestique et au bois).

Ensuite, les émissions de l'agriculture/sylviculture (9% des émissions en 2010) sont induites par la combustion de produits pétroliers. Ces émissions ont baissé de 32% depuis 1990 (-46 kt) grâce au renouvellement du parc des tracteurs et des autres engins. Les émissions de NOx provenant des sols agricoles suite à l'utilisation de fertilisants azotés (196 kt en 2010) sont comptabilisées

hors total national conformément au périmètre des plafonds nationaux (Göteborg et directive NEC).

Entre 1960 et 1980, la transformation d'énergie a connu ses plus fortes émissions pour atteindre un pic

(358 kt) en 1980. La production d'électricité est le principal contributeur suite à la hausse de la demande (confort, développement du matériel électroménager dans les foyers, etc.). Depuis 1990, les émissions sont globalement orientées à la baisse (-42% entre 1990 et 2010 et -8% entre 2009 et 2010). En 2010, ce secteur représente 8% des émissions nationales.

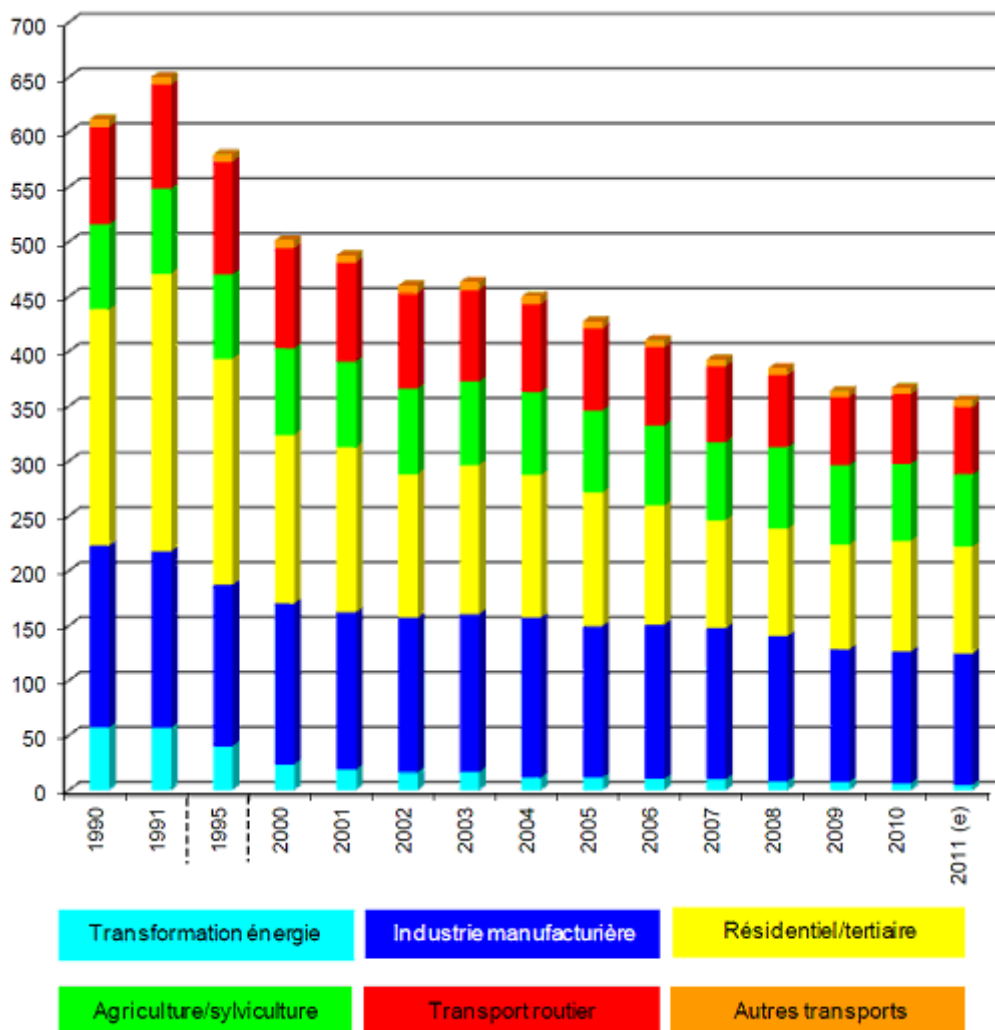
Dans l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie, la réduction des émissions s'explique par les progrès réalisés par les industriels depuis 1980 : meilleure performance des installations industrielles, mise en place du programme électronucléaire, renouvellement du parc des engins mobiles non routiers de l'industrie et particulièrement du BTP (14% des émissions de l'industrie manufacturière sont imputables au BTP dont 95% proviennent des EMNR (-43% de NOx (-15 kt) entre 1990 et 2010 pour ces derniers)) et mise en place de systèmes de traitement dans certaines centrales thermiques suite à la mise en oeuvre de la directive sur les Grandes Installations de Combustion (nouvelles VLE à respecter à partir de 2008).

L'objectif 2010 de 810 kt fixé par la directive plafonds d'émissions nationaux n'a pas été respecté (émissions supérieures à 33% du plafond).

## 2- PARTICULES

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

(en kilotonnes)



#### Commentaire :

Le niveau d'émission de particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM<sub>10</sub>) en France métropolitaine pour l'année 2010 s'élève à 367 kt.

Tous les secteurs contribuent aux émissions de ce polluant, soit par ordre de prédominance en 2010 :

- l'industrie manufacturière (33%), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction (45,2% du secteur),
- le résidentiel/tertiaire (27%), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul,
- l'agriculture/sylviculture (19%),
- le transport routier (17%),
- la transformation d'énergie (2%),
- les autres transports (hors transport routier) (2%).

La répartition varie légèrement en fonction de l'année considérée. En 1990, c'est le secteur du résidentiel/ tertiaire qui est prédominant avec 35% des émissions.

Les émissions nationales sont en baisse de 40% entre 1990 et 2010 (soit une réduction de 245 kt), malgré l'année 1991 qui constitue un niveau exceptionnellement haut (maximum observé sur la période d'étude du fait, en particulier, d'une forte consommation de bois dans le secteur résidentiel/tertiaire).

La baisse des émissions sur la période 1990-2010 est observée dans tous les secteurs. Elle est engendrée, d'une part, par l'amélioration des performances des techniques de dépoussiérage, notamment dans les installations de sidérurgie et, d'autre part, par les effets de structure, notamment l'amélioration des technologies pour la combustion de la biomasse. Enfin, l'arrêt de l'exploitation des mines à ciel ouvert en 2002 et des mines souterraines en 2004 contribue aussi à la diminution des émissions.

La hausse des émissions observée entre 2009 et 2010 s'explique principalement par l'augmentation des consommations de bois dans le secteur résidentiel/ tertiaire.

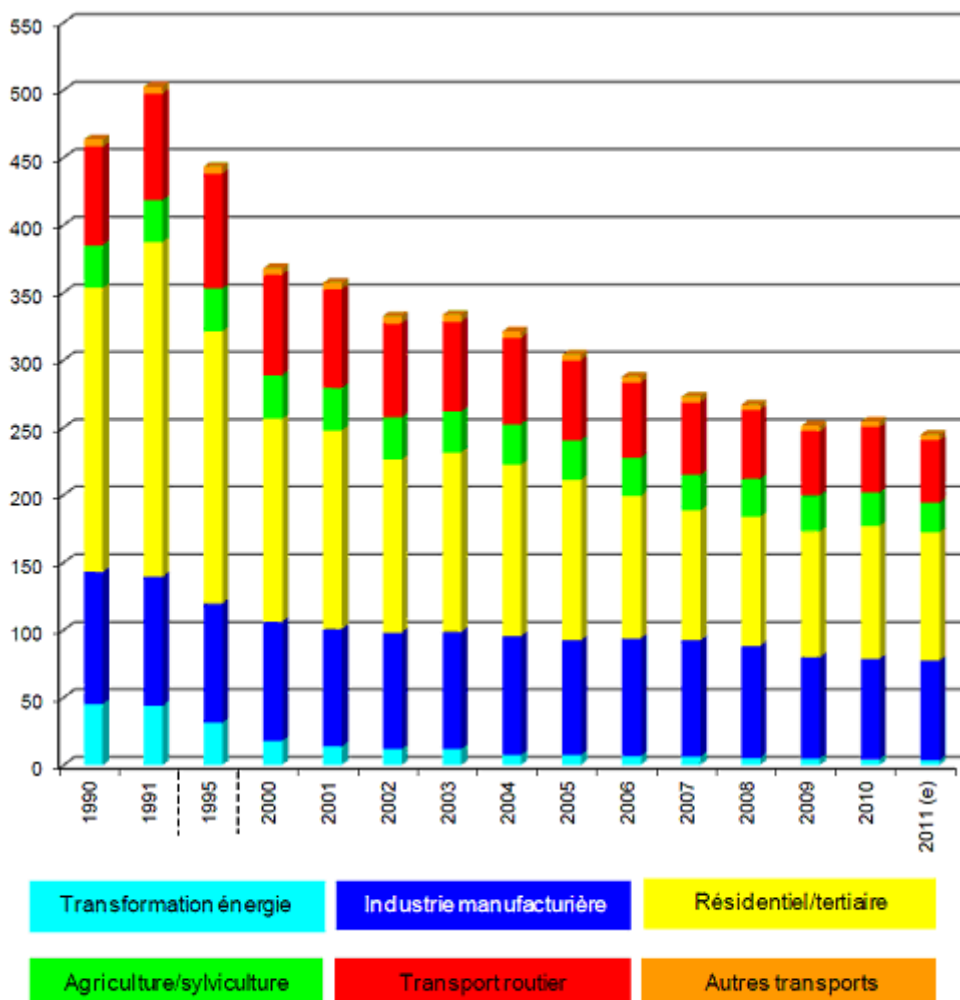
La baisse des émissions estimée pour 2011 s'explique par plusieurs facteurs :

- le climat très doux de l'année 2011 a entraîné la baisse des consommations d'énergie dans les secteurs du résidentiel/tertiaire et de la transformation d'énergie,
- le renouvellement du parc d'appareils domestiques bois,
- une baisse des consommations des EMNR de l'agriculture,
- le renouvellement du parc routier.

## 2- PARTICULES (suite)

PM<sub>2,5</sub>

(en kilotonnes)



### Commentaire :

En 2010, les émissions de particules de diamètre inférieur à 2,5 microns (PM<sub>2,5</sub>) représentent 255 kt. Les émissions sont induites par tous les secteurs qui sont par ordre d'importance en 2010 :

- le résidentiel/tertiaire avec 39% des émissions totales de la France métropolitaine,
- l'industrie manufacturière 29%,
- le transport routier 19%,
- le secteur de l'agriculture/sylviculture 10%,
- la transformation d'énergie 2%,
- les autres transports (hors routier) 1%.

Cette répartition a relativement peu évolué entre 1990 et 2010, le secteur résidentiel/tertiaire reste le premier secteur émetteur de PM<sub>2,5</sub>.

Au sein de ces différents secteurs, les émissions proviennent, d'une part, de la combustion du bois majoritairement domestique (65% des émissions de PM<sub>2,5</sub> de la combustion) ainsi que, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul et, d'autre part, de l'exploitation des carrières, des chantiers et BTP et enfin des labours.

Entre 1990 et 2010, les émissions ont baissé de 45% (soit une réduction de 209 kt), malgré l'année 1991, particulièrement froide, qui constitue une année exceptionnellement élevée (maximum observé sur la période étudiée) du fait, en particulier, d'une forte consommation de bois dans le secteur résidentiel/ tertiaire.

MEDDE - Bilan de la qualité de l'air en France en 2011

Sur la période étudiée, une baisse plus ou moins importante est observée dans tous les secteurs. Cette baisse a plusieurs origines dont l'amélioration des performances des techniques de dépolluage dans de nombreux secteurs de l'industrie manufacturière (sidérurgie, verrerie, etc.), l'amélioration des technologies pour la combustion de la biomasse (impact dans le secteur résidentiel/tertiaire) et l'arrêt de l'exploitation des mines à ciel ouvert en 2002 et des mines souterraines en 2004 (impact dans le secteur de la transformation d'énergie).

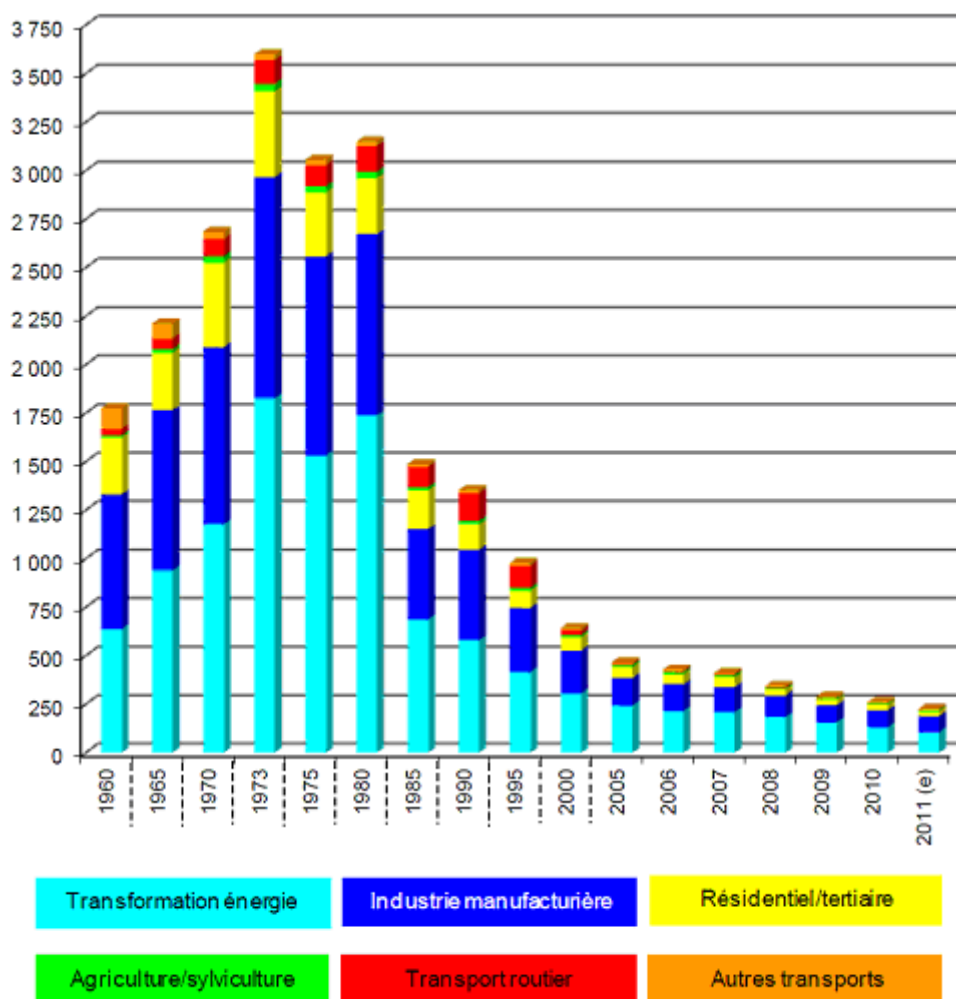
La hausse des émissions observée entre 2009 et 2010 s'explique principalement par l'augmentation des consommations de bois dans le secteur résidentiel/ tertiaire.

La baisse des émissions estimée pour 2011 s'explique par plusieurs facteurs :

- le climat très doux de l'année 2011 a entraîné la baisse des consommations d'énergie dans les secteurs du résidentiel/tertiaire et de la transformation d'énergie,
- le renouvellement du parc d'appareils domestiques bois,
- une baisse des consommations des EMNR de l'agriculture,
- le renouvellement du parc routier.

### 3- DIOXYDE DE SOUFRE

(en kilotonnes)



#### Commentaire :

Le niveau d'émission de SO<sub>2</sub> relatif à l'année 2010 (262 kt) est le plus bas jamais atteint depuis 1960 (baisse de 85% entre 1960 et 2010).

Le 1er secteur contributeur aux émissions de SO<sub>2</sub> est la transformation d'énergie avec 51% des émissions de la France métropolitaine en 2010, principalement du fait du raffinage de pétrole et de la production d'électricité. Les autres secteurs émetteurs sont par ordre d'importance : l'industrie manufacturière (33%), le résidentiel/tertiaire (11%), les autres transports hors routier (3%) et l'agriculture/sylviculture (2%). Les émissions induites par le trafic routier sont négligeables.

Depuis 1990, les émissions ont baissé de 81% (-1 092 kt) et de 92% depuis 1980 (-2 888 kt). Sur l'ensemble de la période, tous les secteurs ont vu leurs émissions diminuer. Cette forte baisse s'explique par :

- la baisse des consommations d'énergie fossile du fait de la mise en oeuvre du programme électronucléaire,
- la mise en place d'actions d'économie d'énergie,
- les dispositions réglementaires environnementales mises en oeuvre, comme par exemple la baisse de la teneur en soufre du fioul domestique au 1er janvier 2008 (Directive 99/32/CE du 26 avril 1999), de l'essence et du diesel destinés au transport routier au 1er janvier 2009 (directive 2009/30/CE) et la mise en conformité des Grandes Installations de Combustion (GIC) obligatoire en 2008

(notamment le secteur de la production d'électricité),

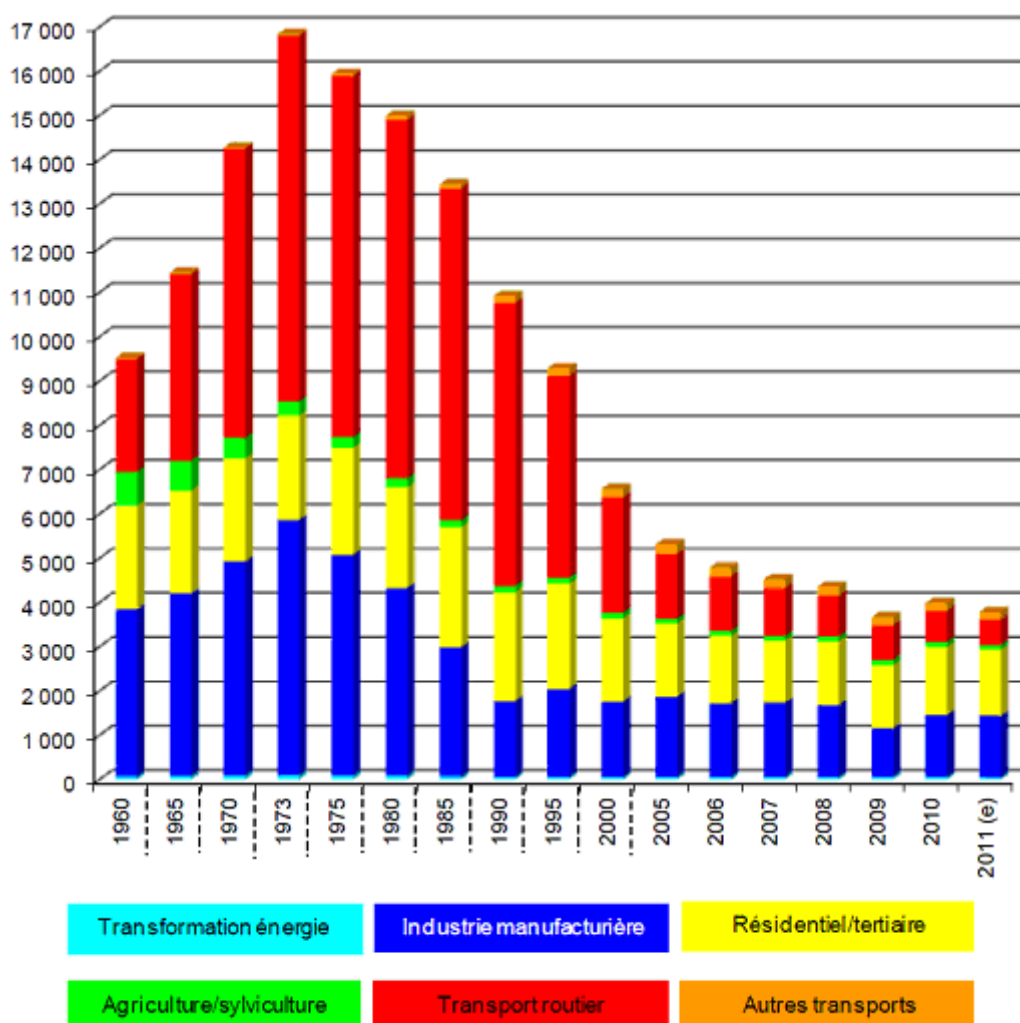
- les progrès réalisés par les exploitants industriels en faveur de l'usage de combustibles moins soufrés et l'amélioration du rendement énergétique des installations.

Dans cette tendance générale à la baisse des émissions, certaines années constituent des épiphénomènes liés à la conjoncture climatique (années plus froides) et/ou technique (moins disponibilité du nucléaire (1991) ou forte vague de froid nécessitant de recourir davantage aux énergies fossiles (1998)). A l'inverse, des circonstances événementielles particulières telles qu'une douceur exceptionnelle du climat (2011) ou encore la crise économique depuis 2008 accentuent la baisse des émissions observées. Ceci montre la sensibilité des émissions aux aléas climatiques et économiques notamment pour le secteur de la transformation d'énergie et du résidentiel/ tertiaire.

Ainsi dès 2008 l'objectif assez contraignant de la directive plafonds d'émissions nationaux, fixé à 375 kt pour 2010, a été respecté. La tendance de fond, orientée à la baisse, devrait continuer à se poursuivre au cours des prochaines années grâce à la mise en oeuvre de réglementations visant à réduire les valeurs limites d'émission des GIC notamment, à l'entrée en vigueur de la Directive 2009/30/CE au 1er janvier 2011 relative à la baisse de la teneur en soufre du gazole destiné aux engins non routiers et à l'établissement d'un nouveau plafond national d'émission de SO<sub>2</sub> pour 2020.

## 4- MONOXYDE DE CARBONE

(en kilotonnes)



### Commentaire :

Les émissions totales de CO en France métropolitaine estimées à 3 985 kt en 2010 se répartissent de la manière suivante :

- 39% pour le résidentiel/tertiaire,
- 35% pour l'industrie manufacturière,
- 17% pour le transport routier,
- 5% pour les autres transports,
- 3% pour l'agriculture/sylviculture,
- 1% pour la transformation d'énergie.

Selon les décennies, cette répartition fluctue de façon plus ou moins importante. Par exemple, en 1990, le transport routier était le premier secteur émetteur de CO avec 59% des émissions totales alors qu'en 1960, la première place revient à l'industrie manufacturière (40%).

Après avoir connu une forte augmentation de 1960 à 1973 inclus (+7 312 kt soit + 77% environ), les émissions sont globalement en baisse depuis (-12 759 kt entre 1974 et 2010, soit une réduction de 76%). Ces fluctuations s'expliquent, d'une part, par les fortes variations de production dans le secteur sidérurgique (fonte, acier, aggloméré) associées à la baisse progressive du facteur

d'émission pour ces mêmes activités et, d'autre part, par les normes environnementales imposées sur les véhicules routiers au début des années 1970 puis la mise en place de pots catalytiques à compter de 1993 pour les véhicules essence et 1997 pour les véhicules diesel.

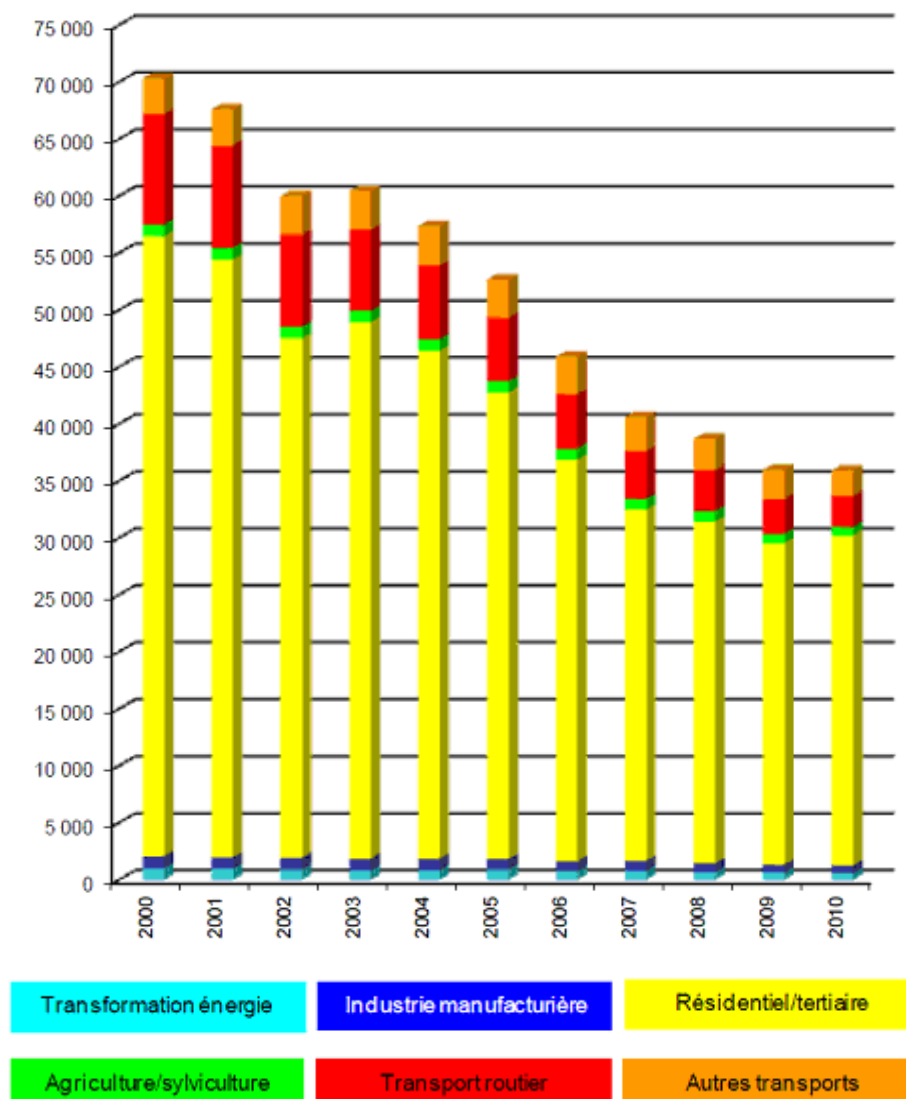
Toutefois, une légère remontée des émissions est observée en 2004 liée en grande partie à une forte quantité de gaz de haut fourneau dont la part non valorisée est plus importante que les autres années.

Le niveau d'émission de 2010 est plus élevé que celui de 2009 (319 kt soit +8,7%) notamment du fait de la reprise de l'activité sidérurgique, d'une part, et d'une augmentation de la consommation de bois dans le résidentiel, d'autre part.

Sur l'ensemble de la période, la plupart des secteurs d'activité connaissent une baisse importante de leurs émissions, sauf celui de la transformation d'énergie qui reste relativement stable, du fait des fluctuations dans le domaine du raffinage du pétrole et en particulier l'étape de régénération des fours de craquage catalytique.

## 5- BENZÈNE

(en tonnes)



### Commentaire :

Le benzène est un composé cancérigène classé comme mention de danger H350 (anciennement phrase de risque R45). En 2010, les émissions de benzène s'élevaient selon les dernières estimations effectuées à 35,9 kt, soit 4,2% des émissions totales de COVNM en France métropolitaine. Le principal secteur émetteur de benzène est le résidentiel/tertiaire (80,7%) en particulier du fait de la combustion du bois, suivi du transport routier avec 7,5%.

La part du benzène dans les émissions de COVNM propre à chaque secteur est variable. Ainsi, en 2010, cette part atteint 8,7% pour le résidentiel/tertiaire, 2,4% pour le transport routier, 5% pour les autres transports et 1,3% pour la transformation d'énergie.

En France métropolitaine, les émissions de benzène ont baissé de 49% entre 2000 et 2010 (-34,4 kt). Cette baisse est plus marquée dans le secteur du transport routier (-7 kt, soit -72%). En fait, au cours des dernières années, l'évolution des émissions de benzène suit celle des COVNM. Ainsi, la tendance à la baisse observée pour les COVNM se répercute sur le benzène.

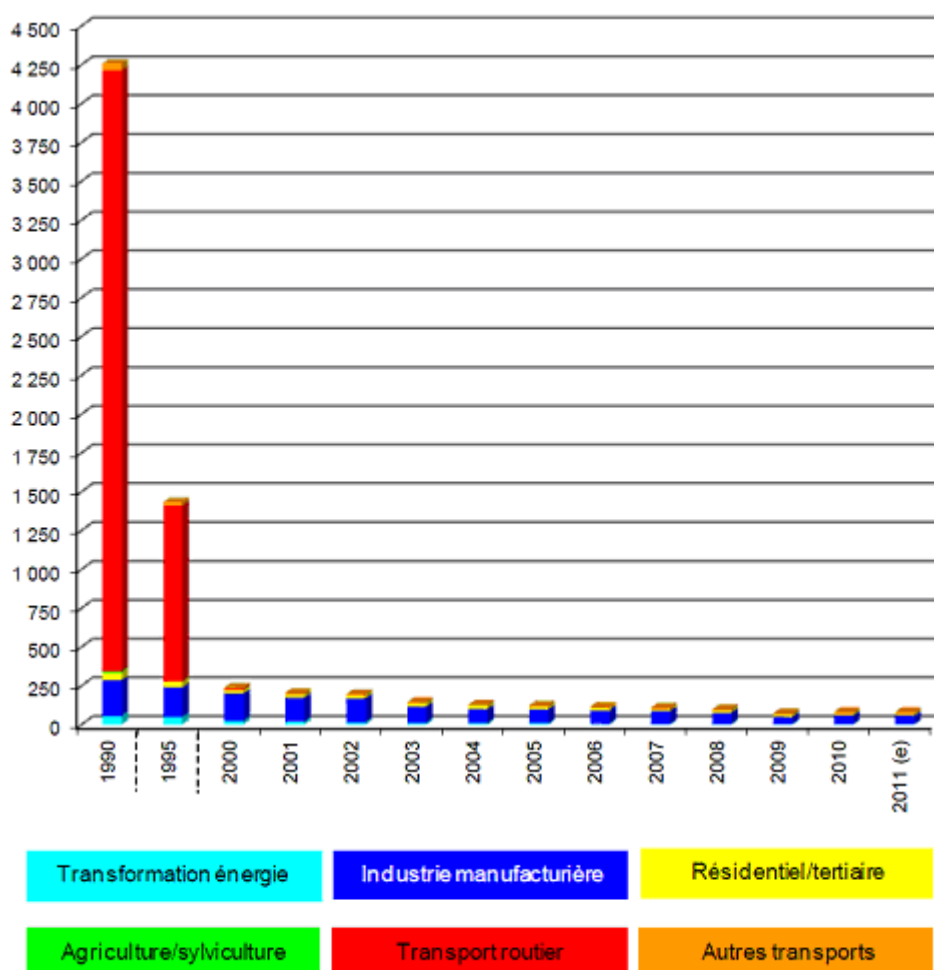
La nature des combustibles et des équipements utilisés ont un impact sur les émissions de benzène. Ainsi, les émissions globales de benzène dépendent donc aussi de la structure énergétique, variable d'une année à l'autre.



## 6- MÉTAUX

### Plomb

(en tonnes)



#### Commentaire :

Les émissions de plomb sont en très forte baisse depuis 1990. Elles sont passées de 4 258 t en 1990 à 83 t en 2010 (-98% sur cette période, soit -4 175 t).

Les principaux secteurs émetteurs dépendent de l'année considérée :

- de 1990 à 1999, le transport routier était prédominant : 91% des émissions totales de la France métropolitaine en 1990 contre 68% en 1999,
- à partir de 1999, la contribution du transport routier devient très faible (4% en 2000 du fait des traces susceptibles de subsister dans les cuves lors du passage du carburant plombé au sans plomb, puis environ 2% par la suite du fait de la consommation d'une partie de l'huile dans les moteurs).

Le premier secteur désormais émetteur en 2010 est l'industrie manufacturière avec 68% des émissions totales, en particulier du fait principalement de la métallurgie des métaux ferreux (71% des émissions du secteur). La baisse observée entre 1990 et 2010 de ce secteur est principalement liée, d'une part, à la fermeture d'un important site de production de métaux non ferreux en 2003 et, d'autre part, à la mise en place de dépoussiéreurs sur de nombreuses installations industrielles. En effet, la forte baisse des émissions de ce secteur entre 2008 et 2009 (-35%, soit une réduction de 26 t) est due à la mise en place en 2009 de nombreux équipements de réduction des particules sur des fours verriers (verre creux en particulier).

Le deuxième secteur émetteur en 2010 est le résidentiel/tertiaire (18% des émissions de la France métropolitaine). Les émissions sont imputables en grande partie à la consommation de bois dans le résidentiel. La baisse des émissions de ce secteur entre 1990 et 2010 (-70%, soit -34 t) s'explique par l'amélioration des performances des équipements individuels de combustion du bois.

Les émissions du secteur des transports hors transport routier, placé en 3ème position en 2010 avec 7% des émissions nationales, proviennent presque exclusivement de l'essence aviation et la baisse observée dans ce secteur s'explique par la réduction de la consommation de ce carburant.

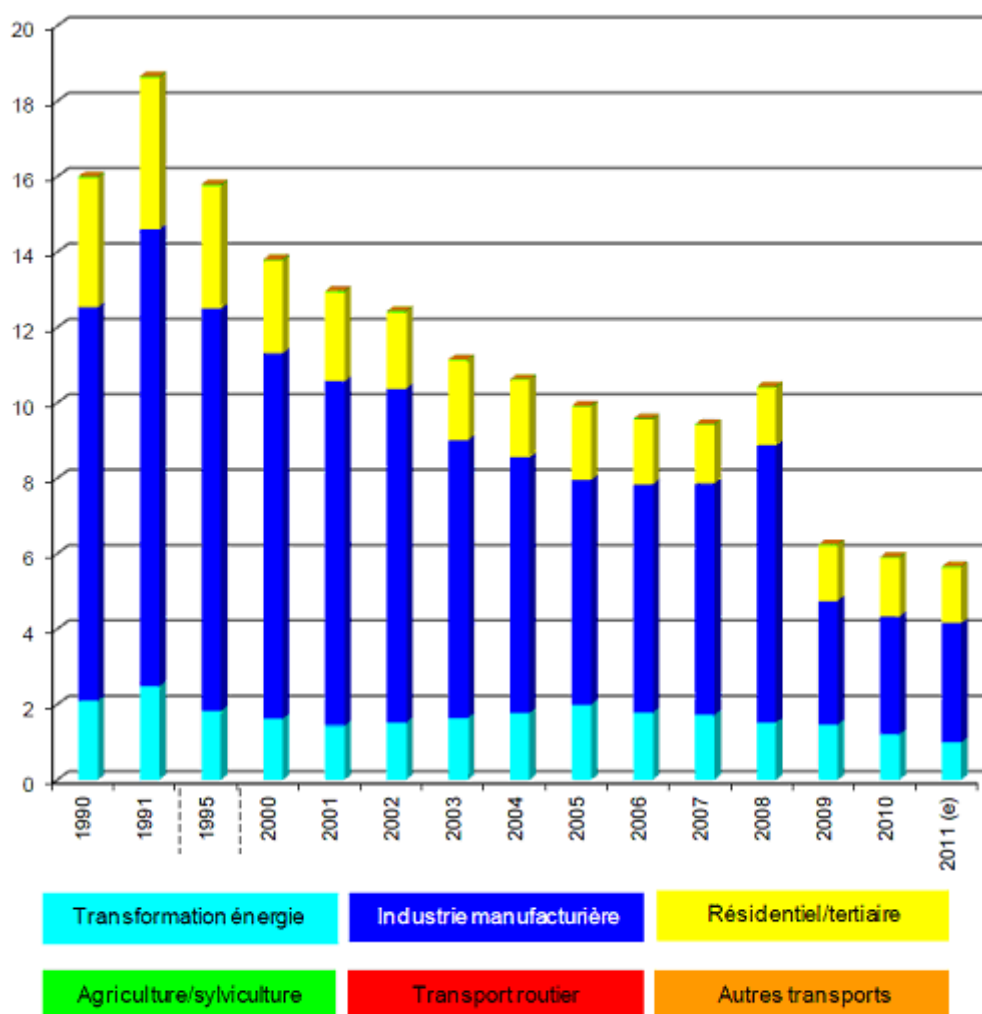
La transformation d'énergie représente 5% des émissions nationales. Ces émissions proviennent en 2010 de deux sources principalement : la consommation de charbon par les centrales thermiques et les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) avec récupération d'énergie. La forte baisse observée entre 1990 et 2010 (-93%, soit -52 t) est liée à la mise en conformité progressive des UIOM avec les arrêtés du 25 janvier 1991 et du 20 septembre 2002.

Concernant le transport routier, la réduction des émissions de ce secteur s'explique par l'introduction de carburants sans plomb et l'interdiction de l'essence plombée au 1er janvier 2000, actions liées à la mise en place de pots catalytiques. Le secteur de l'agriculture/sylviculture ne représente que 0,2% des émissions nationales en 2010.

## 6- MÉTAUX (suite)

### Arsenic

(en tonnes)



#### Commentaire :

En 2010, les émissions d'arsenic s'élevaient à 5,9 t pour la France métropolitaine.

Parmi les différents secteurs, cinq contribuent aux émissions d'arsenic dont trois majoritairement qui sont par ordre d'importance en 2010 :

- l'industrie manufacturière (53% des émissions totales) dont le principal sous-secteur est celui des minéraux non-métalliques et matériaux de construction (42% des émissions de ce secteur),
- le résidentiel/tertiaire (26%),
- la transformation d'énergie (21%),
- l'agriculture/sylviculture et les transports hors routier marginalement (moins de 1%).

Les émissions de ce polluant dans l'atmosphère proviennent, d'une part, de la présence de traces de ce métal dans les combustibles minéraux solides ainsi que dans le fioul lourd et, d'autre part, de la présence de ce composé dans certaines matières premières utilisées par exemple dans la production de certains verres, de métaux ferreux ou non ferreux.

Entre 1990 et 2010, les émissions ont baissé de 10 t, soit une réduction de 63%. Cette baisse s'observe sur l'ensemble des secteurs concernés (-70% pour le secteur de l'industrie

manufacturière, -53% pour le secteur résidentiel/tertiaire et -42% pour le secteur de la transformation d'énergie). Le pic des émissions a été observé en 1991.

Dans le secteur de l'industrie manufacturière, la forte baisse des émissions entre 1990 et 2010 est liée principalement à la mise en place dans les aciéries électriques de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux. L'augmentation de 21% des émissions du secteur entre 2007 et 2008 résulte d'un dysfonctionnement en 2008 des épurateurs d'un site du secteur du verre (verre creux). Ce dysfonctionnement impacte directement le total national (+10,5% entre 2007 et 2008). Les années 2009 et 2010 sont particulièrement basses en termes d'émission suite à l'installation, sur de nombreux fours de production de verre creux, d'électrofiltres.

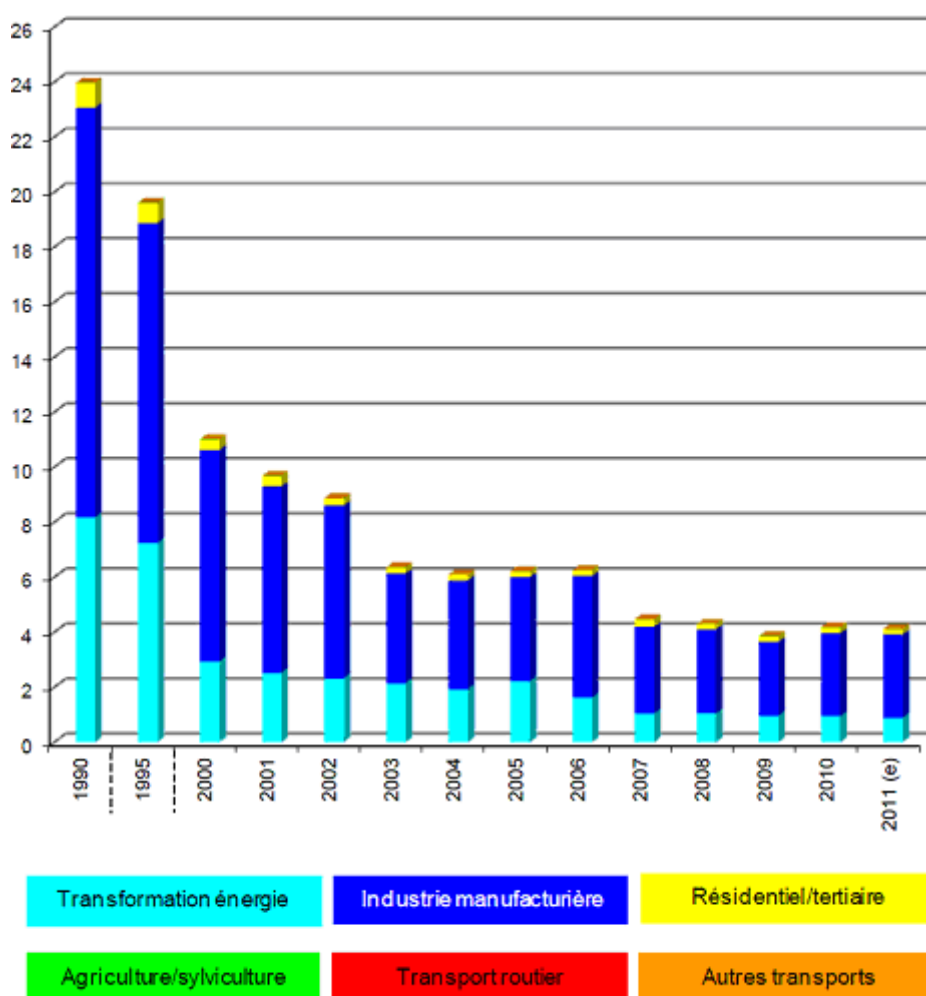
Dans le secteur du résidentiel/tertiaire, la forte diminution des émissions est induite par la baisse de la consommation de combustibles minéraux solides depuis 1990 dans le secteur résidentiel.

Les émissions du secteur de la transformation d'énergie ont diminué sur la période 1990-2010 suite à la fermeture de certaines centrales thermiques.

## 6- MÉTAUX (suite)

### Mercure

(en tonnes)



#### Commentaire :

En 2010, les émissions de mercure s'élevaient à 4,2 t.

Tous les secteurs sauf le transport routier contribuent aux émissions de mercure dans des proportions variables. Deux secteurs contribuent majoritairement à ces émissions : l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie avec respectivement 72% et 23% des émissions en France métropolitaine pour l'année 2010. Le secteur résidentiel/tertiaire représente 5% des émissions de la France métropolitaine en 2010 et le secteur de l'agriculture/sylviculture 0,1%.

Cette répartition a peu évolué au cours de la période 1990-2010.

Dans le secteur de l'industrie manufacturière, les principales sources d'émission sont en 2010 :

- la chimie (30% des émissions du secteur), en particulier la production de chlore (54% des émissions de la chimie),
- la métallurgie des métaux ferreux (23%), en particulier l'agglomération de minerai,
- les minéraux non métalliques et matériaux de construction (20%), en particulier les cimenteries (43% des émissions des minéraux non métalliques et matériaux de construction),
- le traitement des déchets (20% des émissions du secteur), en particulier la crémation.

Dans le secteur de la transformation d'énergie, les émissions proviennent majoritairement du sous secteur des autres transformations d'énergie (60% en 2010), et plus particulièrement de l'incinération des ordures ménagères avec récupération d'énergie. Sur la période 1990-2010, les émissions de ce sous secteur ont cependant baissé de 88% (-7,2 t) du fait notamment de la mise en conformité progressive des usines d'incinération d'ordures ménagères avec les arrêtés du 25 janvier 1991 et du 20 septembre 2002.

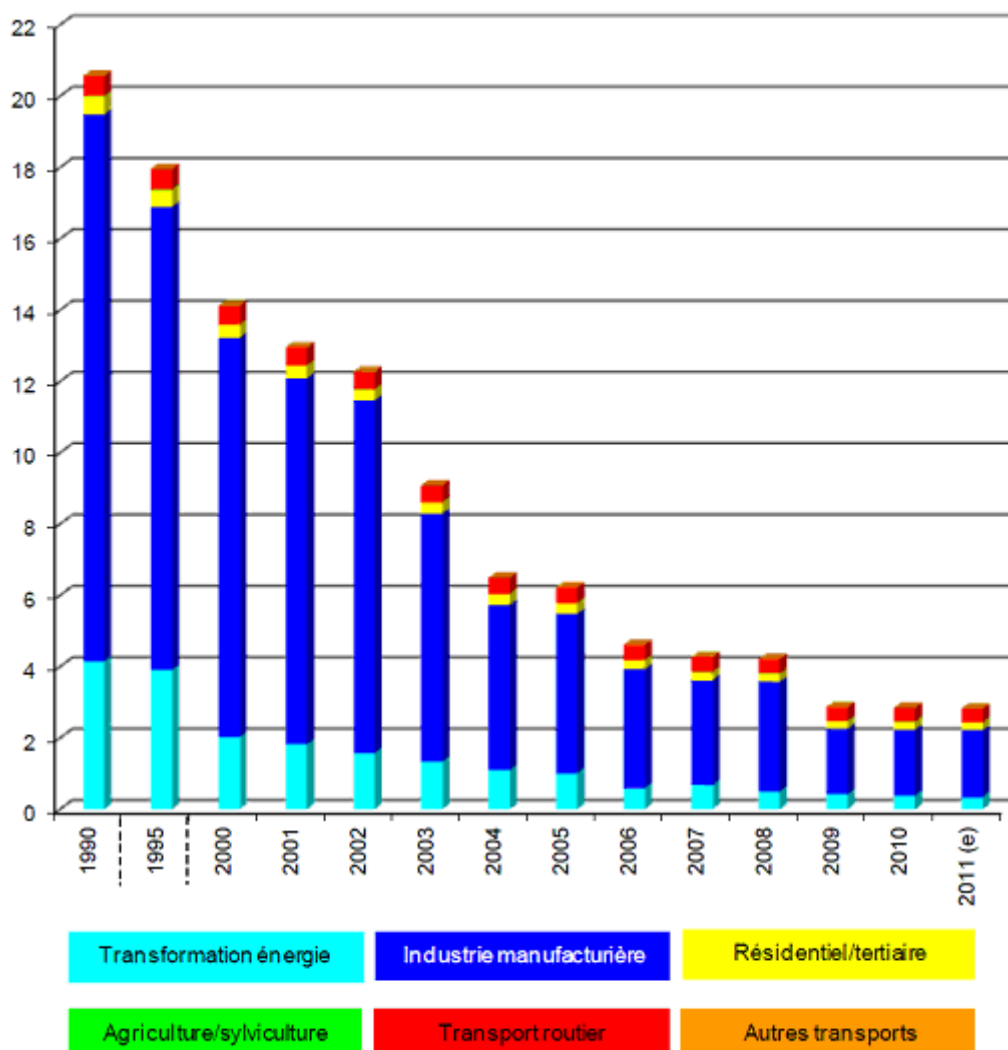
Sur la période 1990-2010, les émissions de la France métropolitaine sont en baisse constante (-82,5%, soit -19,8 t). Cette baisse s'explique en grande partie par l'amélioration des performances de l'incinération des déchets mais aussi du fait de la limitation ou de l'interdiction de l'emploi de ce métal dans les piles et les thermomètres médicaux, du tri sélectif et enfin par de meilleures optimisations des procédés de la production de chlore.

Dans les prochaines années, l'utilisation des électrolyses à cathode de mercure devrait être interdite au plus tard en 2019 et les industriels concernés devront faire évoluer leur procédé en conséquence. La réduction des substances toxiques est une priorité du Plan national santé environnement (PNSE 2) prévu par le Grenelle de l'Environnement (cf. section "La France et l'international – 1.2.5 Lois Grenelle environnement et PNSE 2").

## 6- MÉTAUX (suite)

### Cadmium

(en tonnes)



#### Commentaire :

En 2010, les émissions de cadmium représentent 2,9 t, soit une baisse de 86% par rapport au niveau de 1990 (-17,7 t).

Parmi les différents secteurs, cinq (dont un très majoritairement) contribuent aux émissions de cadmium qui sont par ordre d'importance en 2010 :

- l'industrie manufacturière (65% des émissions totales),
- la transformation d'énergie et le transport routier (13,5% chacun),
- le résidentiel/tertiaire (8%),
- l'agriculture/sylviculture et les transports hors routier sont marginaux avec moins de 0,5%.

Cette répartition a peu évolué au cours de la période 1990-2010, le secteur de l'industrie manufacturière étant toujours largement prédominant.

Les principales sources d'émission de cadmium en 2010 sont :

- la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd mais également de la biomasse,
- l'incinération (ordures ménagères avec récupération d'énergie et incinération des boues),

- la sidérurgie,
- la métallurgie des métaux non ferreux,
- la production de céramique,
- la combustion d'une partie des huiles moteur pour le secteur routier.

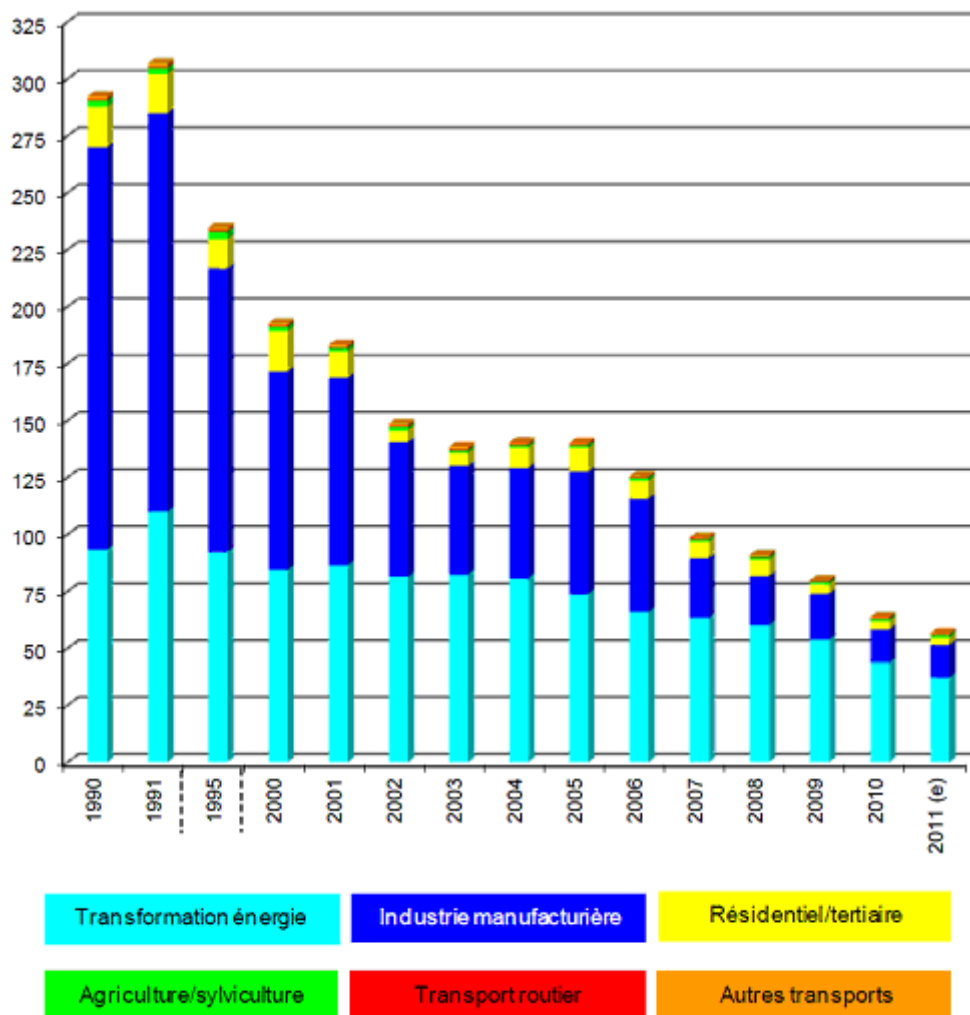
La forte baisse des émissions sur la période 1990- 2010 s'observe pour l'ensemble des secteurs. Elle s'explique par les progrès réalisés dans les secteurs industriels, en particulier dans les secteurs de la sidérurgie, de la métallurgie des métaux non ferreux et dans le traitement des fumées des usines d'incinération.

Entre 2008 et 2009, le secteur de l'industrie manufacturière a connu une forte réduction de ses émissions (-42%, soit une baisse de 1,3 t) du fait principalement, d'une part, d'une meilleure gestion du minerai de fer (contient moins de métaux lourds) pour fabriquer l'aggloméré dans le procédé sidérurgique et, d'autre part, de la mise en place de dépoussiéreurs en 2009 sur plusieurs fours du secteur verrier (verre creux).

## 6- MÉTAUX (suite)

### Nickel

(en tonnes)



#### Commentaire :

Le niveau d'émission relatif à l'année 2010 est de 64 t. Ce niveau est le plus bas observé sur l'ensemble de la période (1990-2010). Il est, depuis 1991, en diminution permanente (-79%, soit -243 t).

Parmi les différents secteurs, deux contribuent majoritairement aux émissions de nickel en 2010 :

- la transformation d'énergie avec 69% des émissions totales de la France métropolitaine. Ces émissions sont liées en grande majorité au raffinage de pétrole (64% des émissions de ce secteur).
- l'industrie manufacturière avec 22% des émissions totales. Ces émissions sont induites principalement par la consommation de fioul lourd dans les différentes branches d'activité ainsi que par les installations sidérurgiques (agglomération de minerai et aciérie électrique).

En 1990, ce classement était inversé puisque les émissions de l'industrie manufacturière étaient prédominantes (60% des émissions nationales) sur la transformation d'énergie (32%).

Les autres secteurs ont des contributions beaucoup plus faibles :

- le résidentiel/tertiaire avec 5% des émissions totales en 2010,
- l'agriculture/sylviculture (2%),

- les autres transports (hors routier) (1%),
- le transport routier (0,6%).

La principale cause d'émission de nickel est la présence de ce métal à l'état de traces dans le fioul lourd.

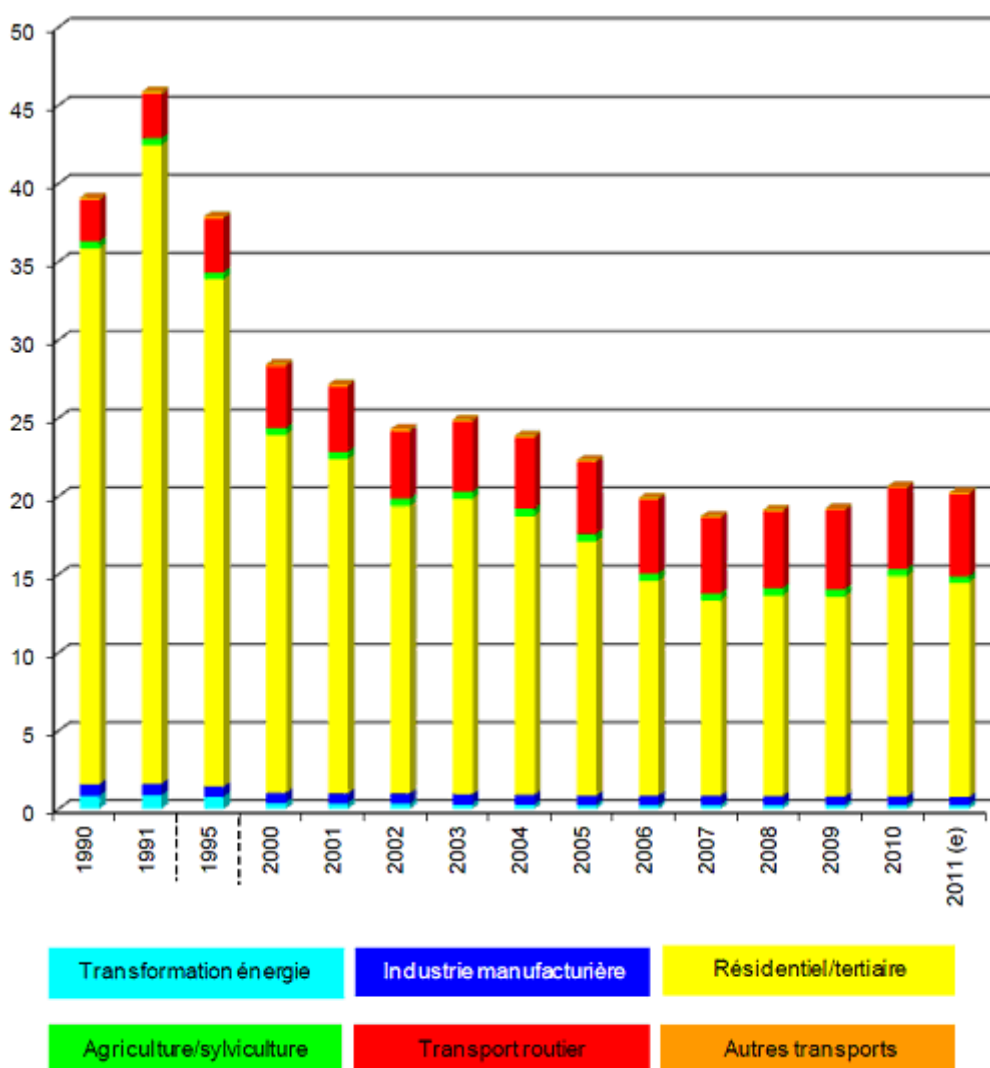
Sur l'ensemble de la période, des fluctuations importantes sont observées en fonction des années qui s'expliquent en partie par les conjonctures climatiques et techniques très variables (moindre disponibilité du nucléaire ou forte vague de froid).

La baisse de 53% (-49 t) observée entre 1990 et 2010 dans le secteur de la transformation d'énergie est liée à une réduction de la consommation de fioul lourd pour le raffinage du pétrole, la production d'électricité et le chauffage urbain. L'année 1991 correspond notamment à une année particulièrement froide qui a impacté fortement les sous-secteurs de la production d'électricité et du chauffage urbain (recours accru aux énergies fossiles, en particulier le fioul).

Pour ce qui est de l'industrie manufacturière, la baisse de 92% (-163 t) entre 1990 et 2010 provient, d'une part, d'une diminution de la consommation de fioul lourd et, d'autre part, de la baisse des émissions des aciéries électriques suite à la mise en oeuvre de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux.

## 7- HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

(en tonnes)



### Commentaire :

Les émissions de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) présentées couvrent les 4 HAP définis par le Protocole d'Aarhus relatif aux POP (Polluants Organiques Persistants) de 1998 et par le règlement n°850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 Avril 2004, à savoir le benzo(a)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène.

Le niveau d'émission de l'ensemble de ces 4 HAP estimé pour l'année 2010 est de 20,6 t.

Les HAP se forment dans des proportions relativement importantes lors de la combustion et tout particulièrement celle de la biomasse qui s'effectue souvent dans des conditions moins bien maîtrisées (par exemple en foyer ouvert) dans le secteur résidentiel.

Tous les secteurs contribuent à ces émissions dans des proportions variables. Les deux principaux secteurs sont :

- le résidentiel/tertiaire : 68% des émissions totales en 2010 (combustion de la biomasse),
- le transport routier : 25%, en particulier les véhicules diesel.

Les autres secteurs contribuent faiblement aux émissions (moins de 3% chacun).

Entre 1990 et 2010, les émissions ont diminué de 47% (-18,5 t). Cette baisse est observée sur l'ensemble des secteurs qui contribuent aux émissions, sauf pour le transport routier du fait de la croissance du trafic et de la pénétration des véhicules diesel dans le parc.

L'augmentation des émissions en 2010 et 2011 par rapport à 2009 est essentiellement due à l'augmentation de la consommation de bois dans le secteur du résidentiel/tertiaire. L'évolution des émissions suit d'assez près celle des conditions climatiques, traduisant ainsi le lien entre les émissions et la consommation d'énergie fossile comme le reflète l'année 1991 qui constitue le pic des émissions sur la période.

La pénétration d'appareils de combustion de biomasse plus performants, notamment en renouvellement d'appareils anciens, dans le secteur domestique devrait conduire à réduire progressivement les émissions dans le futur.

## A.2- NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR EN VIGUEUR AU 1<sup>ER</sup> JANVIER 2011<sup>1</sup>

**Objectif de qualité** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, 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 de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné ;

**Valeur limite** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;

**Seuil d'information et de recommandation** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;

**Seuil d'alerte** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère 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.

---

<sup>1</sup> Définies par l'article R.221-1 du code de l'environnement

<b>DIOXYDE d'AZOTE (NO<sub>2</sub>)</b>		
<b>Objectif de qualité</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeurs limites pour la protection de la santé humaine</b>	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
<b>Niveau critique pour la protection de la végétation</b>	30 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote
<b>Seuil d'information et de recommandation</b>	200 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
<b>Seuils d'alerte</b>	400 µg/m <sup>3</sup>	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	

<b>PARTICULES (PM<sub>10</sub>)</b>		
<b>Objectif de qualité</b>	30 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeurs limites pour la protection de la santé humaine</b>	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
<b>Seuil d'information et de recommandation</b>	50 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne sur 24 heures
<b>Seuil d'alerte</b>	80 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne sur 24 heures

<b>PARTICULES (PM<sub>2,5</sub>)</b>		
<b>Objectif de qualité</b>	10 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeur cible pour la protection de la santé humaine</b>	20 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeur limite 2011 pour la protection de la santé humaine</b>	28 µg/m <sup>3</sup> (25 µg/m <sup>3</sup> en 2015)	en moyenne annuelle

<b>DIOXYDE de SOUFRE (SO<sub>2</sub>)</b>		
<b>Objectif de qualité</b>	50 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeurs limites pour la protection de la santé humaine</b>	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
<b>Niveau critique pour la protection des écosystèmes</b>	20 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
<b>Seuil d'information et de recommandation</b>	300 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
<b>Seuil d'alerte</b>	500 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives



<b>OZONE (O<sub>3</sub>)</b>		
<b>Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine</b>	120 µg/m <sup>3</sup>	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
<b>Objectif de qualité pour la protection de la végétation</b>	6 000 µg/m <sup>3</sup> .h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
<b>Valeur cible pour la protection de la santé humaine</b>	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)
<b>Valeur cible pour la protection de la végétation</b>	18 000 µg/m <sup>3</sup> .h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
<b>Seuil d'information et de recommandation</b>	180 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
<b>Seuil d'alerte</b>	240 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
<b>Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence</b>	1 <sup>er</sup> seuil : 240 µg/m <sup>3</sup>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 <sup>eme</sup> seuil : 300 µg/m <sup>3</sup>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 <sup>eme</sup> seuil : 360 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire

<b>MONOXYDE de CARBONE (CO)</b>		
<b>Valeur limite pour la protection de la santé humaine</b>	10 mg/m <sup>3</sup> soit 10 000 µg/m <sup>3</sup>	pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

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

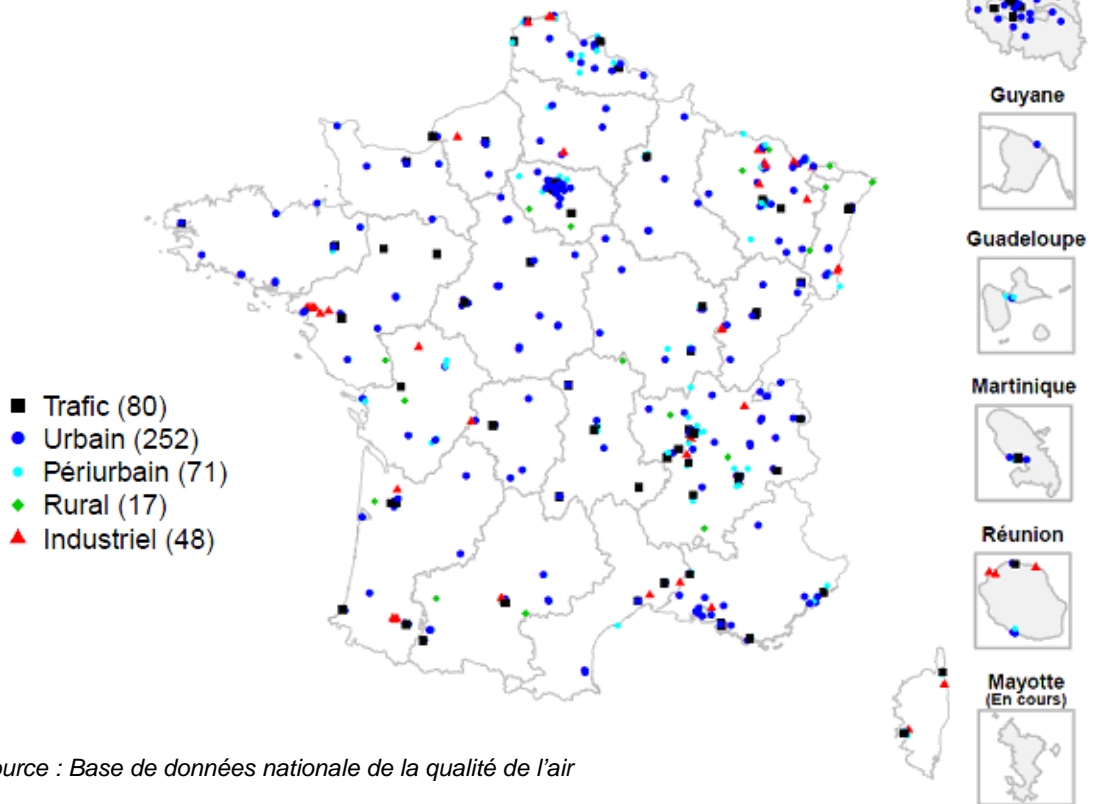
<b>MÉTAUX LOURDS</b>			
<b>Objectif de qualité</b>	<b>Plomb (Pb)</b>	0.25 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeur limite pour la protection de la santé humaine</b>		0,5 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Valeur cible à compter de 2013</b>	<b>Arsenic (As)</b>	6 ng/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM <sub>10</sub>
	<b>Cadmium (Cd)</b>	5 ng/m <sup>3</sup>	
	<b>Nickel (Ni)</b>	20 ng/m <sup>3</sup>	

<b>BENZO(A)PYRÈNE</b>		
<b>Valeur cible à compter de 2013</b>	1 ng/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM <sub>10</sub>

## A.3- IMPLANTATION DES SITES DE MESURE – ÉTAT 2011

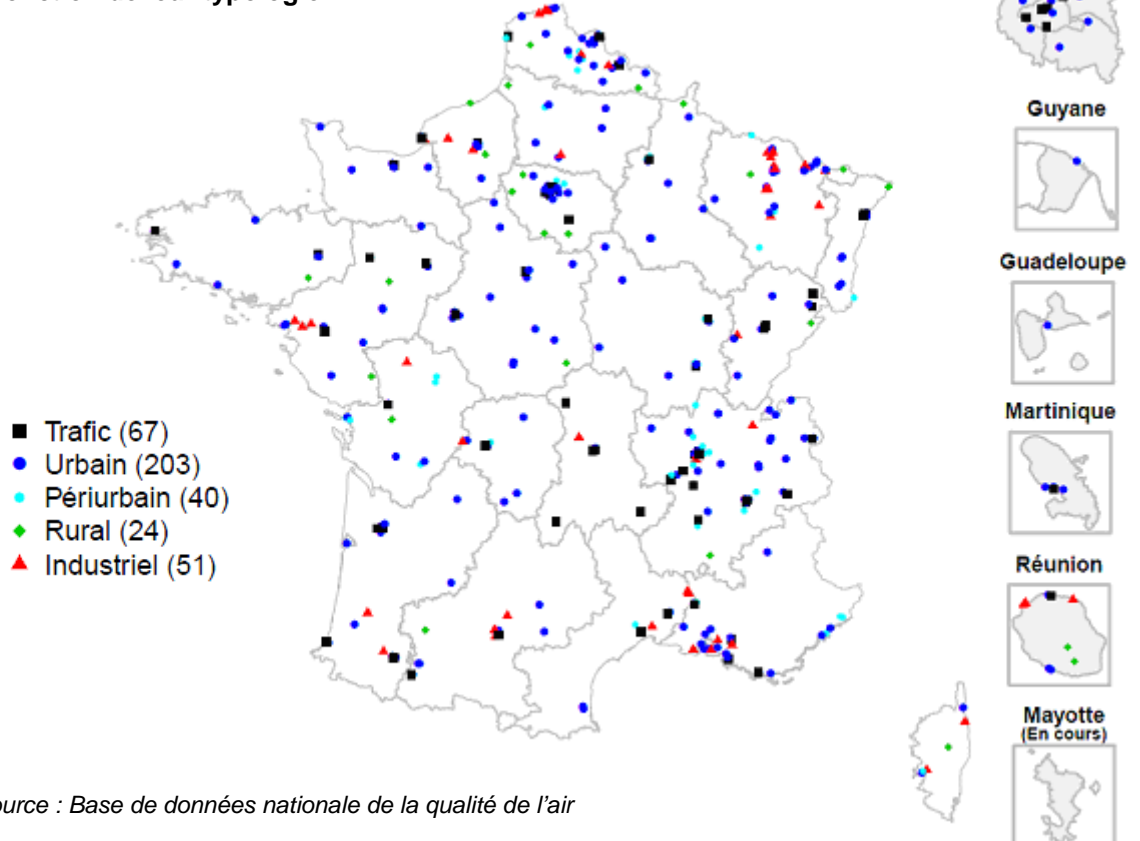
Rappel : Seuls les sites ayant fonctionné plus de 85 % du temps en 2011 sont représentés sur les cartes suivantes.

### Répartition des sites de mesure de NO<sub>2</sub> en fonction de leur typologie



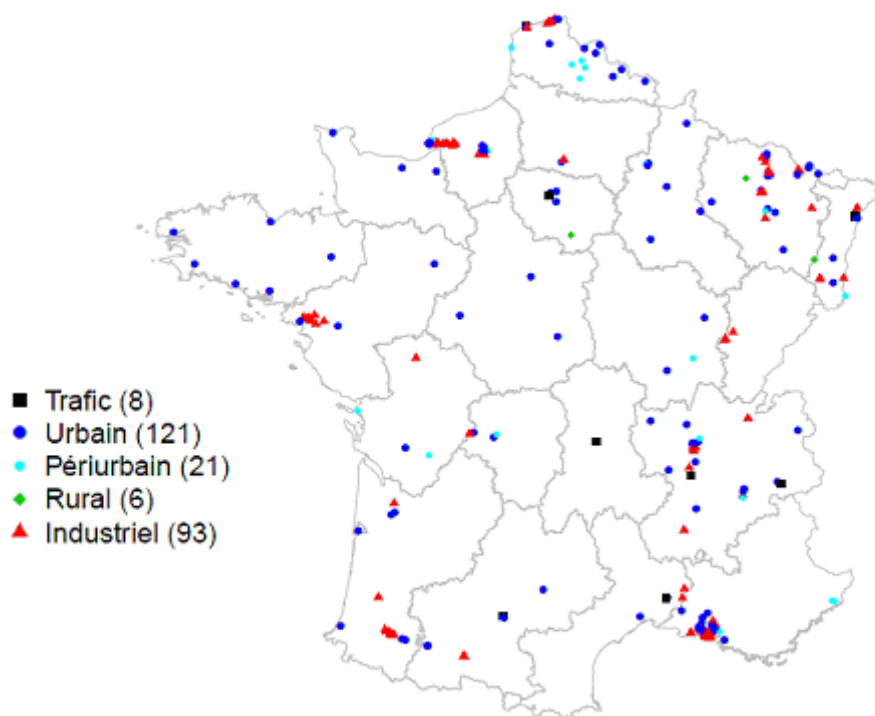
Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

### Répartition des sites de mesure de PM<sub>10</sub> en fonction de leur typologie



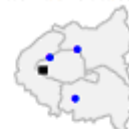
Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

Répartition des sites de mesure de SO<sub>2</sub>  
en fonction de leur typologie



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

Ile-de-France



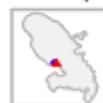
Guyane



Guadeloupe



Martinique



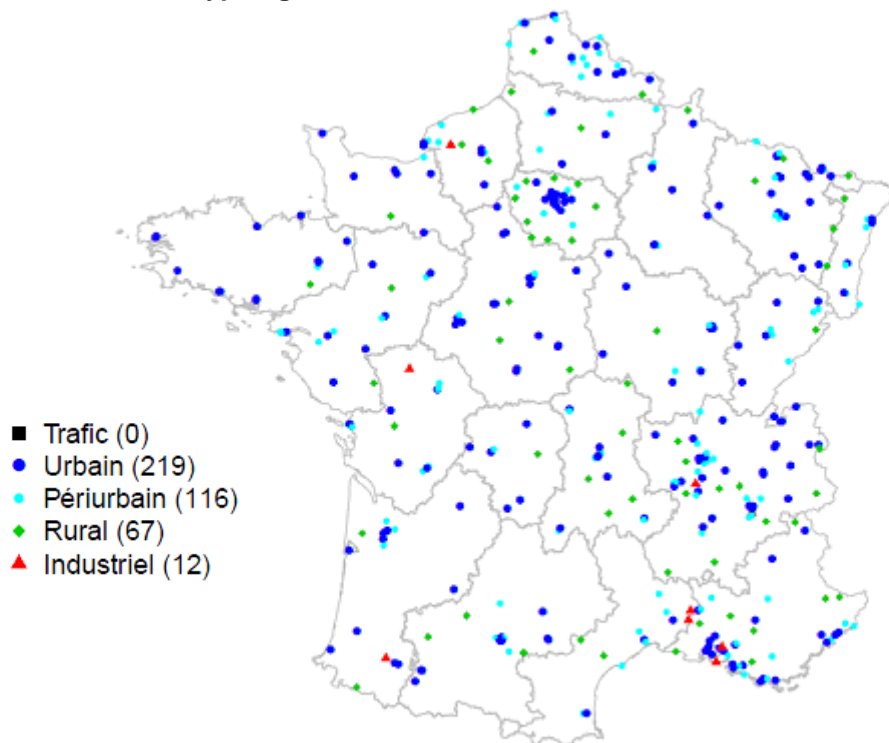
Réunion



Mayotte  
(En cours)



Répartition des sites de mesure de O<sub>3</sub>  
en fonction de leur typologie



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

Ile-de-France



Guyane



Guadeloupe



Martinique



Réunion



Mayotte  
(En cours)



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

Direction générale de l'énergie et du climat  
Arche Nord  
92055 La défense Cedex



Fédération des associations  
de surveillance de la  
qualité de l'air

