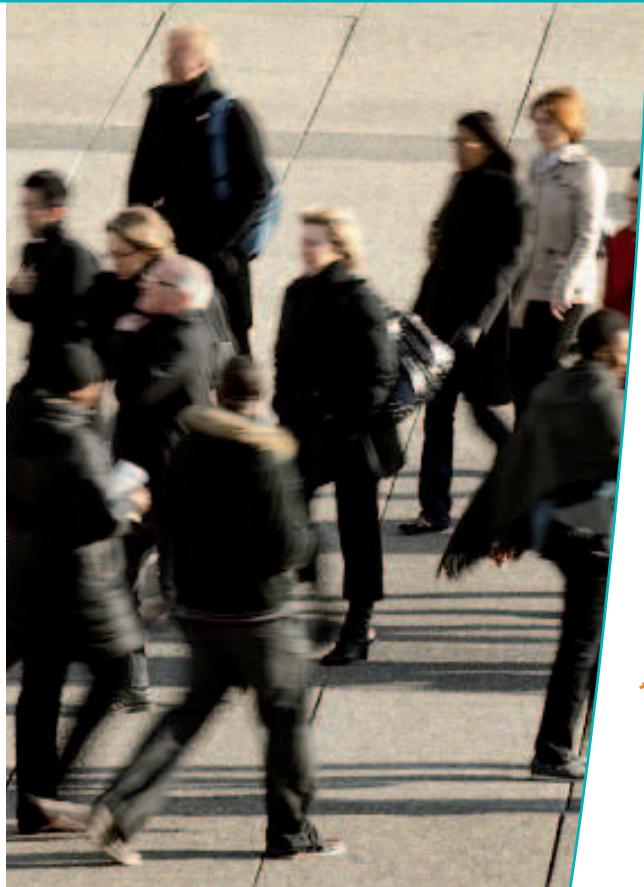


Bilan de la qualité de l'air en France en 2009

*et des principales tendances observées
au cours de la période 2000-2009*



Ressources, territoires, habitats et logement

Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



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

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat



**BILAN
DE LA QUALITÉ DE L'AIR
EN FRANCE EN 2009**

**ET DES PRINCIPALES TENDANCES OBSERVÉES
AU COURS DE LA PÉRIODE 2000 – 2009**

BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN FRANCE EN 2009

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 2200 analyseurs, sur des outils de modélisation et de prévision ainsi que des campagnes de mesures. Il permet la diffusion au public de résultats en temps réel, notamment par Internet.

En terme de niveaux de pollution constatés, l'année 2009 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, le benzène ainsi que pour le dioxyde de soufre, pour lequel aucun dépassement réglementaire n'est constaté, et ce, pour la première année depuis 2005, date limite de respect des valeurs limites imposées pour ce polluant par l'Union Européenne.

Toutefois, l'année 2009 se traduit pour d'autres polluants réglementés par une stagnation, voire une légère augmentation des concentrations enregistrées.

Ainsi, les tendances globales des concentrations de NO₂ montrent une légère augmentation entre 2008 et 2009, notamment sur les sites de proximité trafic, malgré une stagnation des niveaux urbains et périurbains. Les tendances montrent en outre une augmentation du rapport NO₂/NO_x, particulièrement marquée sur les sites de proximité automobile et sensible sur les sites urbains, périurbains et industriels, reflétant une augmentation des émissions directes de dioxyde d'azote dues notamment aux évolutions du parc automobile.

Par ailleurs, une augmentation des concentrations de PM₁₀ est enregistrée entre 2008 et 2009 pour toutes les typologies de site de mesure. La conjonction de facteurs propices à l'apparition de plusieurs épisodes de pollution particulières a été constatée en hiver 2009 et au début du printemps. Ces différents épisodes s'expliquent essentiellement par des conditions météorologiques particulièrement froides en ce début d'année et par l'augmentation des sources d'émissions de polluants due au recours accru à la combustion de biomasse et aux combustibles

fossiles (charbon, fioul) ou à la biomasse pour satisfaire les besoins de chauffage dans les secteurs domestiques et industriels. Ces épisodes sont amplifiés par des phénomènes de transport à longue distance.

Pour l'ozone, les concentrations moyennes relevées durant l'été 2009 sur 180 sites ayant fonctionné depuis 2000 confirment l'évolution constatée à la hausse. Quelques épisodes ont été relevés en juin-juillet et en août 2009 correspondant à des situations météorologiques particulièrement propices à la production d'ozone. Sur le long terme, malgré la baisse des émissions des précurseurs de ce polluant (oxydes d'azote, composés organiques volatils, monoxyde de carbone), les niveaux de fond restent toutefois supérieurs à ceux constatés au début des années 90.

Les dépassements des valeurs réglementaires notamment pour les particules et le dioxyde d'azote, et le contexte ou la perspective de contentieux communautaire associé, devront conduire à la poursuite des efforts de réduction des émissions engagés.

Afin de mettre en œuvre de telles mesures et compte tenu des enjeux sanitaires, un « plan particules » a été élaboré à la suite du Grenelle de l'Environnement.

Le bilan de la qualité de l'air en France a été établi avec la contribution de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), à partir des données transmises par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) à la BDQA (base de données nationale sur la qualité de l'air).

Les bilans locaux détaillés sont disponibles auprès de ces associations (accès possible via le site <http://www.atmo-france.org/fr/index.php>).

Des informations complémentaires peuvent être obtenues sur les sites du MEEDDM : www.developpement-durable.gouv.fr, et de l'ADEME : www.buldair.org ainsi que sur le site www.prevair.org (INERIS).

SOMMAIRE

LE DISPOSITIF FRANÇAIS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR.....	5
LES EFFETS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES.....	7
LES OXYDES D'AZOTE (NO _x)	8
LES PARTICULES (PM ₁₀ ET PM _{2,5}).....	13
LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂).....	18
L'OZONE (O ₃)	19
LE MONOXYDE DE CARBONE (CO).....	22
LE BENZÈNE (C ₆ H ₆)	23
LES MÉTAUX LOURDS	25
LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP).....	25
LES ÉPISODES DE POLLUTION OBSERVÉS EN 2009	26
LES POLLENS.....	29
POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	29
ANNEXES	30
A.1- INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES.....	30
A.2- NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR.....	43
A.3- IMPLANTATION DES SITES DE MESURE – ÉTAT 2009.....	46

Les cartes portant la mention PREV'AIR ont été établies à partir des calculs réalisés par le système PREV'AIR (www.prevair.org). Les observations utilisées pour effectuer les analyses sont issues de la BDQA (Base de Données de Qualité de l'Air) qui rassemble l'ensemble des mesures automatiques effectuées par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Les données présentées sur les graphiques sont calculées à partir des stations présentant un taux de représentativité supérieur à 75 % pour l'année concernée. Les observations utilisées pour établir les cartes 2009 sont issues de la BDQA à la date du 01/06/2010. Pour des raisons de lisibilité, l'ensemble des données produites par les AASQA ne peut être présenté sur les cartes.

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 de l'écologie, de l'énergie, et du développement durable et de la mer en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat (MEEDDM). Celui-ci élabore notamment les politiques de surveillance de la qualité de l'air à mettre en oeuvre.

Les AASQA (33 en 2009) 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 :

- Etat,
- 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.

La coordination technique du dispositif de surveillance est assurée par l'ADEME. Le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) est l'organisme national de référence technique. Il apporte un appui stratégique, technique et scientifique au dispositif. Il est constitué de :

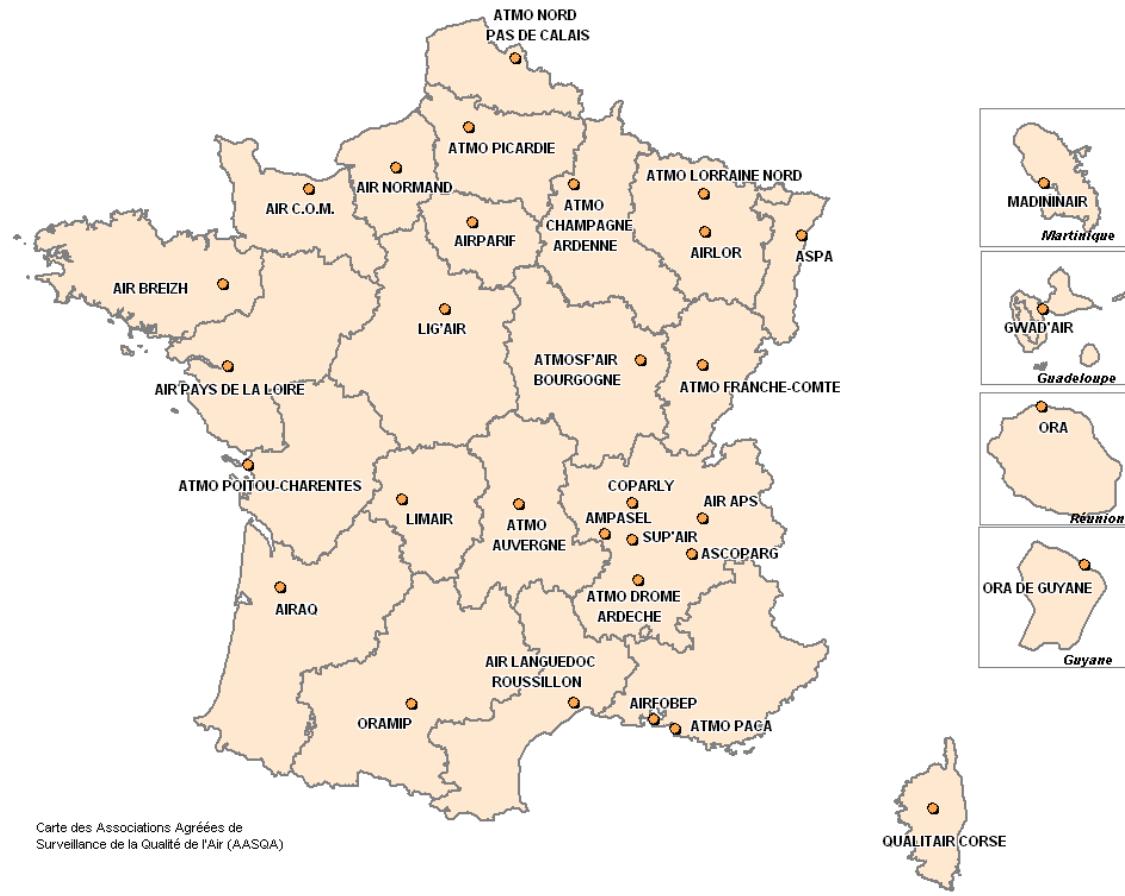
- l'école des mines de Douai (EMD),
- l'institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS),
- le laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE).

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,
- dioxyde d'azote,
- oxydes d'azote,
- ozone,
- particules (PM_{10}),
- monoxyde de carbone,
- benzène,
- plomb, arsenic, cadmium, nickel, mercure,
- hydrocarbures aromatiques polycycliques
- et nouvellement les $PM_{2,5}$.

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 inférieurs et supérieurs destinés à graduer les moyens de surveillance à déployer en concentrations des polluants réglementés. 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.

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 AASQA comprenait en 2009 environ 2200 instruments automatiques répartis sur plus de 750 stations de mesures. Il comporte également des analyseurs ou des prélevateurs pour le suivi de polluants tels que les métaux, 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 en ozone, oxydes d'azote, polluants organiques et métaux lourds.

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.

L'accès aux données de qualité de l'air

Il existe différentes typologies de stations de mesure de la qualité de l'air :

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

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 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.

L'ADEME gère pour sa part la base nationale de données de qualité de l'air qui archive l'ensemble des données acquises par les AASQA. Cette base est consultable via Internet et permet un accès à des données statistiques sur l'ensemble des polluants réglementés dans l'air ambiant. L'ADEME assure également par son site Internet (<http://www.ademe.fr> rubrique Buld'air) une diffusion quotidienne de l'indice ATMO calculé et prévu

sur les agglomérations, et fournit en temps quasi-réel des données (non validées) issues des mesures en sites fixes des AASQA.

On pourra enfin se reporter au site www.prevair.org pour disposer des sorties du système national de prévision PREVAIR 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

Malgré la baisse des émissions primaires depuis les années 1970-1980, la pollution de l'air demeure un facteur de risque sanitaire important selon la plupart des données toxicologiques et épidémiologiques. Elle est notamment impliquée dans la genèse d'insuffisances respiratoires, de maladies cardio-vasculaires, de l'asthme, de cancers. En Europe, les travaux menés dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) montrent que l'espérance de vie serait en moyenne abrégée d'un peu moins d'une année en raison de la pollution atmosphérique de fond mesurée par l'indicateur « particules ».

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. Elle a été impliquée sous forme de « pluies acides » dans la genèse de

troubles forestiers et dans l'acidification de nombreux lacs, notamment lors des années 1960-1980 sur de larges parties de l'Europe. La pollution de l'air par les composés de l'azote contribue également à l'eutrophisation des écosystèmes et les dépôts de certains polluants (métaux lourds par exemple) peuvent en outre conduire à une contamination de la chaîne alimentaire. L'ozone a également un impact sur la baisse des rendements des cultures. Les charges critiques définissent les niveaux de pollution au-delà desquels des troubles peuvent survenir sur ces divers écosystèmes et les plafonds d'émission fixés par la directive 2001/81/CE ont notamment pour objectif une réduction de 50 % des zones touchées par des dépôts acides excessifs et de 30 % environ de la charge d'ozone pour les cultures (par référence à l'année 1990), avec en conséquence un objectif de réduction sur les oxydes d'azote et l'ammoniac, précurseurs d'ozone.



Diminution de l'espérance de vie en Europe imputable à la pollution de l'air évaluée par l'indicateur particules fines PM_{2,5} - situation 2000. Source : rapport pour le programme Clean Air For Europe (CAFE) soumis à la Commission Européenne par l'IISAS (International Institute for Applied Systems Analysis - Février 2005).

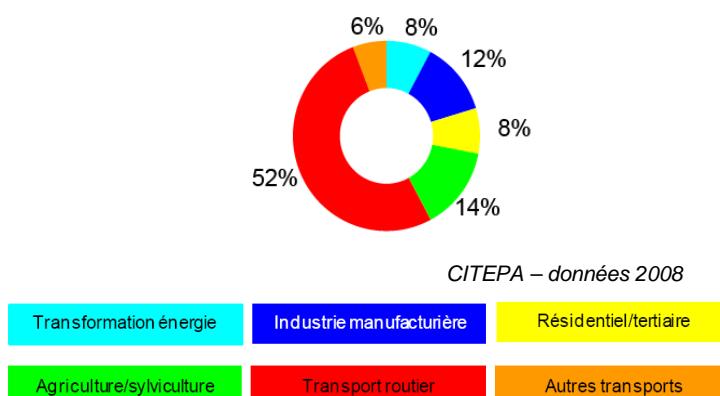
LES OXYDES D'AZOTE (NO_x)

Les oxydes d'azote comprennent :

- le monoxyde d'azote (NO) ;
- le dioxyde d'azote (NO₂).

Ces composés sont essentiellement émis lors des phénomènes de combustion.

Sources d'émission



En 2008, les sources principales sont les transports et l'industrie.

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'oxyde 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 NOx

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_x, 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.

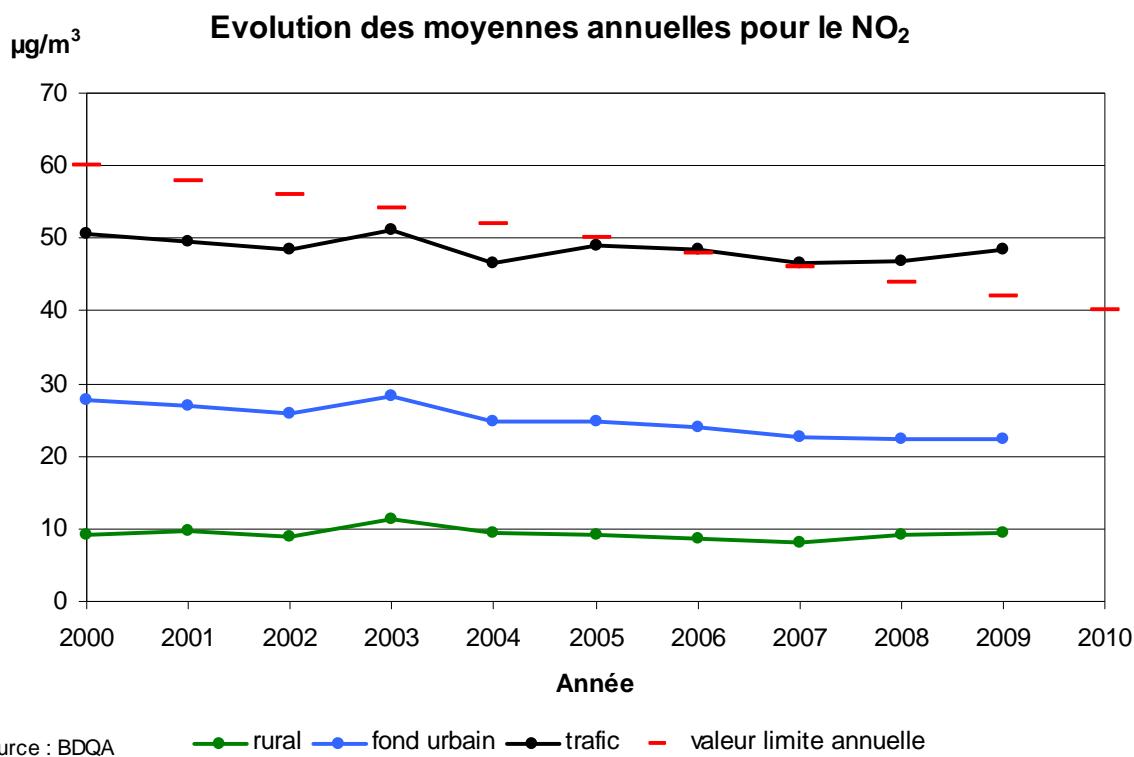
Evolution des concentrations de NO₂

Les concentrations de NO₂ en France ont légèrement baissé entre 2000 et 2009 sur les sites de fond (urbains, périurbains, ruraux) et industriels. Plus généralement, la moyenne annuelle des concentrations en NO₂ 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 NO₂ en 2009 sont stables pour les sites urbains et périurbains : la moyenne annuelle, de l'ordre de 22 µg/m³, est identique à celle de 2008. La valeur limite du NO₂ en moyenne annuelle, de 42 µg/m³ pour l'année 2009, est respectée sur l'ensemble des sites urbains et périurbains à l'exception de deux sites à Paris et d'un site à Antibes.

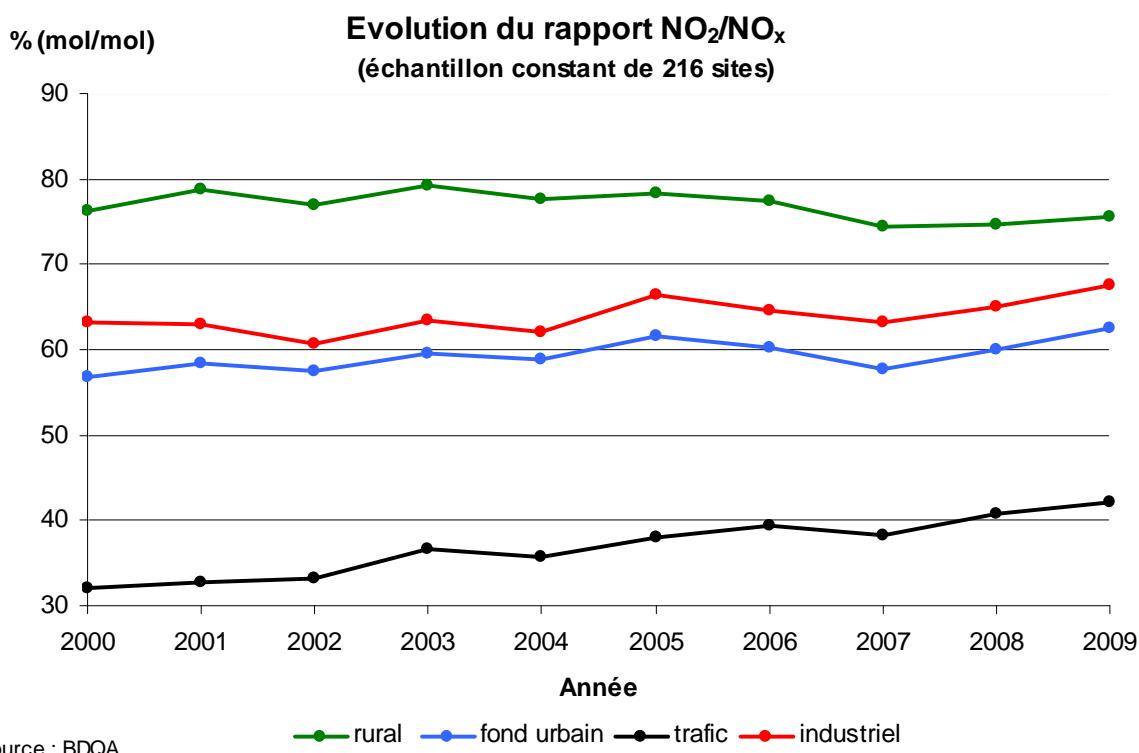
Sur les sites localisés en proximité de voies routières (sites trafic), et plus directement affectés par les émissions automobiles, la situation est différente. La moyenne annuelle des concentrations observées (49 µg/m³) est en légère augmentation par rapport à 2008. C'est dans les plus grandes agglomérations (Paris, Aix en Provence-Marseille, Lyon) que la tendance à la hausse est la plus nette. De plus, la valeur limite pour la moyenne annuelle est dépassée (42 µg/m³ en 2009) en proximité automobile dans plusieurs agglomérations : Aix-en-Provence, Avignon, Bordeaux, Brest, Dijon, Grenoble, Limoges, Lyon, Marseille, Montpellier, Nice, Orléans, Paris, Rennes, Rouen, Roussillon, Saint-Etienne, Strasbourg, Toulon, Toulouse, Tours et Valence.

La valeur limite de 210 µg/m³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an est dépassée sur six sites trafic dans les agglomérations suivantes : Paris, Lyon et Marseille.



Une analyse de l'évolution du rapport NO₂/NO_x entre 2000 et 2009 sur un échantillon constant de plus de 200 sites de mesure fait apparaître une augmentation assez nette de ce ratio sur les sites de proximité automobile et sensible sur les sites urbains/périurbains et industriels. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette évolution (AFSSET, août 2009) :

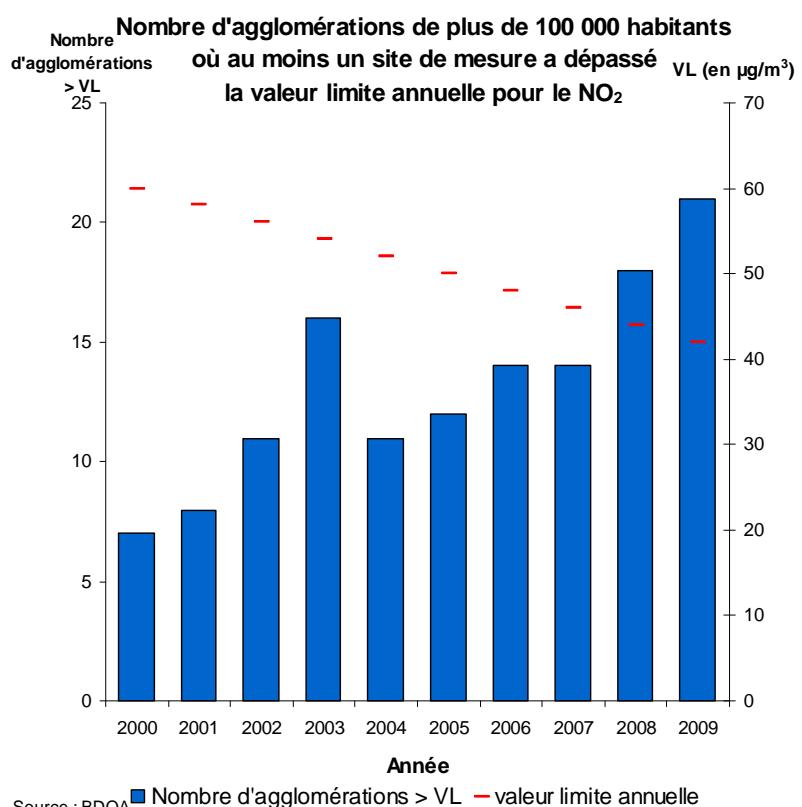
- l'évolution à la hausse des émissions primaires de NO₂ du trafic en lien avec la progression de la part des véhicules diesel et leurs évolutions technologiques au sein du parc automobile ;
- les processus physico-chimiques liés entre autres à la hausse des niveaux d'ozone qui peuvent jouer un rôle en réagissant avec le NO primaire émis par le trafic pour former du NO₂.



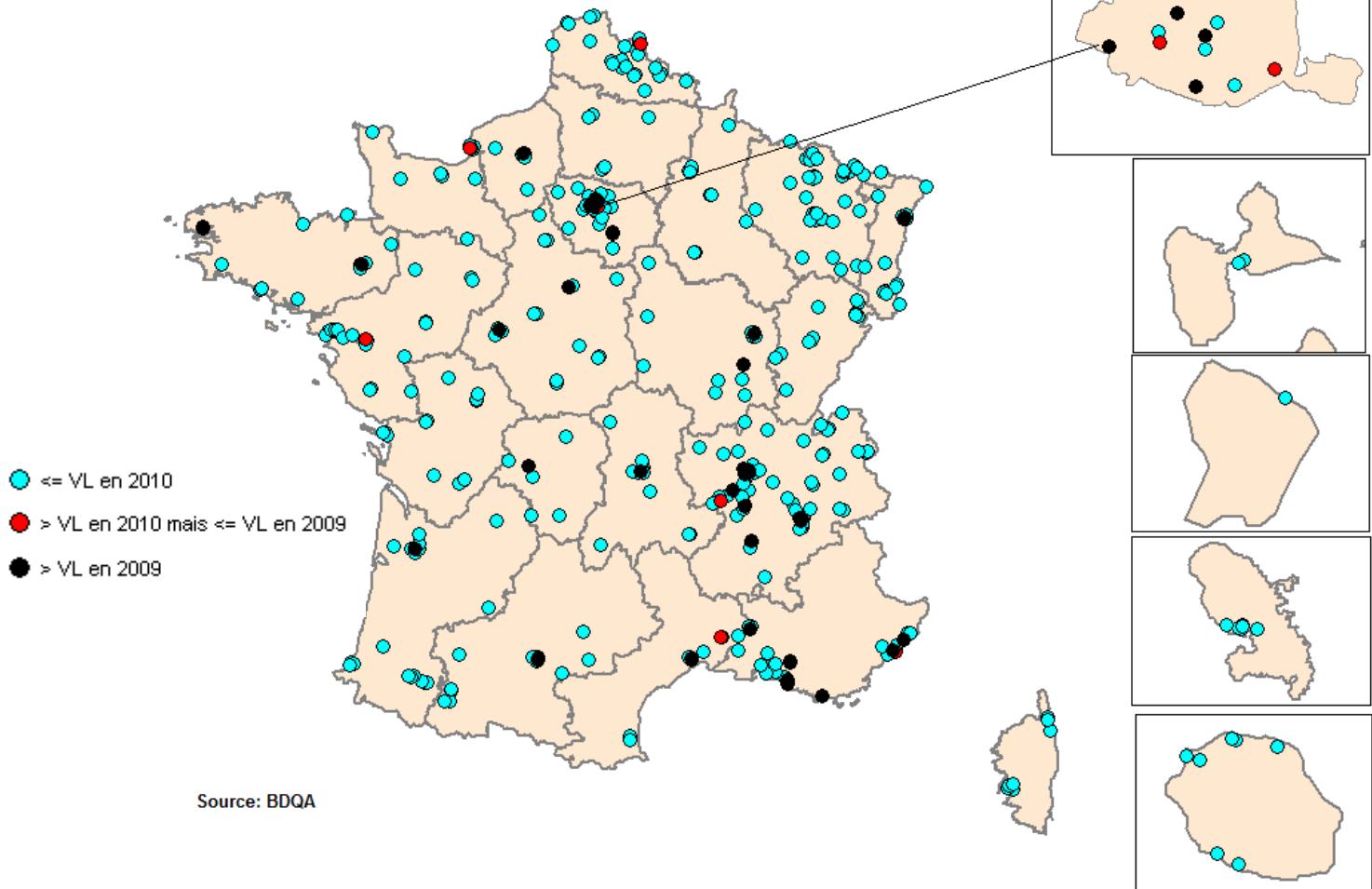
Situation des sites de mesure en 2009 par rapport aux valeurs limites et évolution de la situation dans les principales agglomérations

Le nombre d'agglomérations de plus de 100 000 habitants où au moins un site a atteint ou dépassé la valeur limite annuelle est passé de 14 en 2007 à 18 en 2008 et 21 en 2009 en raison notamment de la baisse de la valeur limite annuelle qui est passée de 46 à 42 µg/m³ (on constate de fait que les concentrations en NO₂ baissent moins vite que la valeur limite, voire sont en stagnation, et par conséquent, que le nombre de situations de dépassement est en augmentation). En outre, le nombre de capteurs ayant atteint ou dépassé la valeur 46 µg/m³ est resté stable entre 2007 et 2009 (31 sites en 2007, 34 en 2008 et 35 en 2009).

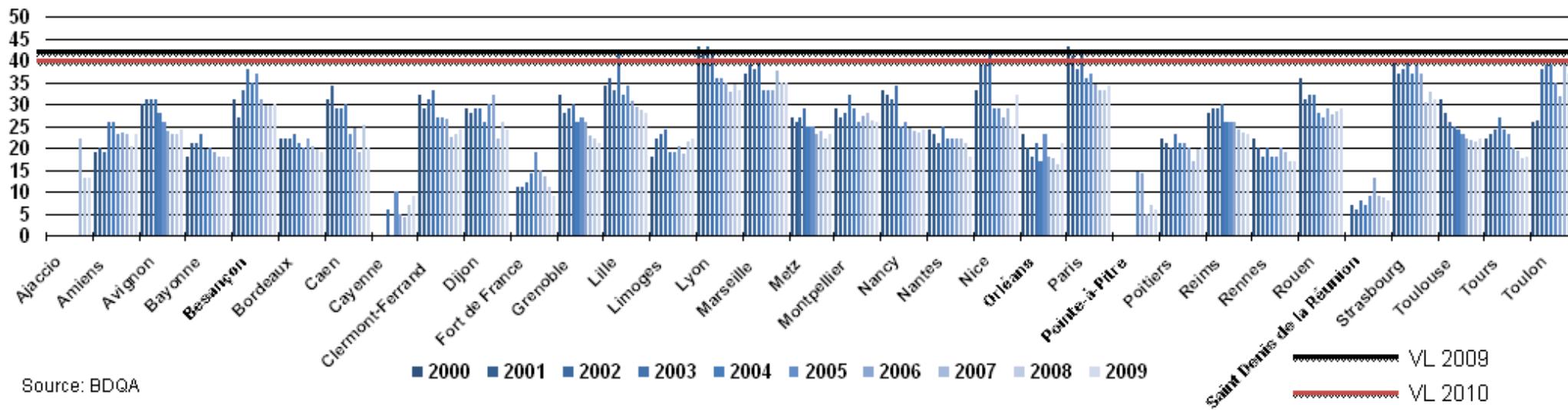
Les niveaux plus élevés de l'année 2003 sont attribuables à la canicule et en partie à une forte production de NO₂ par photochimie atmosphérique. De mauvaises conditions dispersives pendant une grande partie de l'année 2003 ont également régulièrement conduit à des niveaux plus élevés que la moyenne.



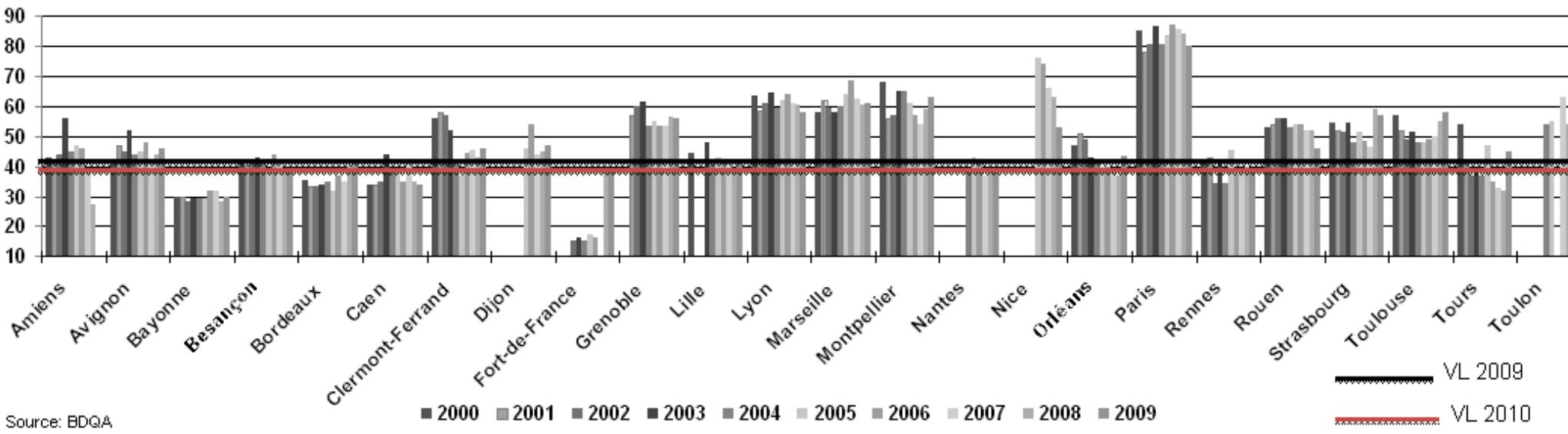
Situation des sites de mesure du NO₂ en 2009 par rapport aux valeurs limites annuelles de 2009 et 2010



Evolution des concentrations moyennes annuelles de NO₂ sur des sites urbains de fond dans des agglomérations françaises de 2000 à 2009



Evolution des concentrations moyennes annuelles de NO₂ sur des sites trafic de fond dans des agglomérations françaises de 2000 à 2009



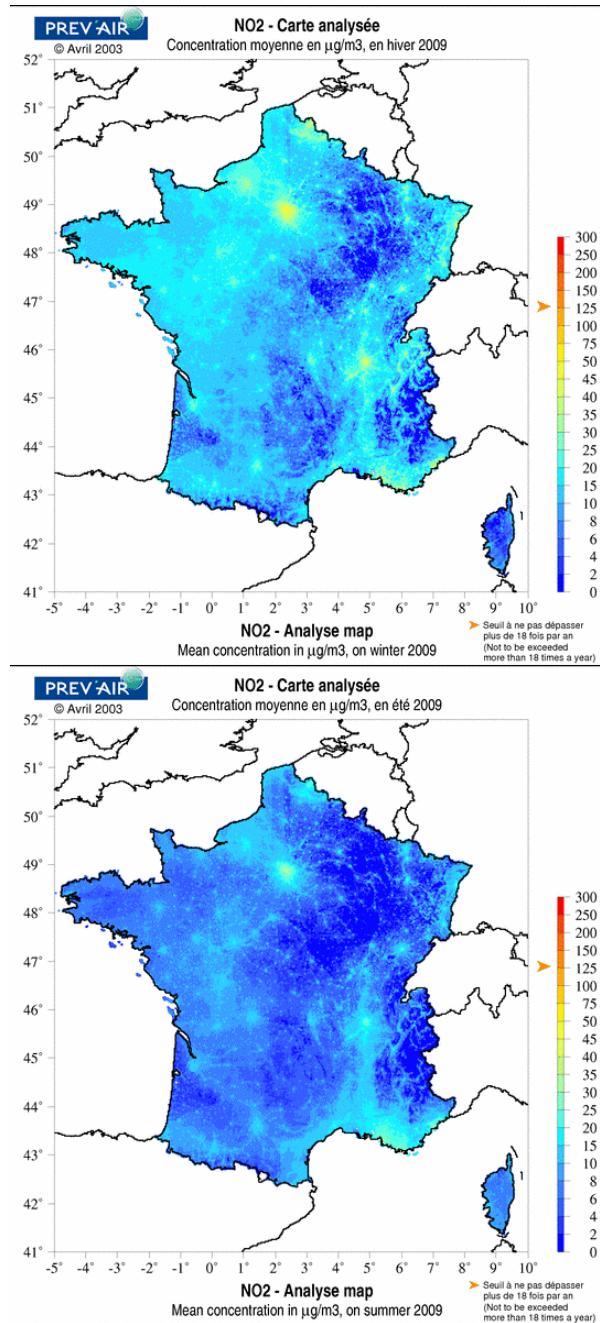
Nota : Les évolutions des moyennes annuelles indiquées par agglomération sur les graphes ci-dessus sont établies à partir d'échantillons évolutifs de stations.

Variation des concentrations en NO₂ 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 2009. Ces illustrations résultent d'une combinaison entre simulation de modèle de qualité de l'air et observation du réseau de la BDQA.

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 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 NO₂ 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.



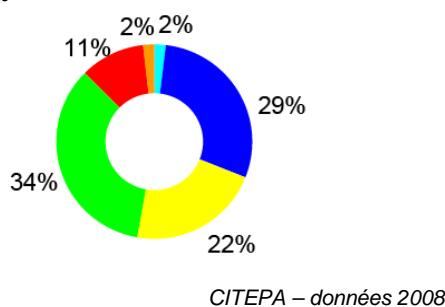
LES PARTICULES (PM₁₀ ET PM_{2,5})

Les particules en suspension 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 PM₁₀). L'attention se focalise aujourd'hui sur les particules alvéolaires, dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (ce sont les PM_{2,5}) ; elles ont fait l'objet d'une réglementation par une directive européenne de 2008. C'est pourquoi, parallèlement à la surveillance des PM₁₀, la surveillance des PM_{2,5} a été développée ; en 2009, il y avait plus de 60 stations de mesure de PM_{2,5}.

Sources d'émission

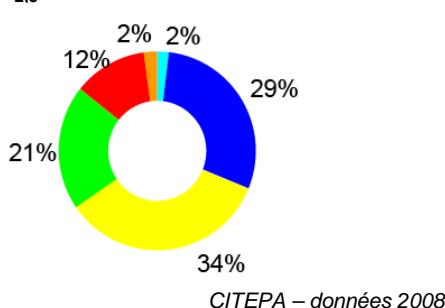
➤ PM₁₀



Transformation énergie	Industrie manufacturière	Résidentiel/tertiaire
Agriculture/sylviculture	Transport routier	Autres transports

En France, quatre principaux secteurs se partagent les émissions de particules PM₁₀ : 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_{2,5}



Les sources des émissions de particules PM_{2,5} sont différentes : les émissions dues au résidentiel et tertiaire sont prépondérantes. Elles sont suivies de l'industrie manufacturière et de l'agriculture.

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 cancérogènes). Les préoccupations sanitaires les plus fortes portent aujourd'hui sur les particules les plus fines.

1^{er} janvier 2007 : changement des modalités de mesure

Depuis le 1^{er} janvier 2007, une modification des modalités de mesure des poussières (PM₁₀) a été mise en place dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Cette modification a 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 entraîne l'accroissement du nombre de dépassements des valeurs limite.

Ce changement dans la mesure des particules ne permet pas de comparer les années 2007-2009 avec les années précédentes.

Evolution des concentrations de PM₁₀

Une augmentation des concentrations de PM₁₀ est enregistrée entre 2008 et 2009 pour toutes les typologies de stations de mesure (en moyenne de l'ordre de 8 à 9 % sur les sites de fond urbain et ruraux, de l'ordre de 3 % sur les sites trafic).

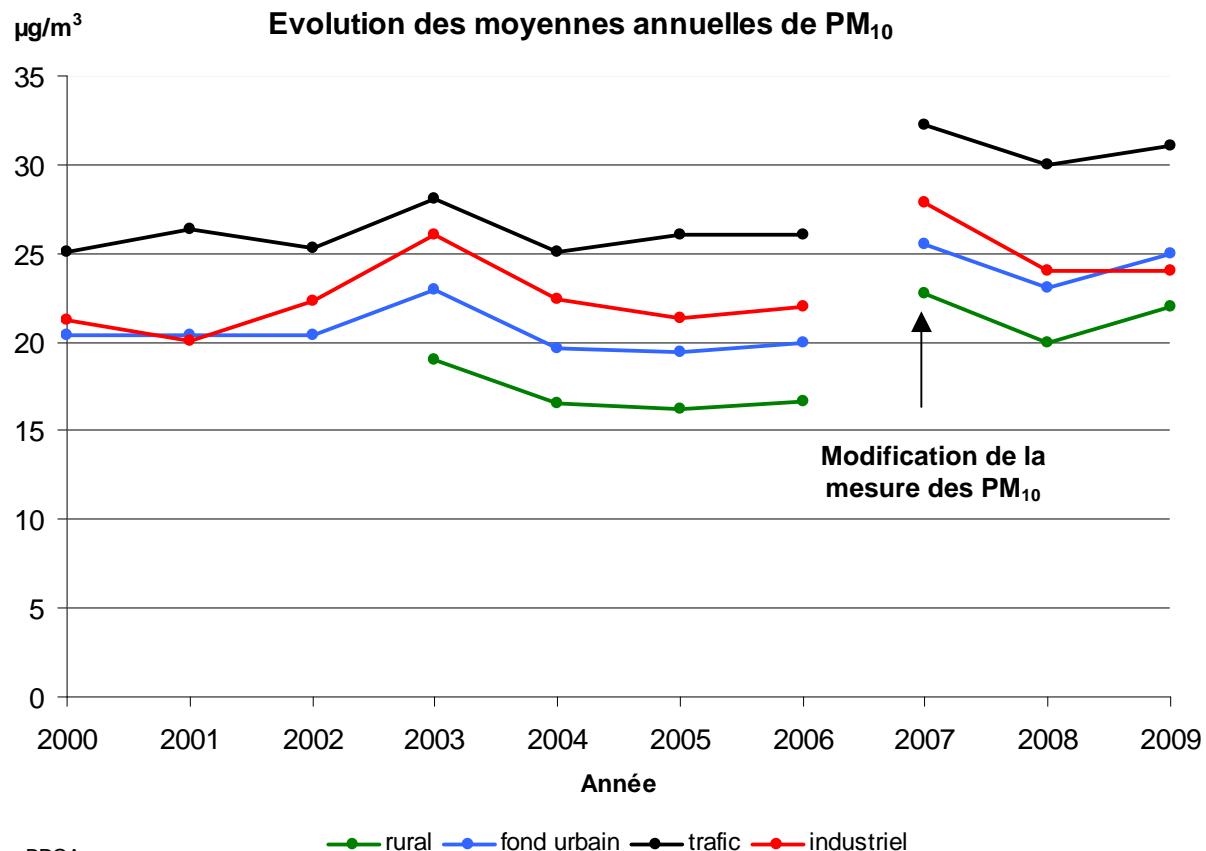
Huit sites ont dépassé la valeur limite annuelle, fixée à 40 µg/m³ contre une dizaine en 2007 et six en 2008. Ce sont des sites de proximité automobile (Boulevard de la Porte d'Auteuil, Autoroute A1 Saint-Denis, Place Victor Basch, Avenue des Champs Elysées à Paris, Route

Nationale à Pantin, Marseille Timone à Marseille, A7 Sud Lyonnais à Lyon) et un site urbain à la Réunion (Bonsenf).

La valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90,4) est dépassée sur plusieurs sites de surveillance du territoire dont 4 sites industriels, 18 de fond (urbains et périurbains) et 19 sites

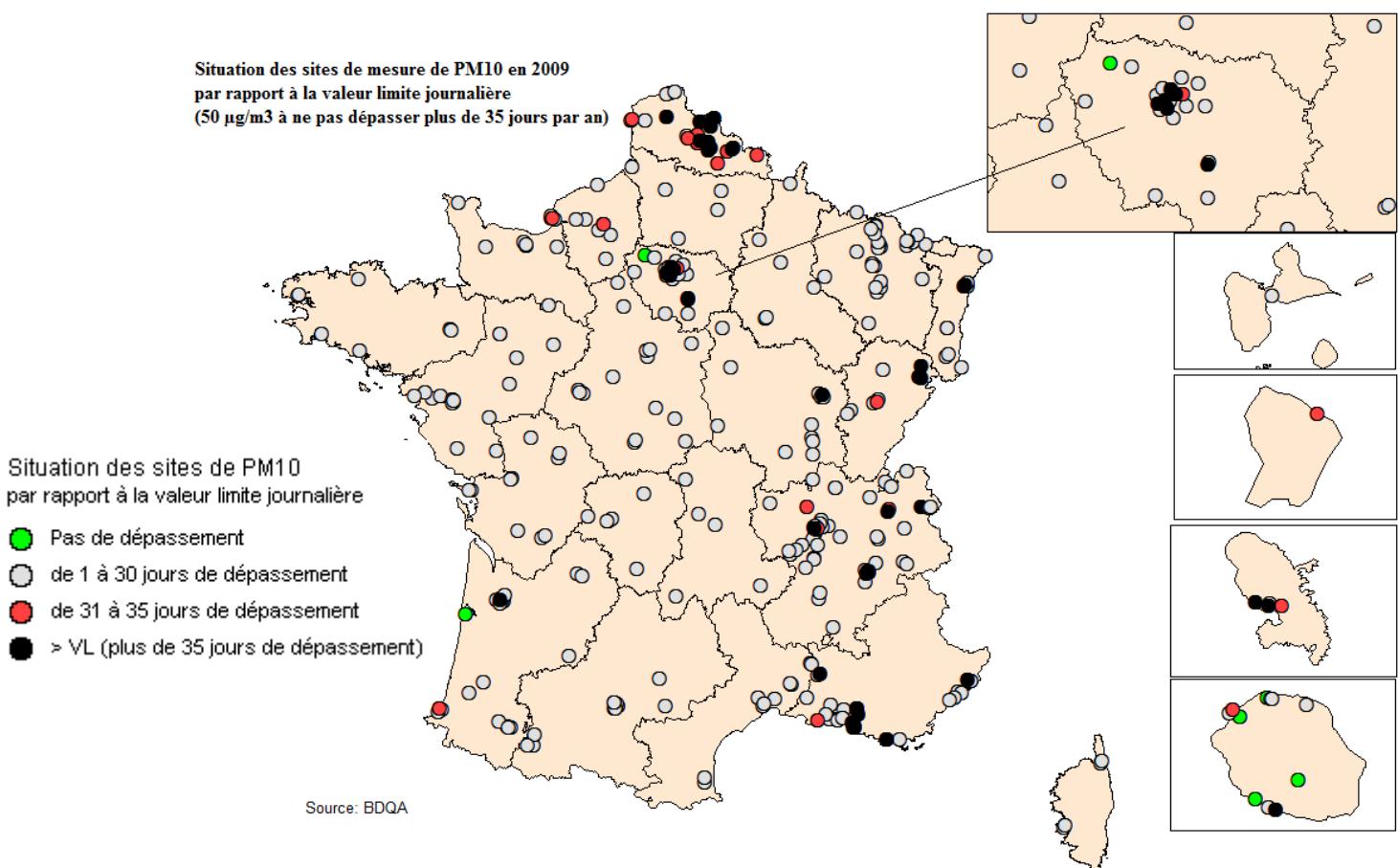
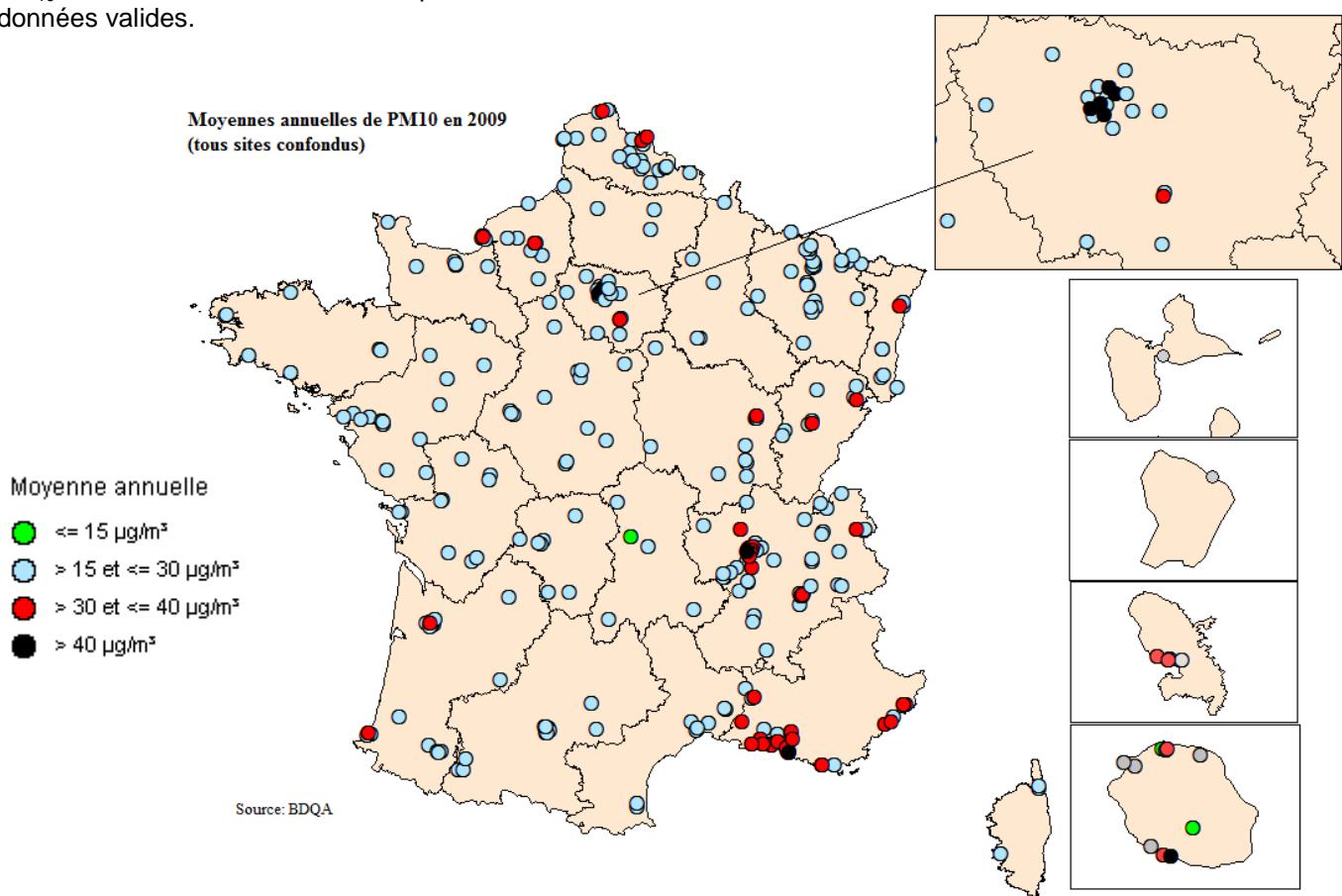
de proximité automobile. Les agglomérations concernées par ces dépassements sont :

Annecy, Armentières, Avignon, Belfort, Bordeaux, Douai-Lens, Dijon, Dunkerque, Fort de France, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Montbéliard, Nice, Paris, Saint-Denis de la Réunion, Saint Omer, Sallanches, Strasbourg, Toulon et Valenciennes.



Situation des sites de mesure en 2009 par rapport aux valeurs limites et évolution de la situation des principales agglomérations

Les cartes ci-après présentent les niveaux de PM₁₀ observés sur les sites disposant de données valides.

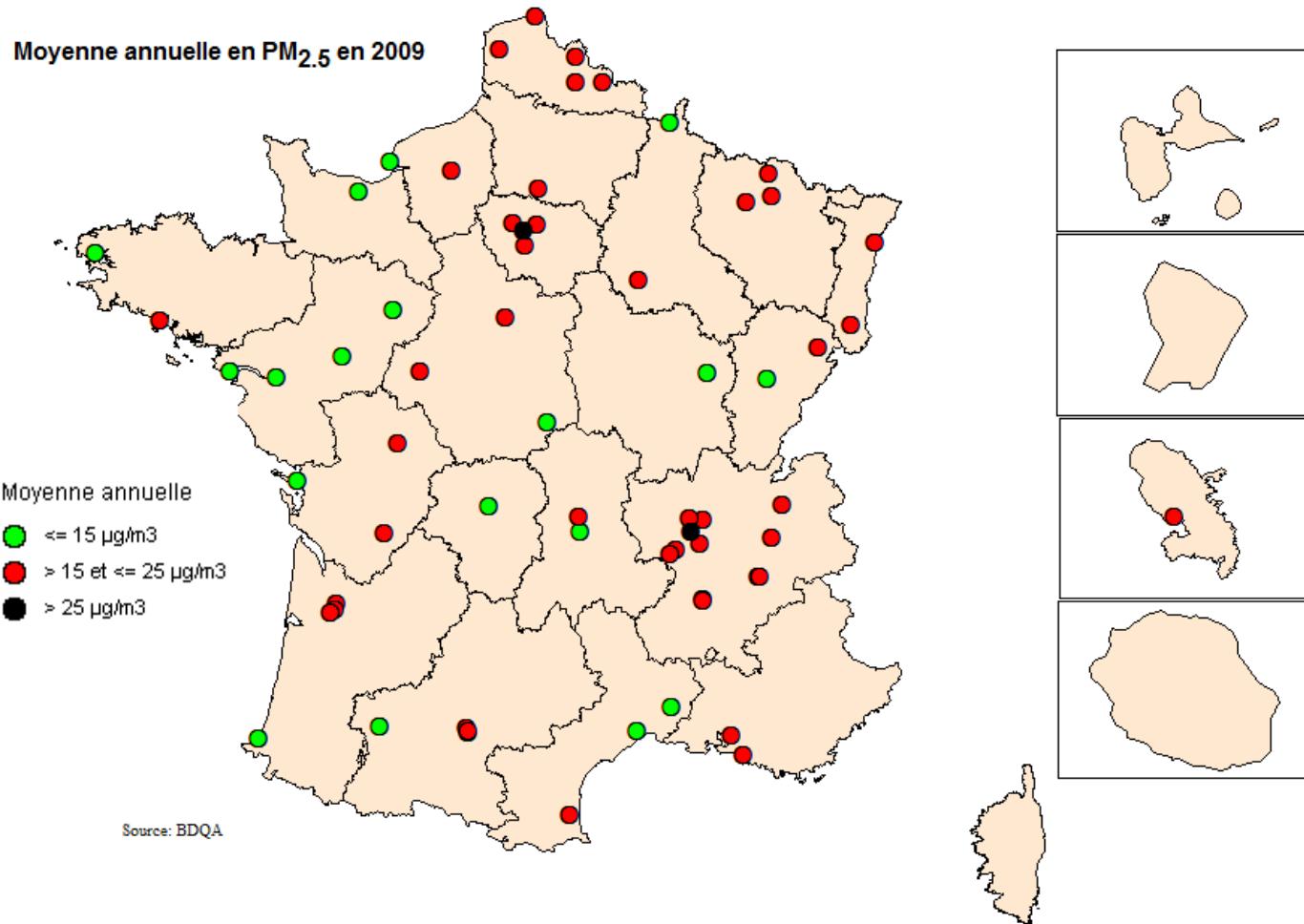


Concentrations en PM_{2,5} en 2009

La carte ci-dessous présente les niveaux de PM_{2,5} observés en 2009 sur tous les sites. La directive 2008/50/CE fixe une valeur limite de 25 µg/m³ en moyenne annuelle pour le 1^{er} janvier 2015 et une valeur cible de 25 µg/m³ au 1^{er} janvier 2010. En outre, le Grenelle de l'environnement a proposé, sous réserve, un objectif de 15 µg/m³ en moyenne annuelle au 1^{er} janvier 2010, à atteindre là où cela est possible (et devenant valeur limite en 2015).

En 2009, pour les moyennes annuelles ajustées de PM_{2,5}, 46 capteurs sur un total de 66 (soit environ 70 % des capteurs) sont supérieurs à l'objectif du Grenelle, contre 26 (environ 65 % des capteurs) en 2008.

L'INERIS a par ailleurs montré que 5 à 10 µg/m³ de PM_{2,5} proviendraient en moyenne de contributions naturelles.



Variation des concentrations en particules en fonction des saisons

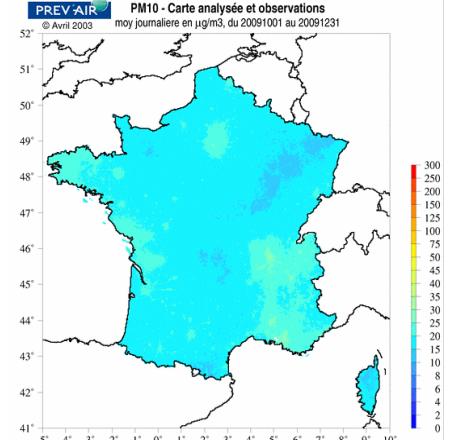
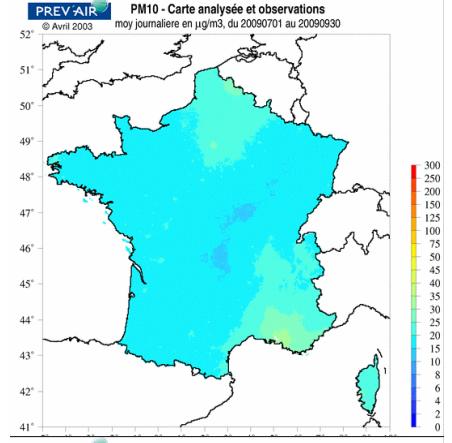
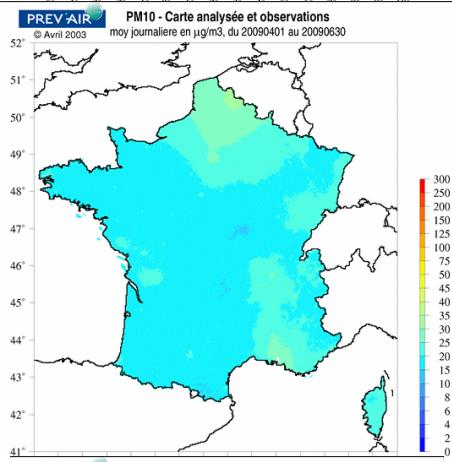
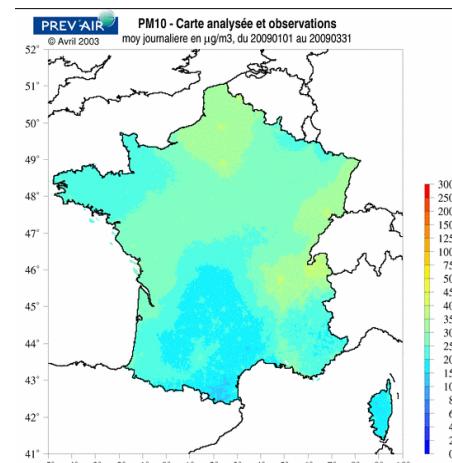
Les cartes présentées illustrent spatialement les moyennes des niveaux de particules PM₁₀ sur la France au cours de l'année et par saison (de l'hiver à l'automne de haut en bas) fondées sur les moyennes journalières. Ces illustrations résultent d'une combinaison entre simulation de modèle de qualité de l'air et observation du réseau de la BDQA.

Les teneurs moyennes journalières en PM₁₀ décroissent de l'hiver 2009 à l'automne. Les situations météorologiques propices aux pollutions apparaissent principalement en hiver sous conditions anticyclonique forte, avec une couche de mélange de faible épaisseur, concentrant les particules au dessus de la surface que les vents faibles ne dispersent pas. De surcroît, les températures basses engendrent plus d'émissions de ce polluant (chauffage).

Les périodes hivernale et printanière sont également propices à l'apparition d'épisodes de pollution en particules dus à la formation d'aérosols secondaires provenant des pratiques agricoles en Europe, l'utilisation d'engrais entraînant la production d'une forte composante en nitrates d'ammonium dans les particules.

La région Nord assez fortement affectée par des concentrations élevées en particules, illustre la complexité de la pollution résultant à la fois de processus locaux et également d'apports extérieurs à nos frontières.

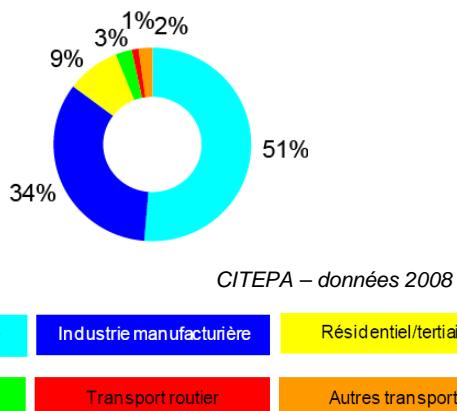
En été et automne, la météorologie est moins propice aux développements d'épisodes de pollution en particules.



Moyenne saisonnière des concentrations moyennes journalières en PM₁₀ pour l'hiver, le printemps, l'été et l'automne (de haut en bas)

LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

Sources d'émission



Le dioxyde de soufre est émis à 85 % 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.

Effets sanitaires

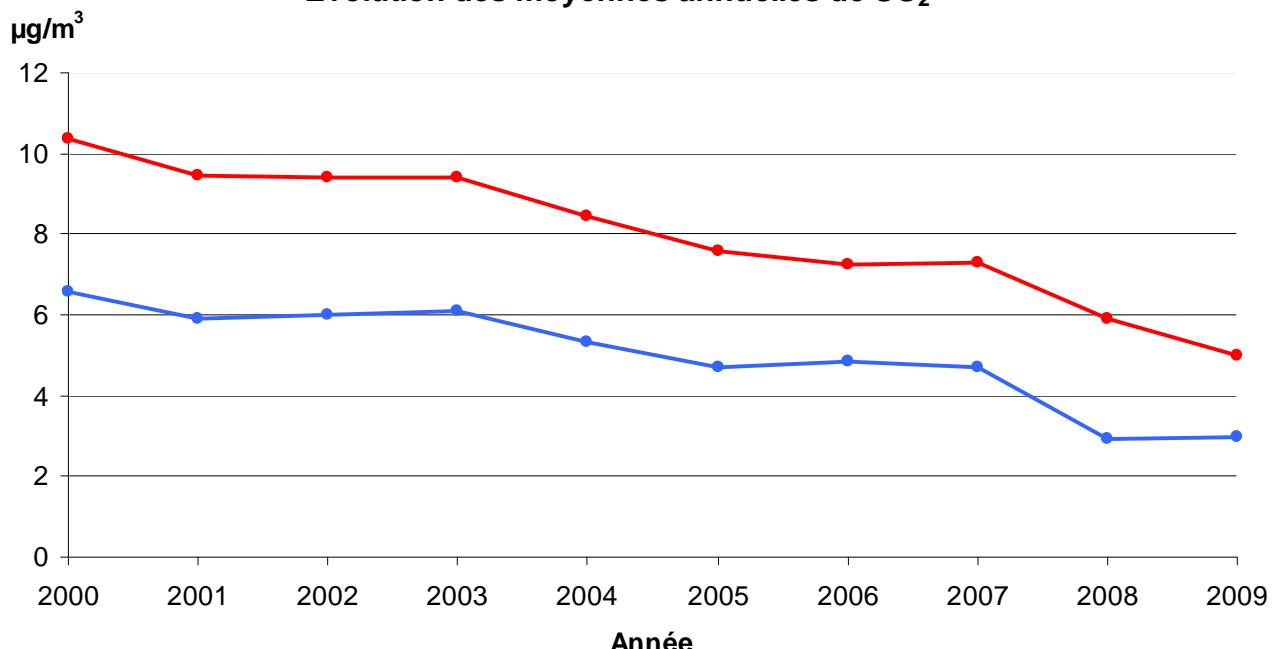
Le dioxyde de soufre est associé à de nombreuses pathologies respiratoires, souvent en combinaison avec les particules présentes dans l'air ambiant. Il peut entraîner des inflammations bronchiques, une altération de la fonction respiratoire et des symptômes de toux. Le SO₂, qui peut se transformer en sulfates dans l'air ambiant, concourt également au phénomène des pluies acides.

Evolution des concentrations de SO₂

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde de soufre en 2009 sont en légère baisse par rapport à celles de 2008 sur les sites industriels. Les moyennes annuelles enregistrées sont très inférieures à l'objectif de qualité (50 µg/m³ en moyenne annuelle).

Pour la première année depuis 2005, date limite de respect des valeurs limites imposées pour ce polluant par l'Union Européenne, aucun site ne dépasse la valeur limite en moyenne horaire (350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an) ou en moyenne journalière (125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).

Evolution des moyennes annuelles de SO₂



L'OZONE (O_3)

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

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.

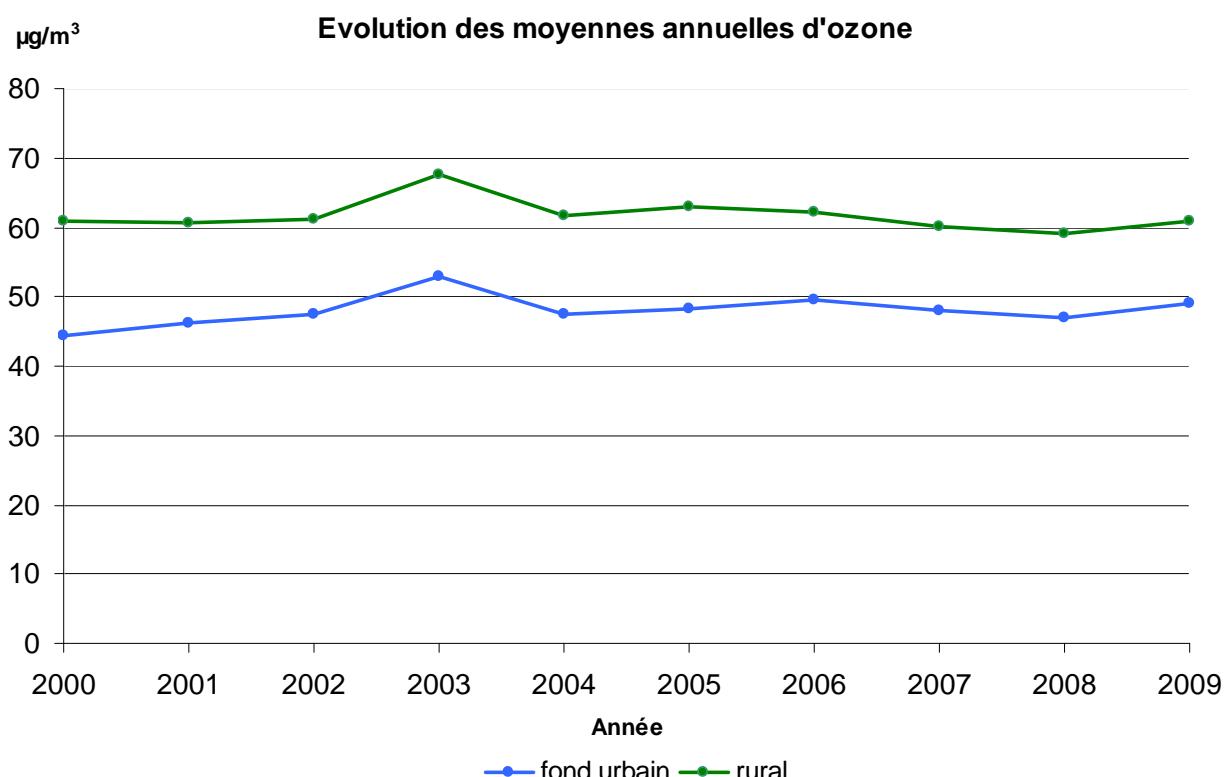
L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (le rendement des cultures par exemple) et sur certains matériaux.

variations 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.

Evolution des concentrations d'ozone

Les situations ensoleillées de l'été 2009 ont conduit à des niveaux élevés de pollution photochimique sur le territoire.

Sur une longue période, on peut constater 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 6 %.



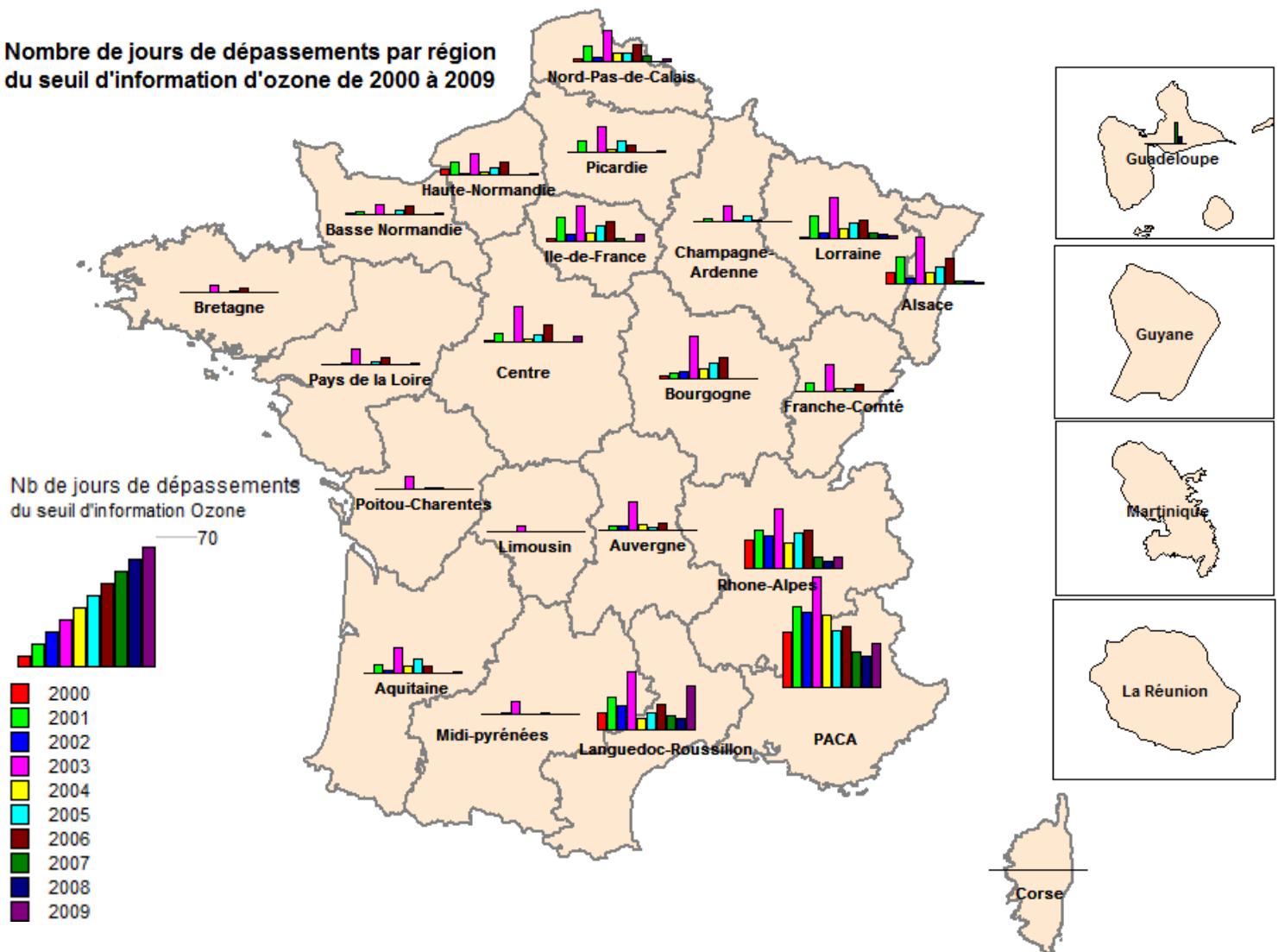
A noter que les concentrations observées sur les sites ruraux sont supérieures à celles observées sur les sites urbains ou périurbains du fait de la cinétique et des processus de formation de l'ozone.

Situation des sites de mesure en 2009 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 38 jours contre 33 en 2008 et 44 en 2007. Le seuil d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire) a été dépassé

pendant 5 jours en Aquitaine (1 jour), en Rhône-Alpes (1 jour) et en Provence Alpes Côte d'Azur (3 jours).

Nombre de jours de dépassements par région du seuil d'information d'ozone de 2000 à 2009

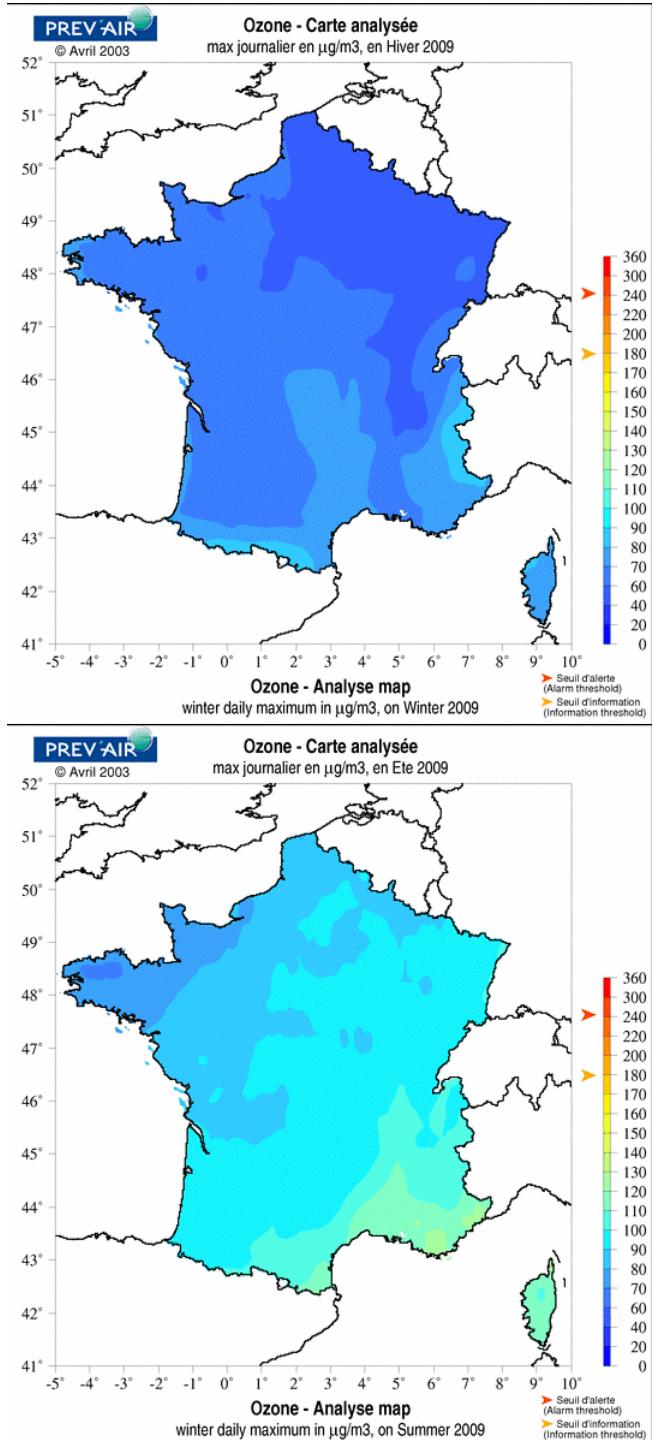


Variation des concentrations en ozone en fonction des saisons

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 la BDQA.

La production d'ozone, à partir de ses précurseurs (émis par les activités humaines et industrielles ainsi que par la végétation) combiné à l'activité solaire est d'intensité nettement plus importante en période estivale qu'en période hivernale. Ces niveaux plus élevés en été qu'en hiver sont principalement dus à la météorologie très variable en latitude qui engendre des différences marquées entre le Nord et le Sud. Pour l'été, la région Provences-Alpes-Côte d'Azur apparaît comme la zone en France la plus affectée par des concentrations élevées alors que l'Ouest de la France, moins ensoleillé et plus pluvieux, affiche des concentrations plus faibles. Les écarts entre ces deux régions sont en moyenne de 50-60 µg/m³ sur le maximum quotidien d'ozone. Une répartition latitudinale des disparités géographiques est assez stable d'une saison à l'autre, à l'exception de l'Est qui devient la zone la moins polluée, mais les disparités géographiques sont moins marquées que dans le cas de l'été. Ainsi, les écarts maximums entre les moyennes des pics journaliers en hiver atteignent 30-40 µg/m³.

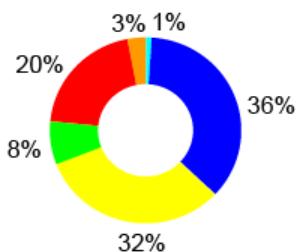
Il est à noter que les cartes moyennées, par définition, lisent les pointes de pollution au cours desquelles des dépassements du seuil d'information peuvent être enregistrés. Toutes les régions françaises sont susceptibles d'être ponctuellement concernées par l'occurrence de tels épisodes. L'année 2009 a connu plusieurs événements de pollution à l'ozone durant l'été d'intensité importante.



Moyenne des maximums journaliers d'ozone pour l'hiver 2009
en haut et pour l'été 2009 en bas

LE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Sources d'émission



CITEPA – données 2008

Effets sanitaires

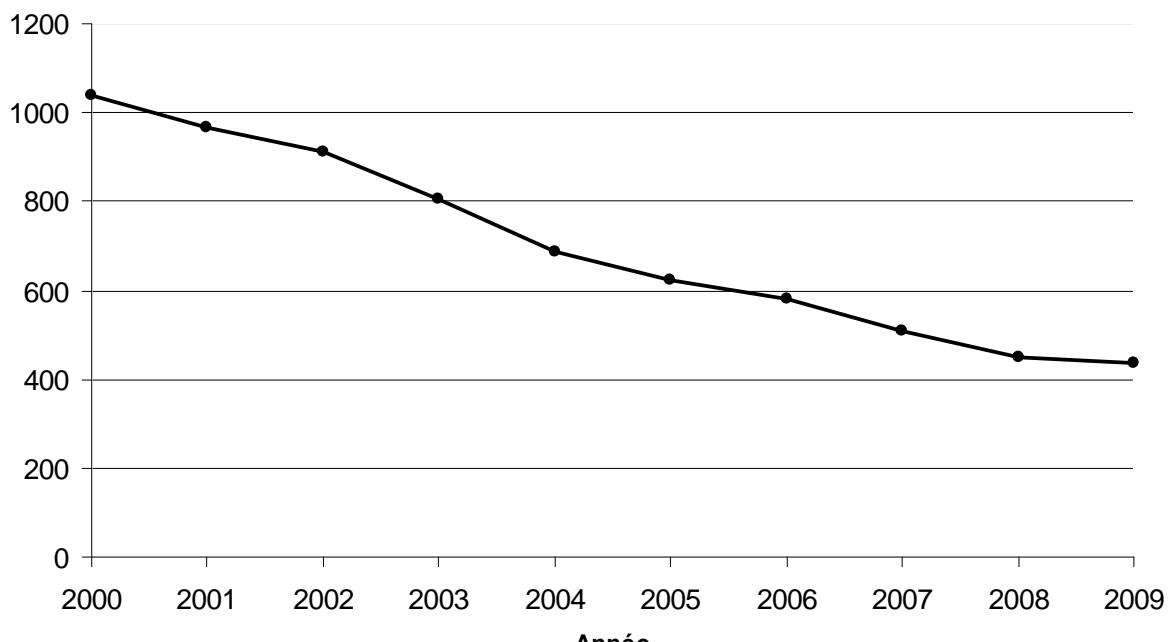
Le monoxyde de carbone présent dans l'air se fixe sur l'hémoglobine et peut entraîner des troubles respiratoires, des effets asphyxiants, des maux de tête et des troubles cardiaques.

Evolution des concentrations de CO

Les concentrations dans l'air ambiant diminuent également et sont faibles (moins de 1 mg/m³ en moyenne annuelle). Ainsi, aucun dépassement de la valeur limite (10 mg/m³ sur 8 heures glissantes) n'est constaté en 2009.

Les émissions de monoxyde de carbone sont en baisse depuis 1973 (source CITEPA). En 2008, elles étaient principalement dues secteur résidentiel-tertiaire, à l'industrie manufacturière et au transport routier.

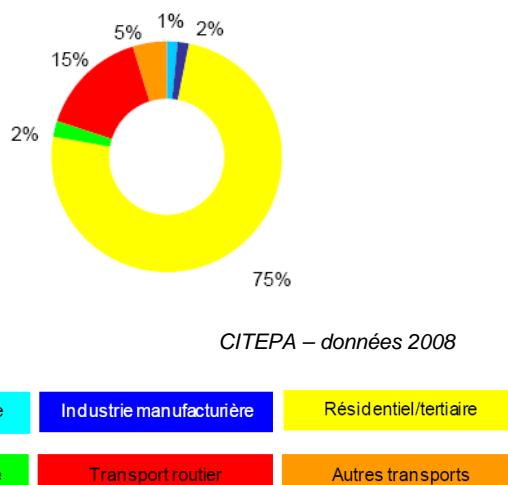
Evolution de la moyenne annuelle de monoxyde de carbone pour les sites de proximité automobile



Source : BDQA

LE BENZÈNE (C₆H₆)

Sources d'émission



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

Evolution des concentrations de benzène

Le benzène est un polluant dont la surveillance est relativement récente. On constate entre 2001 et 2009 que les concentrations annuelles ont

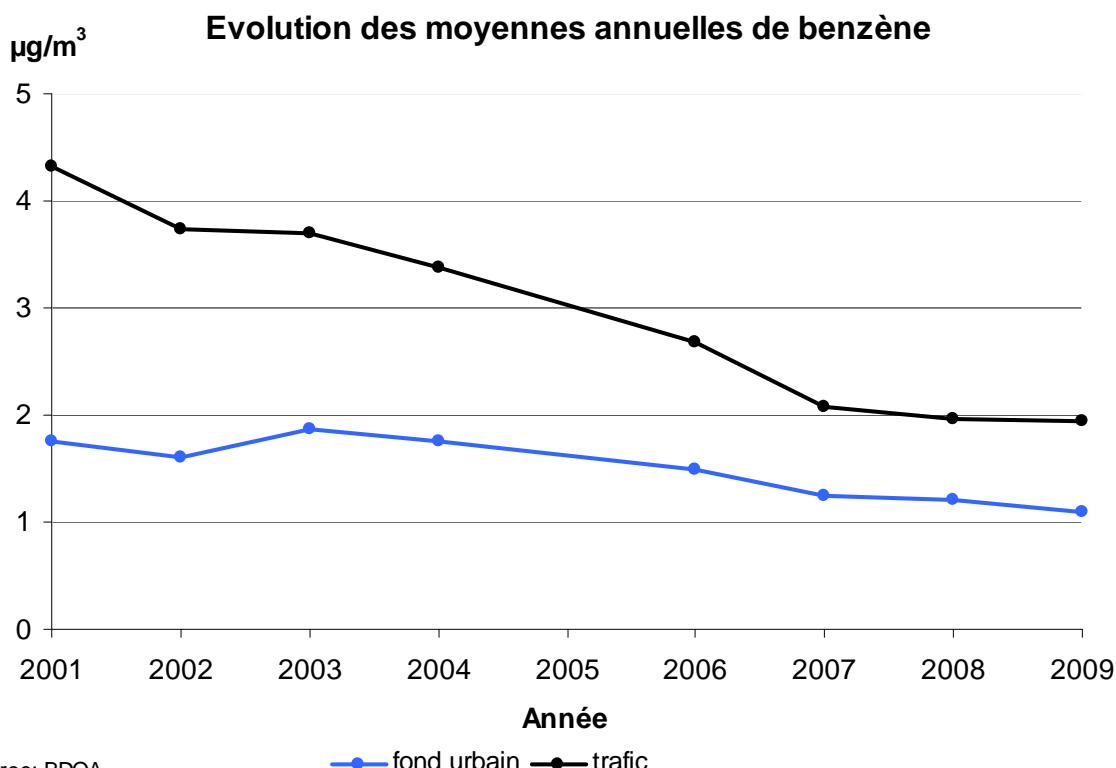
nettement diminué en site trafic et à proximité des sites industriels, et qu'elles sont relativement stables en sites urbains. Cette baisse en site trafic s'explique en partie par la limitation du taux de benzène dans l'essence suite à la réglementation européenne mise en application à partir du 1^{er} janvier 2000 (directive 98/70/CE du 13 octobre 1998).

En 2009, l'ensemble des moyennes annuelles est inférieur à la valeur limite de 6 µg/m³.

Effets sanitaires

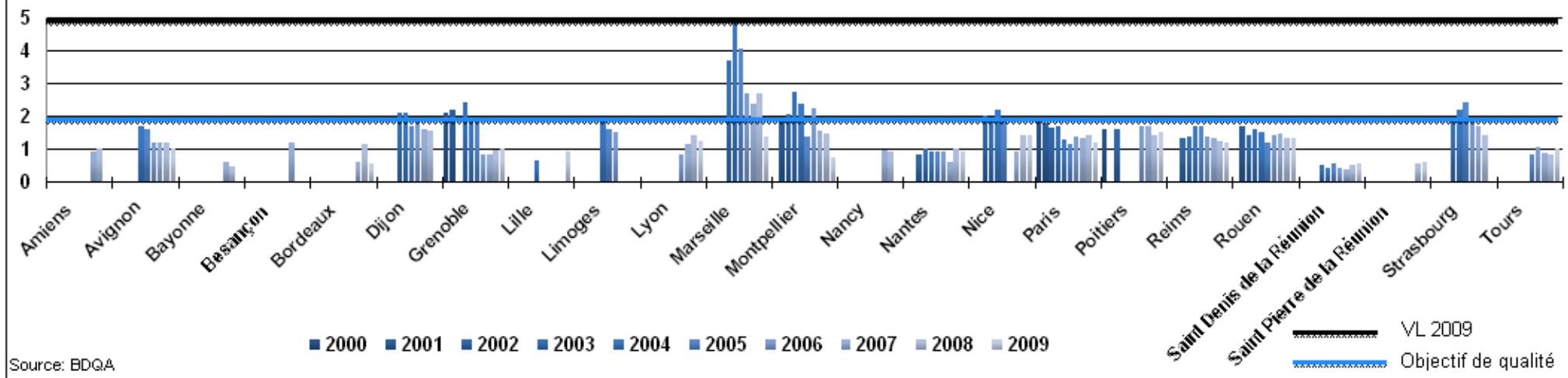
Le benzène est l'un des composés les plus nocifs de la famille des composés organiques volatils (COV). Il présente en effet des risques cancérogènes.

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.

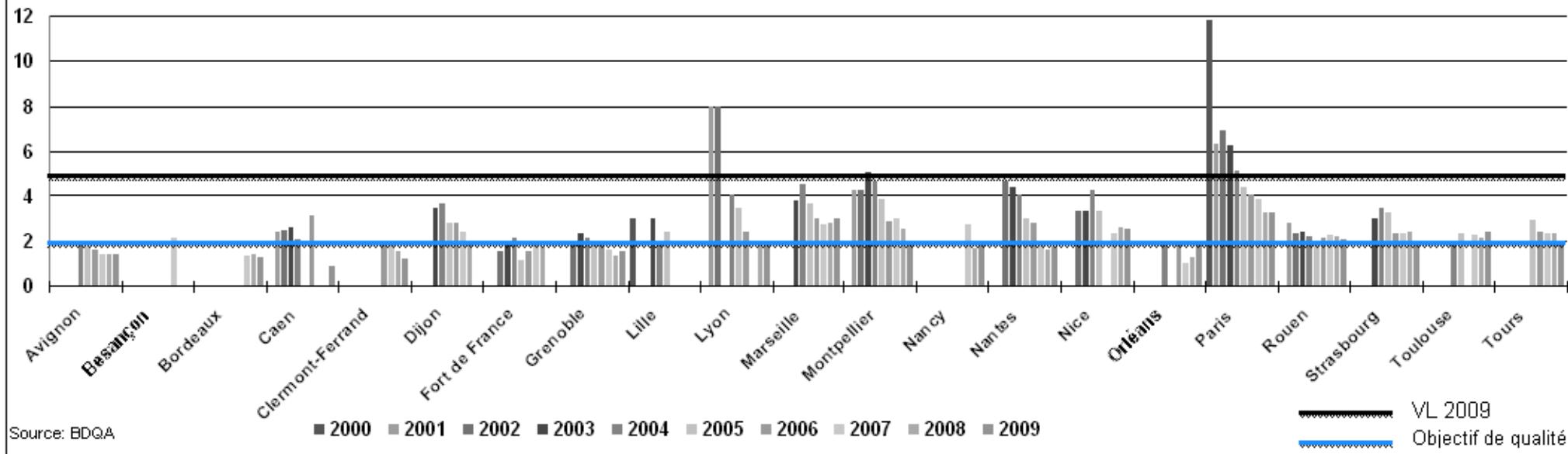


Source: BDQA

Evolution des concentrations moyennes annuelles de benzène sur des sites urbains de fond dans des agglomérations françaises de 2000 à 2009



Evolution des concentrations moyennes annuelles de benzène sur des sites trafic dans des agglomérations françaises de 2000 à 2009



Nota : Les évolutions des moyennes annuelles indiquées par agglomération sur la carte ci-dessus sont établies à partir d'échantillons évolutifs de stations.

LES MÉTAUX LOURDS

La suppression de l'utilisation de plomb tétraéthyle dans les essences depuis le 1^{er} 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 µg/m³, 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 µg/m³ en moyenne annuelle. La concentration la plus élevée a été enregistrée sur un site industriel dans la commune de Toulouse (0,235 µg/m³ en moyenne annuelle).

Les autres métaux lourds (cadmium, nickel, arsenic et mercure), réglementés par la directive du 15 décembre 2004, sont mesurés 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 du site industriel des Ancizes en Auvergne qui enregistre pour le nickel une moyenne annuelle de 49 ng/m³, en augmentation par rapport à 2008.

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.

Les sources principales d'émissions de HAP sont le résidentiel et le tertiaire (68 %), avec tout particulièrement le chauffage au bois, et le transport routier (25 %) (données 2008 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 cancérogène. Certains HAP peuvent également affecter le système immunitaire.

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 très récente et en l'état actuel des données disponibles sur 35 sites de prélèvement, seuls 3 sites industriels ont dépassé la valeur cible fixée à 1 ng/m³. Ces sites se situent dans l'agglomération lyonnaise (1,2 ng/m³) et dans la vallée de la Tarentaise en Haute-Savoie (1,3 et 1,7 ng/m³).

LES ÉPISODES DE POLLUTION OBSERVÉS EN 2009

L'analyse météorologique de l'année 2009 est réalisée d'après Météo France :
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 2009 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.

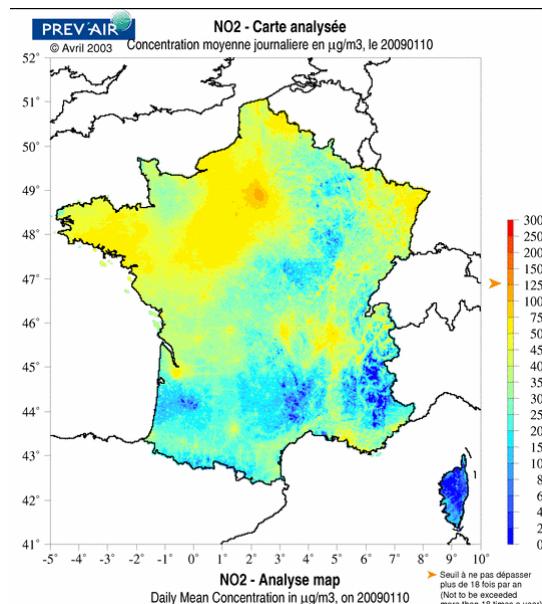
Débutée froidement en janvier et février, l'année 2009 a connu ensuite des températures globalement supérieures aux normales de mars à novembre avant de se terminer fraîchement en décembre. Avec une température moyenne supérieure à la normale de 0,8 °C, l'année 2009 se situe en France métropolitaine au neuvième rang des années les plus chaudes depuis 1900. Toutefois, ce diagnostic global sur la France est à nuancer selon les régions : les températures moyennes annuelles ont dépassé plus nettement

les normales sur la moitié Sud du pays, mais ont été beaucoup plus proches de celles-ci sur l'Ouest.

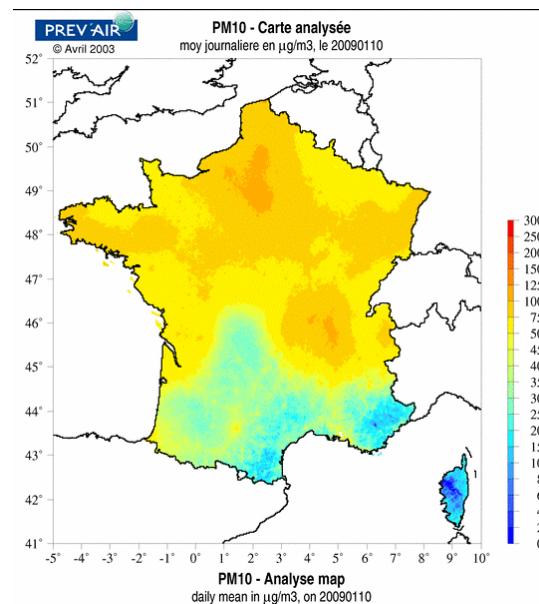
Janvier 2009

Avec une température moyenne inférieure de 1,2°C à la normale, l'hiver 2008-2009 se positionne au troisième rang des hivers les plus froids de ces vingt dernières années. Début 2009 en particulier, une période de froid intense s'installe sur l'Europe soutenue par des conditions anticycloniques très stables qui favorisent l'accumulation des polluants à proximité du sol. L'épaisseur de la couche limite atmosphérique très faible et les vents quasi-nuls dégradent la qualité de l'air, d'autant que les besoins en chauffage thermique du secteur résidentiel entraînent pendant plusieurs jours une augmentation importante d'émissions de polluants et notamment de particules. En conséquence, un épisode de particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) mais aussi de NO_2 se déploie sur les villes, avec une diffusion vers les zones rurales et persiste pendant plus d'une quinzaine de jours (entre le 1^{er} et le 18 janvier), culminant à des niveaux très élevés le 10 janvier.

A l'exception de quelques zones du Sud de la France, la majorité du territoire français est en particulier affecté par des teneurs en PM_{10} supérieures à 50 $\mu g/m^3$ et des panaches plus marqués apparaissent en région parisienne et en Rhône-Alpes.

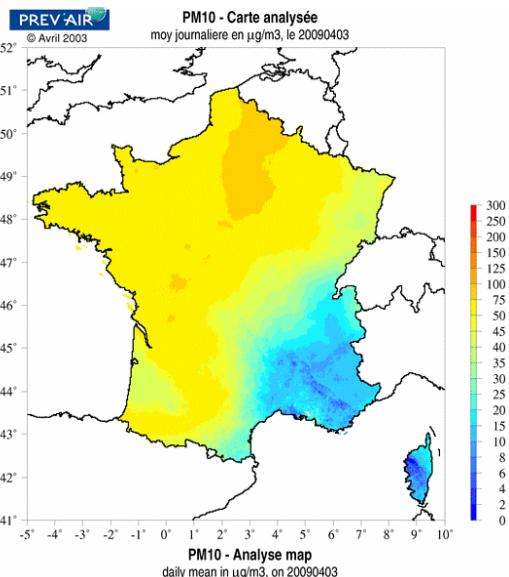


Moyenne journalière des concentrations de NO_2 à gauche et de PM_{10} à droite sur la France le 10 janvier 2009



Fin mars – début avril 2009

Le second épisode important de l'année est apparu à la fin mars et au début du mois d'avril, en lien avec des conditions météorologiques douces pour la saison et un ensoleillement important pendant plusieurs jours. Une situation mise à profit par les agriculteurs pour épandre leurs engrains, qui avec les températures élevées rejettent dans l'atmosphère des quantités importantes d'ammoniac. Ces émissions contribuent à augmenter la part des nitrates d'ammonium dans les aérosols et accroissent les concentrations de particules dans l'air entraînant des épisodes de pollution importants. Toutefois, cette pollution ne résulte pas uniquement des pratiques agricoles françaises, mais d'une combinaison de celles-ci avec celles de nos voisins européens et notamment l'Allemagne et le Bénélux. Le 4 avril, à l'exception du quart Sud-Est de la France, le pays est touché par des concentrations supérieures à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec des valeurs plus importantes dans le Nord et le bassin Parisien.



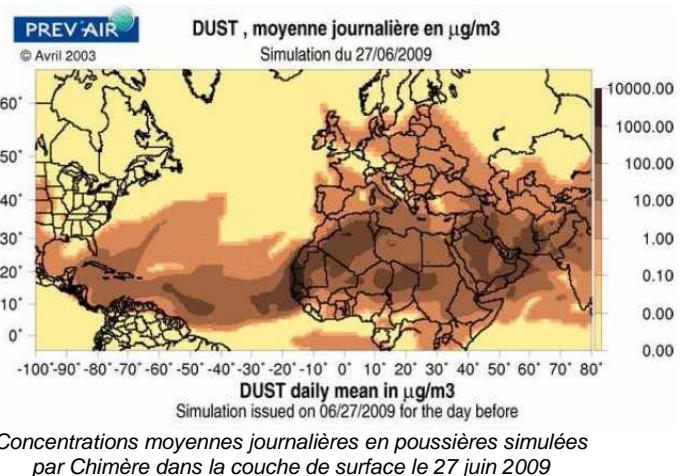
Moyenne journalière des concentrations de PM_{10} sur la France
le 4 avril 2009

Juin 2009

La Guadeloupe et la Martinique sont régulièrement affectées par l'arrivée de panaches chargés en poussières telluriques en provenance des zones arides et désertiques de l'Afrique saharienne. Ces poussières, sous l'influence des vents intercontinentaux, traversent l'océan Atlantique et viennent toucher les Antilles, contribuant aux niveaux de pollution enregistrés.

Le premier épisode de l'été, observé en juin, s'est caractérisé par un apport important de particules

désertiques venues s'ajouter à la pollution locale et contribuer presque exclusivement aux dépassements des normes réglementaires pour les PM_{10} aux Antilles.



Eté 2009

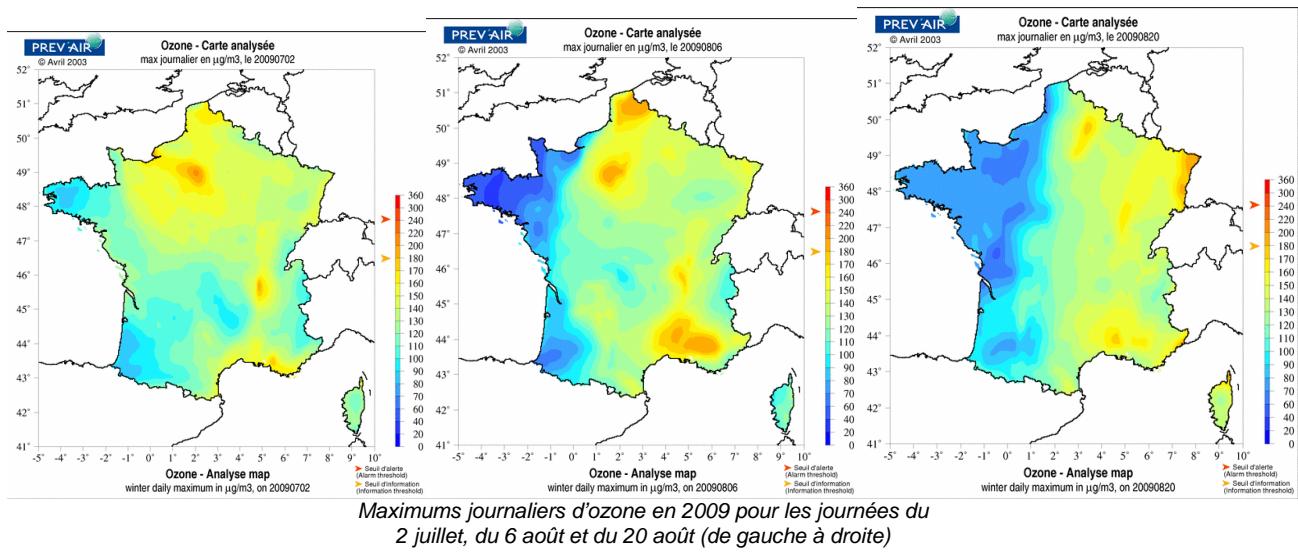
Si les températures moyennées sur la saison ont été proches des normales sur la Bretagne, elles ont été partout ailleurs supérieures à celles-ci. Avec une anomalie de température moyenne de $+1,3^\circ\text{C}$ sur la France, l'été 2009 se situe au cinquième rang des étés les plus chauds depuis 1950.

En lien avec ces fortes températures engendrées par la présence d'un important anticyclone au-dessus de l'Europe, à l'origine d'une faible dispersion des masses d'air propice à l'accumulation des polluants dans l'air, plusieurs épisodes d'ampleur nationale, au cours desquels les concentrations en ozone ont atteint des niveaux excédant les seuils réglementaires, ont émaillé l'été :

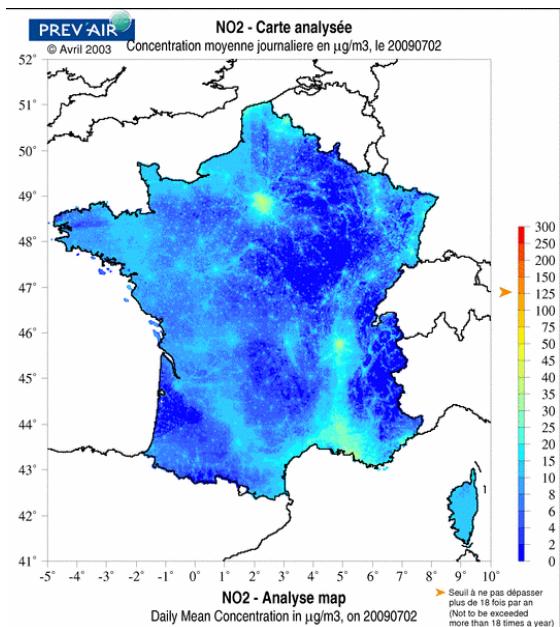
- du 29 juin au 4 juillet ;
- du 5 août au 7 août ;
- du 17 août au 22 août.

La situation a perduré plusieurs jours durant chacune de ces périodes jusqu'à l'arrivée d'une dépression dissipant les teneurs élevées en ozone.

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



Le 2 juillet 2009, les concentrations en NO_2 ont également présenté des niveaux un peu plus élevés que la normale pour la saison. La situation anticyclonique pendant cette journée, déjà fortement polluée à l'ozone, a engendré des vents relativement faibles impliquant une stagnation du dioxyde d'azote sur les zones d'émissions principalement urbaines.



LES POLLENS

La surveillance aéropollinique est assurée en France par le réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA), qui assure les mesures, les analyses et la diffusion des résultats.

L'année 2009 s'est révélée bonne pour l'ambroisie et à contrario, mauvaise pour les personnes allergiques. La floraison a en effet commencé cinq à six jours plus tôt que la moyenne des années précédentes, sa présence s'est étendue en particulier le long des axes routiers et les taux de pollens ont augmenté dans des régions connues comme peu infestées ainsi que le montrent les résultats de la surveillance aéropollinique.

L'allergie aux pollens touche environ 15 % de la population française. Si les premiers symptômes de la pollinose sont une rhino-conjonctivite, très rapidement elle entraîne fatigue, problèmes de concentration, absentéisme à l'école ou au travail et peut évoluer vers un asthme. Pour prévenir les allergies, l'Etat a souhaité réduire les risques liés à l'exposition aux pollens (PNSE2) en assurant la surveillance de l'indice pollinique, en organisant une information anticipée des personnes allergiques sur les risques d'exposition, en développant des campagnes d'information du public et des collectivités sur le caractère allergisant de certaines espèces. De plus, l'Etat s'est engagé fortement dans la lutte contre l'ambroisie en sensibilisant les élus, les gestionnaires des infrastructures de transport et les particuliers à la lutte contre cette plante et en mettant à leur disposition des informations sur les bonnes pratiques de lutte, en réglementant certaines mesures de lutte et en favorisant la coordination européenne pour une plus grande efficacité.

Des informations complémentaires peuvent être obtenues aux liens suivants :

www.pollens.fr
www.rnsa.fr
www.ambroisie.fr

POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Concernant les interactions entre **pollution atmosphérique et changement climatique** il est généralement pertinent de se focaliser sur l'ozone et ses précurseurs (le méthane en particulier qui est un gaz à effet de serre et les composés organiques volatiles), ainsi que sur les particules et leurs précurseurs (oxydes d'azote, ammoniac, composés organiques volatiles). Les actions et rétroactions qu'engendrent ces polluants sont par convention classées en trois catégories :

- Les effets directs : effet de blocage ou d'absorption directe du rayonnement incident en fonction de la nature du composé,
- Les effets semi-directs : l'absorption du rayonnement solaire par certains aérosols conduit à modifier la température de l'atmosphère et empêche ou réduit la formation des nuages,
- Les effets indirects : les aérosols sont à l'origine de la formation des nuages qui contribuent à la protection de l'atmosphère vis-à-vis du réchauffement, mais ils peuvent aussi contribuer à leur évaporation.

Ces quelques exemples montrent la complexité des phénomènes physiques et chimiques à appréhender pour comprendre l'influence des polluants atmosphériques sur le climat. De nombreuses incertitudes existent encore dans les modèles : la chimie de certains composés particulaires, la formation/évaporation des nuages, les effets des concentrations de CO₂ sur les émissions de composés organiques par la végétation font toujours l'objet d'études et de recherche.

Réciproquement, l'influence du changement climatique et des paramètres qui le caractérisent (housse des températures, circulation des masses d'air, abondance des précipitations) sur la pollution atmosphérique est aussi largement investiguée. De nombreuses études consacrées à la « régionalisation » du climat permettent de simuler l'évolution des variables climatiques pour les décennies à venir sur l'Europe.

Ainsi les modèles montrent que si les émissions anthropiques de polluants atmosphériques restent constantes, les concentrations d'ozone d'ici à la fin du siècle augmenteraient significativement en Europe de l'Ouest, de même que le nombre de dépassements des valeurs réglementaires. Concernant les concentrations de particules, la situation serait plus contrastée selon les zones géographiques et les saisons.

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 2010 : « 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 :

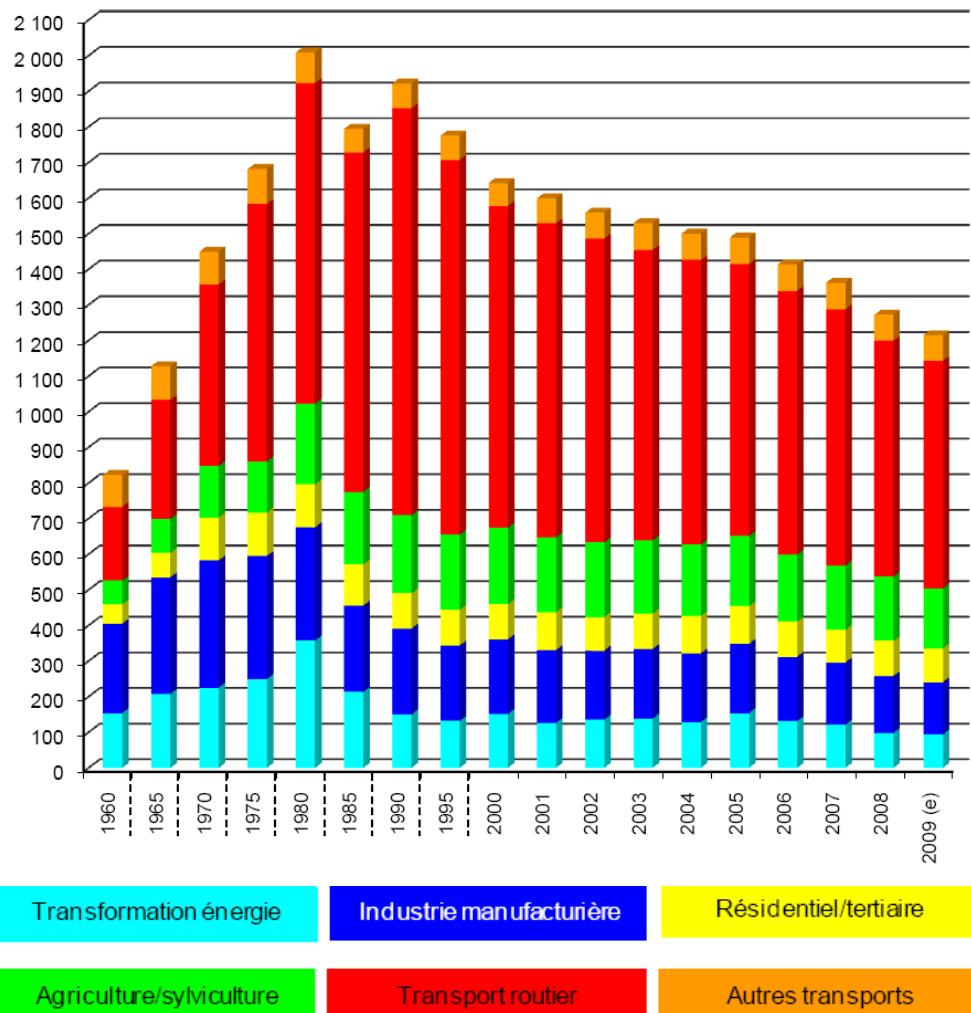
<http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm>

Nota :

- *Les émissions sont présentées par secteur et concernent la France métropolitaine.*
- *Les données pour l'année 2009 correspondent à des estimations préliminaires.*

1- OXYDES D'AZOTE

(en kilotonnes)



Commentaire :

Les émissions de NO_x en 2008 représentent 1 272 kt, soit une réduction de 7% par rapport à 2007 (-90 kt). Depuis 1960, le niveau d'émission le plus élevé a été observé en 1980 (2 009 kt).

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NO_x puisqu'il représente en 2008, 52% des émissions de la France métropolitaine. Depuis 1993, la baisse observée dans le secteur du transport routier est imputable à l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques. Par ailleurs, l'entrée en vigueur de la norme EURO III pour les poids lourds en 2002 et de la norme Euro 4 en 2005 pour les véhicules particuliers, accompagnée d'une stabilité du parc roulant sur la période 2002-2007 (augmentation inférieure à 1%), et même d'une baisse en 2008 (-1,8%), contribue à diminuer les émissions de NO_x.

L'industrie manufacturière représente la deuxième source d'émission avec 12,5% des émissions de la France métropolitaine en 2008. Ces émissions ont baissé de 34% depuis 1990.

La transformation d'énergie (8% des émissions de la France métropolitaine en 2008) a connu une forte augmentation de ses émissions dans les années 60 et 70 pour atteindre leur niveau maximal (358 kt) en 1980. Depuis 1990, elles sont orientées à la baisse (-34% entre 1990 et 2008 et -19% entre 2007 et 2008). La principale contribution est le secteur de la production d'électricité suite à la hausse de la demande (meilleur confort

et développement du matériel électroménager dans les foyers, etc.).

Pour ces deux derniers secteurs, la réduction des émissions s'explique, entre autre, par les progrès réalisés par les industriels depuis 1980, en particulier du fait d'une meilleure performance des installations industrielles, par la mise en place du programme électronucléaire, par le renouvellement du parc des engins mobiles non routiers de l'industrie et particulièrement dans le sous-secteur du BTP et par la mise en place dans certaines centrales thermiques de système de traitement du fait de la mise en œuvre des textes transposant la directive sur les grandes installations de combustion (nouvelles valeurs limites d'émission à respecter à partir de 2008).

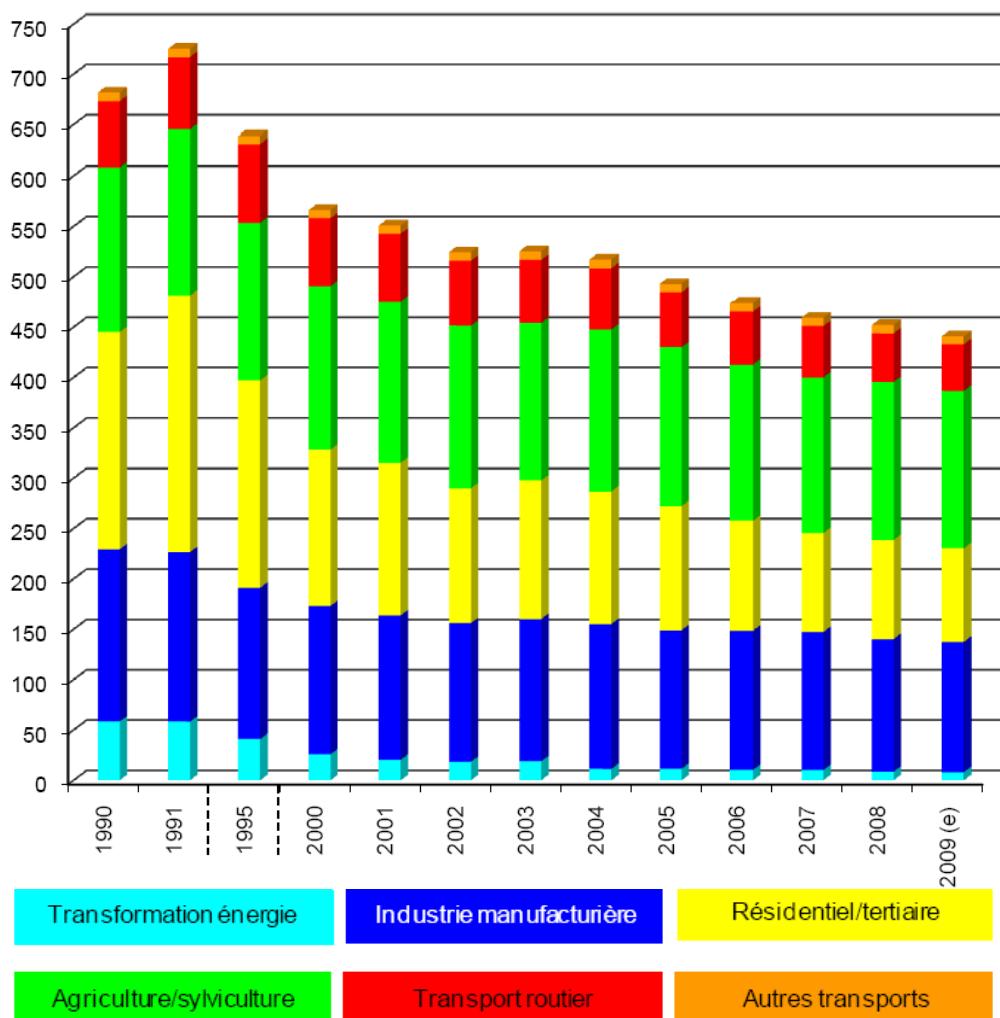
Les émissions du secteur de l'agriculture/sylviculture (troisième source avec 14,2% des émissions en 2008) sont induites, pour environ 38%, par les sols agricoles suite à l'utilisation de fertilisants azotés et, le reste, par la combustion de produits pétroliers. Les émissions de ce secteur ont baissé de 17,4% depuis 1990 (-38 kt) du fait conjointement du renouvellement du parc des tracteurs et des autres engins et de la réduction de la quantité d'engrais azotés utilisée.

L'objectif 2010 prévu par la directive plafonds d'émissions nationaux est de 810 kt. Un renforcement des mesures, d'une part, permettrait d'atteindre plus rapidement l'objectif et, d'autre part, serait en adéquation avec l'atteinte de futurs objectifs plus ambitieux.

2- PARTICULES

PM₁₀

(en kilotonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀) en France métropolitaine représentent 452 kt.

Tous les secteurs contribuent aux émissions de ce polluant, soit par ordre de prédominance en 2008 :

- l'agriculture/sylviculture (34,7%), en particulier les cultures (64,4% du secteur),
- l'industrie manufacturière (29,1%), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction (49,7% du secteur),
- le résidentiel/tertiaire (21,8%), en particulier la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul,
- le transport routier (10,7%),
- la transformation d'énergie (1,9%),
- les autres transports (hors transport routier) (1,8%).

La répartition varie légèrement en fonction de l'année considérée.

Ces émissions sont en baisse de 33,7% entre 1990 et 2008 (soit une réduction de 230 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).

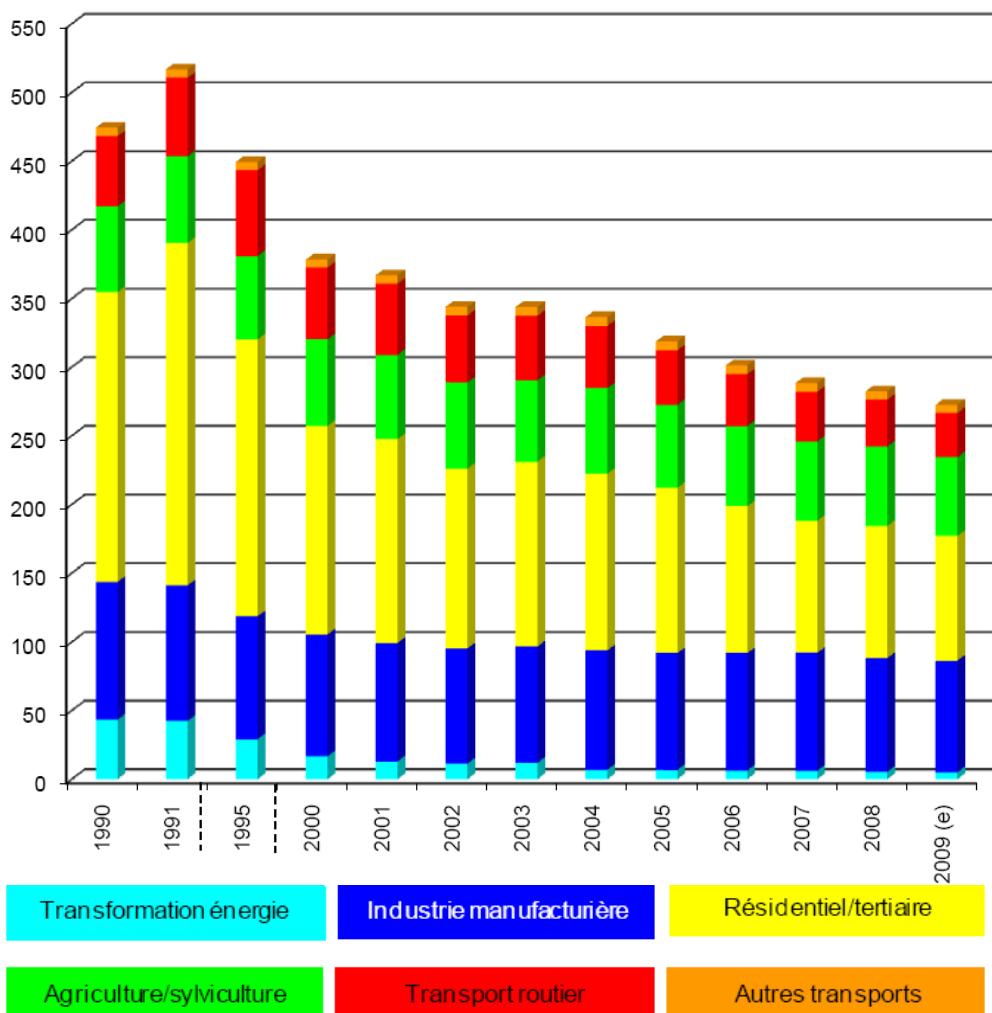
Cette baisse est observée dans tous les secteurs sauf pour les "autres transports" (tous modes sauf routier) où les émissions sont stables sur cette même période.

Cette baisse est engendrée, d'une part, par les progrès réalisés par les techniques de dépoussiérage en sidérurgie, d'autre part, par les effets de structure, notamment l'amélioration des technologies pour la combustion de la biomasse et enfin par l'arrêt de l'exploitation des mines à ciel ouvert en 2002 et des mines souterraines en 2004.

2- PARTICULES (suite)

PM_{2,5}

(en kilotonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions de particules de diamètre inférieur à 2,5 microns (PM_{2,5}) représentent 282 kt.

Les émissions sont induites par tous les secteurs qui sont par ordre d'importance en 2008 :

- le résidentiel/tertiaire avec 34,1% des émissions totales de la France métropolitaine,
- l'industrie manufacturière 29,4%,
- le secteur de l'agriculture/sylviculture 20,5%,
- le transport routier 12,0%,
- les autres transports (hors routier) 2,1%,
- la transformation d'énergie 1,9%.

Au sein de ces secteurs, les émissions proviennent, d'une part, de la combustion du bois 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.

Sur la période 1990-2008, les émissions ont baissé de 40,5% (soit une réduction de 192 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.

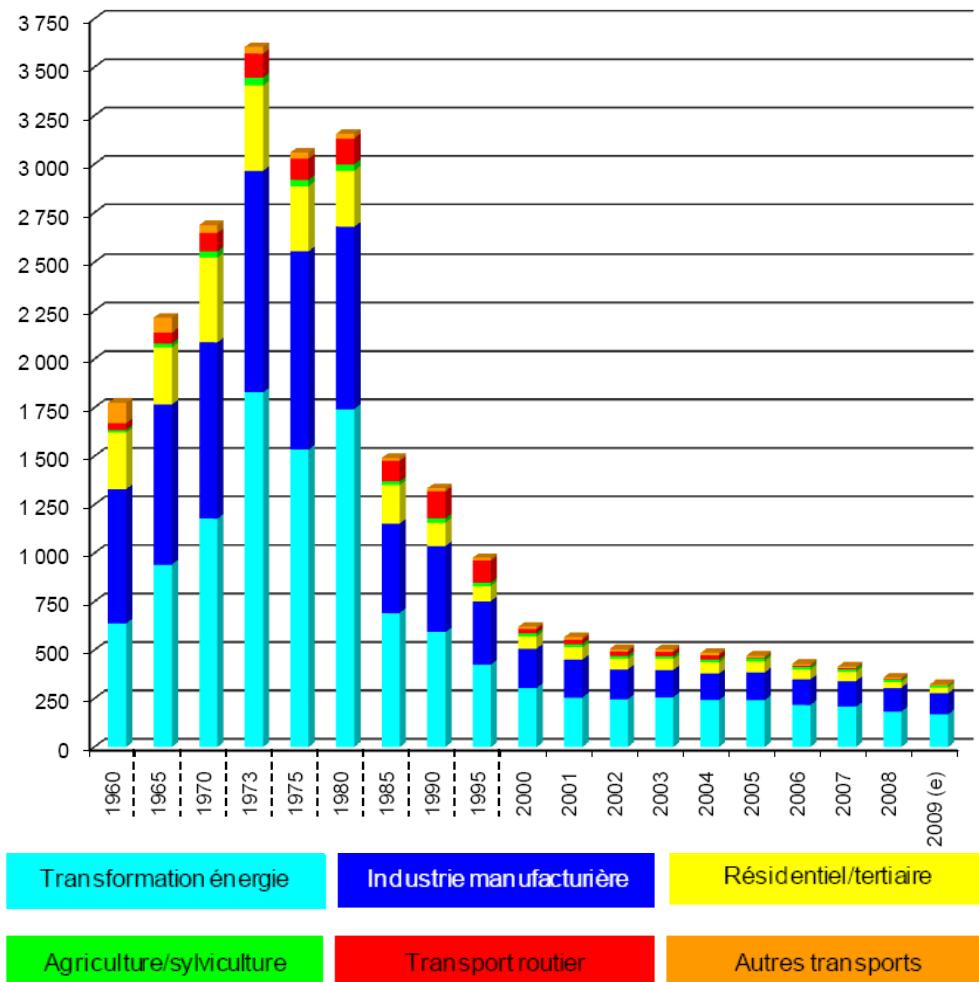
Cette baisse est observée dans tous les secteurs sauf celui des autres transports (hors transport routier) qui connaît une stabilisation de ses émissions.

Cette baisse est engendrée par plusieurs causes :

- les progrès réalisés par les techniques de dépoussiérage en sidérurgie,
- les effets de structure, notamment l'amélioration
- l'arrêt de l'exploitation des mines à ciel ouvert en 2002 et des mines souterraines en 2004.

3- DIOXYDE DE SOUFRE

(en kilotonnes)



Commentaire :

L'année 2008 représente avec 358 kt de SO₂ le niveau le plus faible jamais atteint depuis 1960 (baisse de 13,7% par rapport à 2007).

Le secteur le plus contributeur de SO₂ est la transformation d'énergie avec plus de 51% des émissions de la France métropolitaine en 2008, principalement du fait du raffinage de pétrole et de la production d'électricité.

Depuis 1990, les émissions ont baissé de 73% (-976 kt) et de 89% depuis 1980 (-2 723 kt). De plus, 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 œuvre du programme électronucléaire,
- les actions mises en place visant à économiser l'énergie,
- les dispositions réglementaires environnementales mises en œuvre, 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) et la mise en conformité des Grandes Installations de Combustion (GIC) 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

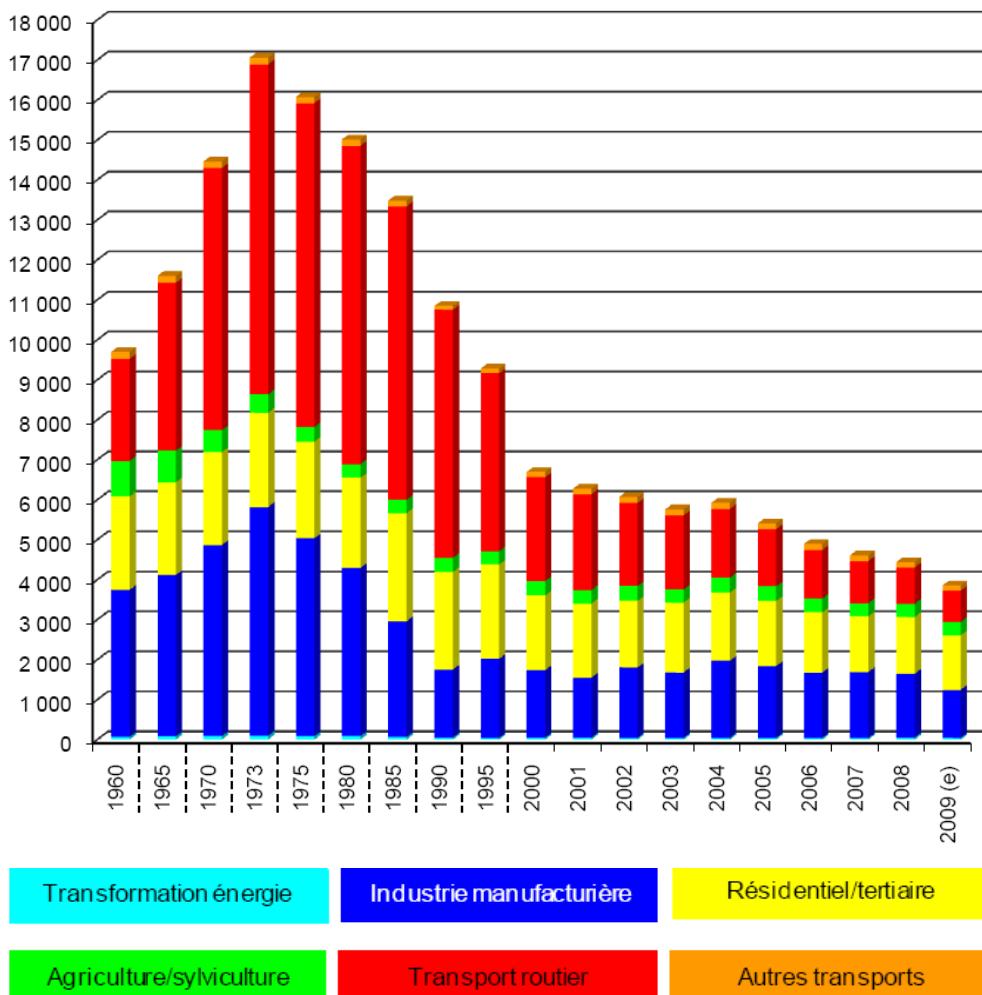
l'amélioration du rendement énergétique des installations.

Dans cette tendance générale à la baisse des émissions, les années 1991, 1998 en particulier constituent des épiphénomènes liés à la conjoncture climatique (années plus froides) et/ou technique (moindre 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 que la crise économique en 2008/2009 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.

La tendance de fond, orientée à la baisse, devrait continuer à se poursuivre au cours des prochaines années grâce à la mise en œuvre de réglementations visant à séviriser les valeurs limites d'émission des GIC notamment et à diminuer la teneur en soufre des combustibles liquides, en particulier pour le gazole et l'essence à partir de 2009i. Ceci a permis d'atteindre avec deux ans d'avance l'objectif assez contraignant prévu pour 2010 par la directive plafonds d'émissions nationaux (375 kt).

4- MONOXYDE DE CARBONE

(en kilotonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions totales de CO en France métropolitaine s'élevaient à 4 435 kt, avec la répartition sectorielle suivante :

- 36,0% pour l'industrie manufacturière,
- 32,0% pour le résidentiel/tertiaire,
- 20,4% pour le transport routier,
- 7,5% pour l'agriculture/sylviculture,
- 3,0% pour les autres transports,
- 1,0% pour la transformation d'énergie.

Après avoir connu une forte augmentation de 1960 à 1973 inclus (+7 355 kt soit une hausse de 76%), les émissions sont globalement en baisse depuis (-12 619 kt entre 1973 et 2008 soit une réduction de 74%). Ces fluctuations s'expliquent, d'une part, par les fortes variations de production dans le secteur sidérurgique (fonte, acier, aggloméré) associées à la baisse

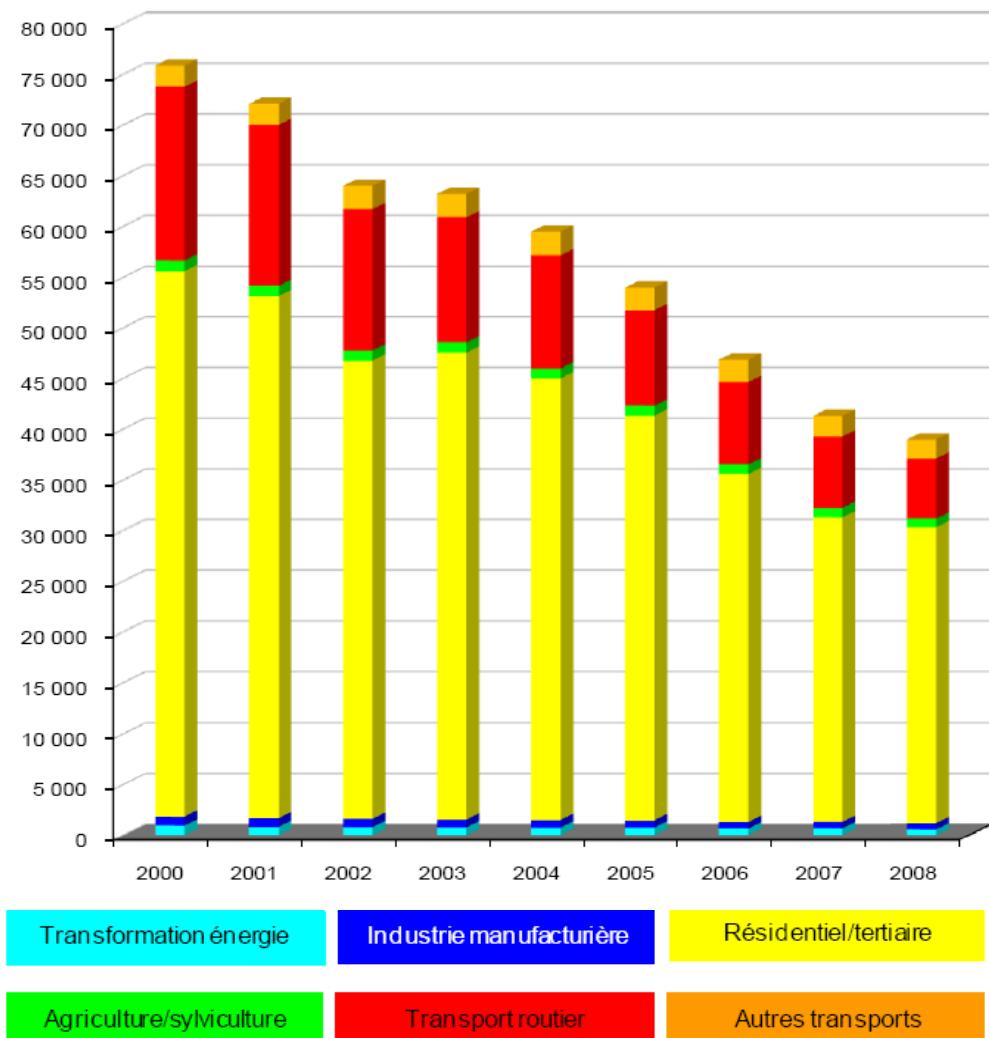
progressive du facteur d'émission pour ces mêmes activités et, d'autre part, par les normes environnementales imposées sur les véhicules routiers au début des années 1970 puis la mise en place de pots catalytiques à compter de 1993 pour les véhicules essence et 1997 pour les véhicules diesel.

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

Sur l'ensemble de la période, tous les secteurs d'activité connaissent une baisse importante de leurs émissions, sauf celui de la transformation d'énergie, essentiellement en raison 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 cancérogène classé R45. En 2008, les émissions de benzène s'élèvent selon les dernières estimations effectuées à 38,9 kt soit 3,6% des émissions totales de COVNM en France métropolitaine pour lesquelles une spéciation de COVNM a été déterminée. Le principal secteur émetteur de benzène est le résidentiel/tertiaire (74,7%) en particulier du fait de la combustion du bois, suivi du transport routier avec 15,2%.

La part du benzène dans les émissions de COVNM propre à chaque secteur est variable. Ainsi, en 2008, cette part atteint 8,6% pour le résidentiel/tertiaire, 3,7% pour le transport routier, 4,8% pour les autres transports et 1,2% pour la transformation d'énergie.

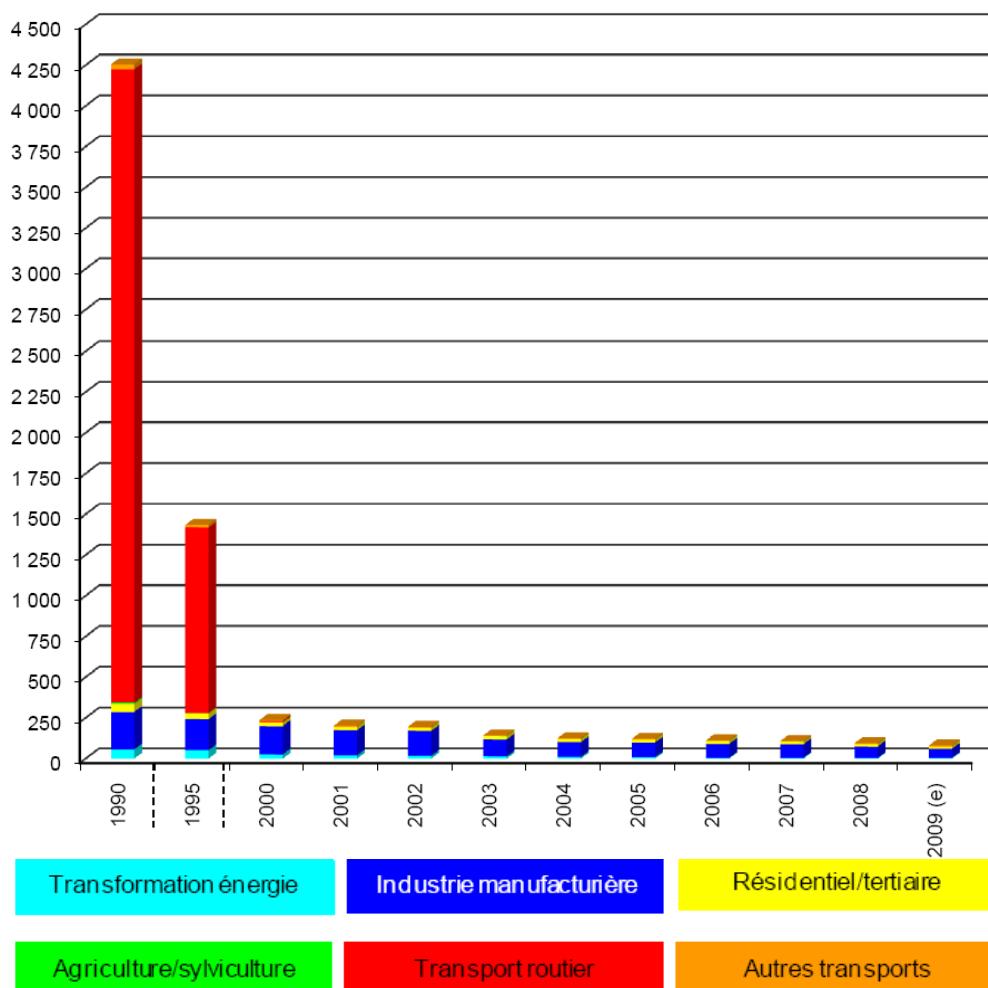
En France métropolitaine, les émissions de benzène ont baissé de 48,6% environ entre 2000 et 2008. Cette baisse est plus marquée dans le secteur du transport routier (65,2%) et du résidentiel/tertiaire (45,8%). En fait, au cours des dernières années, l'évolution des émissions de benzène suit celle des COVNM. Ainsi, la tendance à la baisse observée pour les COVNM se répercute sur le benzène.

La nature des combustibles utilisés a un impact sur les émissions de benzène. En effet, le gaz naturel est plus émetteur que le fioul lourd et l'essence est plus émettrice que le gazole. 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 :

En 2008, les émissions de plomb s'élèvent à 95 t.

Ces émissions sont en très forte baisse depuis 1990. Elles sont passées de 4 257 t en 1990 à 95 t en 2008, soit une baisse de 97,8% sur cette période (-4 162 t). Les principaux secteurs émetteurs dépendent de l'année considérée :

- de 1990 à 1999, le transport routier était largement prédominant : 91,2% des émissions totales de la France métropolitaine en 1990 contre 68,7% en 1999,
- à partir de 1999, la contribution du transport routier devient très faible (3,1% en 2000 du fait des traces susceptibles de subsister dans les cuves lors du passage du carburant plombé au sans plomb) puis nulle par la suite.

Le secteur qui est désormais le plus émetteur en 2008 est l'industrie manufacturière avec 73,4% des émissions totales, en particulier du fait de la métallurgie des

métaux ferreux (55,6% des émissions du secteur) et des minéraux non métalliques et matériaux de construction (32,2% des émissions de ce même secteur). Les autres secteurs ont un poids beaucoup moins important.

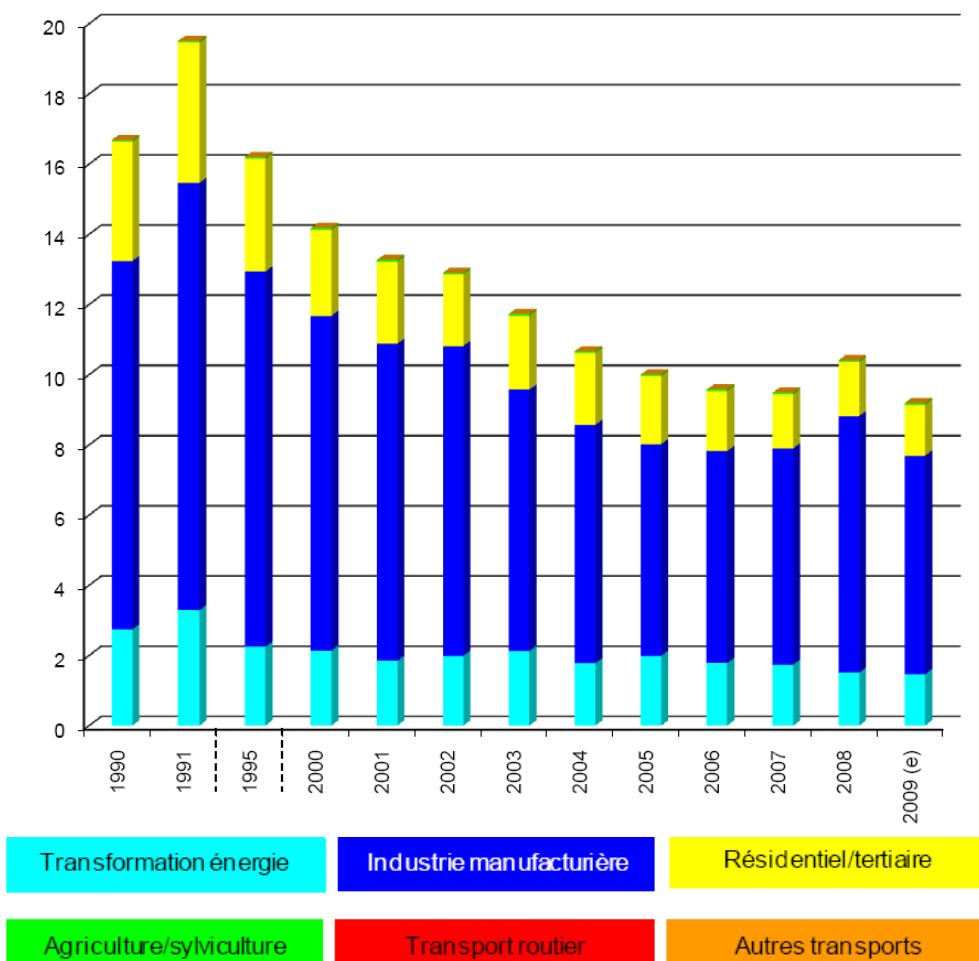
La baisse observée entre 1990 et 2008 est donc imputable, d'une part, au transport routier grâce à l'introduction de carburants sans plomb et l'interdiction de l'essence plombée au 1er janvier 2000, actions liées à la mise en place de pots catalytiques et, d'autre part, à la fermeture d'un important site de production de métaux non ferreux en 2003.

La forte baisse des émissions de la France métropolitaine observée entre 2007 et 2008 (-13 t, soit une réduction de 12,1%) est très fortement liée à la réduction constatée dans le secteur de l'industrie manufacturière suite à la mise en œuvre d'électrofiltres sur plusieurs installations verrières au cours de l'année 2008.

6- MÉTAUX (suite)

Arsenic

(en tonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions d'arsenic s'élèvent à 10,4 t pour la France métropolitaine.

Parmi les différents secteurs, seuls quatre contribuent aux émissions d'arsenic dont trois majoritairement qui sont par ordre d'importance en 2008 :

- l'industrie manufacturière (70,2% des émissions totales) dont le principal sous-secteur est le sous-secteur des minéraux non-métalliques et matériaux de construction (72,4% des émissions de ce secteur),
- le résidentiel/tertiaire (14,9%),
- la transformation d'énergie (14,5%),
- l'agriculture/sylviculture marginalement (0,4%).

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 comme par exemple dans certaines installations de production de verre, de métaux ferreux ou non ferreux.

Entre 1990 et 2008, les émissions ont baissé de 6,3 t soit une réduction de 37,6%. Cette baisse s'observe sur l'ensemble des secteurs concernés (-44,9% pour le secteur de la transformation d'énergie, -30,4% pour le secteur de l'industrie manufacturière et -54,5% pour le secteur résidentiel/tertiaire). Le pic des émissions a été observé en 1991.

Dans le secteur de l'industrie manufacturière, la forte baisse des émissions entre 1990 et 2008 est liée à la mise en place dans les aciéries électriques de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux.

L'augmentation de 18,6% 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 (+9,7% entre 2007 et 2008).

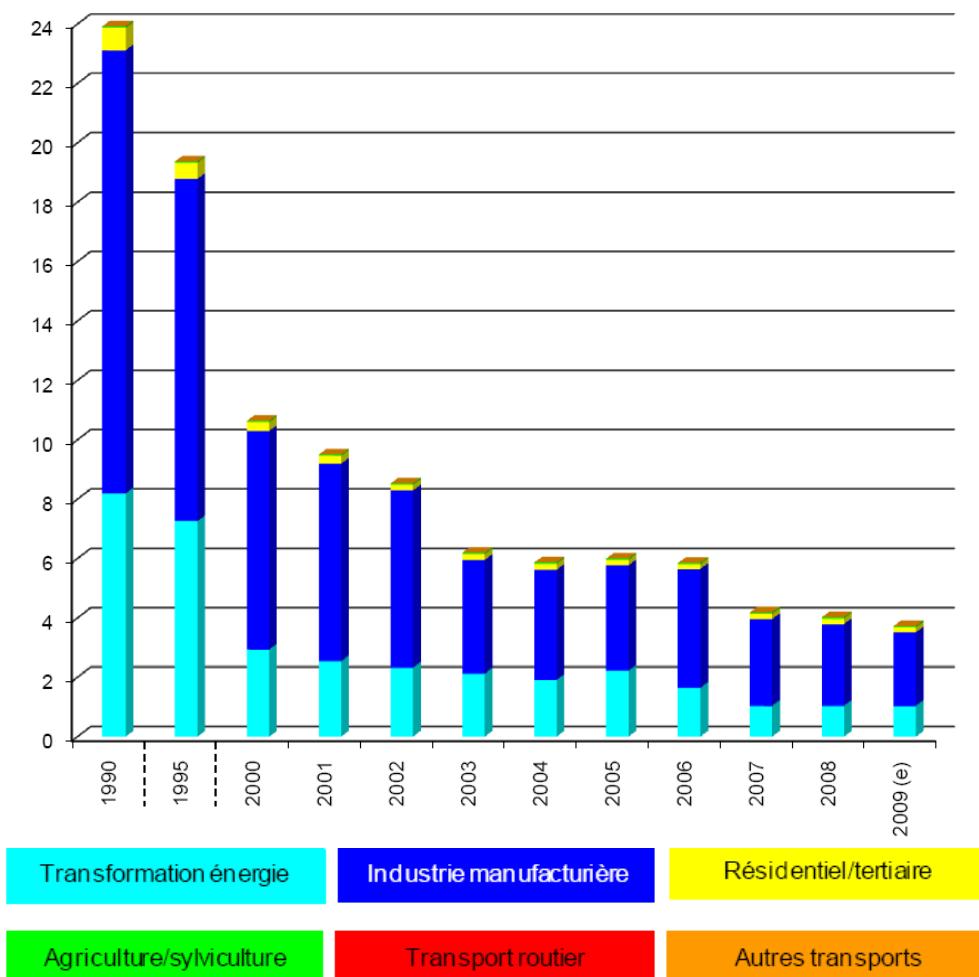
Dans le secteur du résidentiel/tertiaire, la forte diminution des émissions est induite par la baisse de la consommation des combustibles minéraux solides depuis 1990 dans le secteur résidentiel.

Les émissions du secteur agriculture/sylviculture sont marginales et stables sur la période 1990-2008.

6- MÉTAUX (suite)

Mercure

(en tonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions de mercure représentent 4 t.

Tous les secteurs contribuent aux émissions de mercure dans des proportions variables mais deux secteurs contribuent majoritairement à ces émissions : la transformation d'énergie et l'industrie manufacturière avec respectivement 68,4% et 25,9% des émissions en France métropolitaine pour l'année 2008.

Le secteur résidentiel/tertiaire représente 4,5% des émissions de la France métropolitaine en 2008 et le secteur de l'agriculture/sylviculture 1,1%.

Dans le secteur de la transformation d'énergie, les émissions proviennent majoritairement du sous-secteur des autres transformations d'énergie (57,7% en 2008), et plus particulièrement de l'incinération des ordures ménagères avec récupération d'énergie (41,1%). Sur la période 1990-2008, les émissions de ce sous-secteur ont cependant baissé de 91,3% du fait notamment de la mise en conformité progressive des usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) avec l'arrêté du 25 janvier 1991.

Dans le secteur de l'industrie manufacturière, les principaux sous-secteurs émetteurs sont en 2008 :

- le sous-secteur de la chimie (35% des émissions du secteur), en particulier la production de chlore

(environ 21% des émissions du secteur de l'industrie manufacturière),

- le sous-secteur des minéraux non métalliques et matériaux de construction (24%), en particulier les cimenteries (13,5% des émissions du secteur),
- le sous-secteur du traitement des déchets (20,5%), en particulier l'incinération des déchets industriels.

Sur la période 1990-2008, les émissions de la France métropolitaine sont en baisse constante (-82,3%, soit -19,9 t).

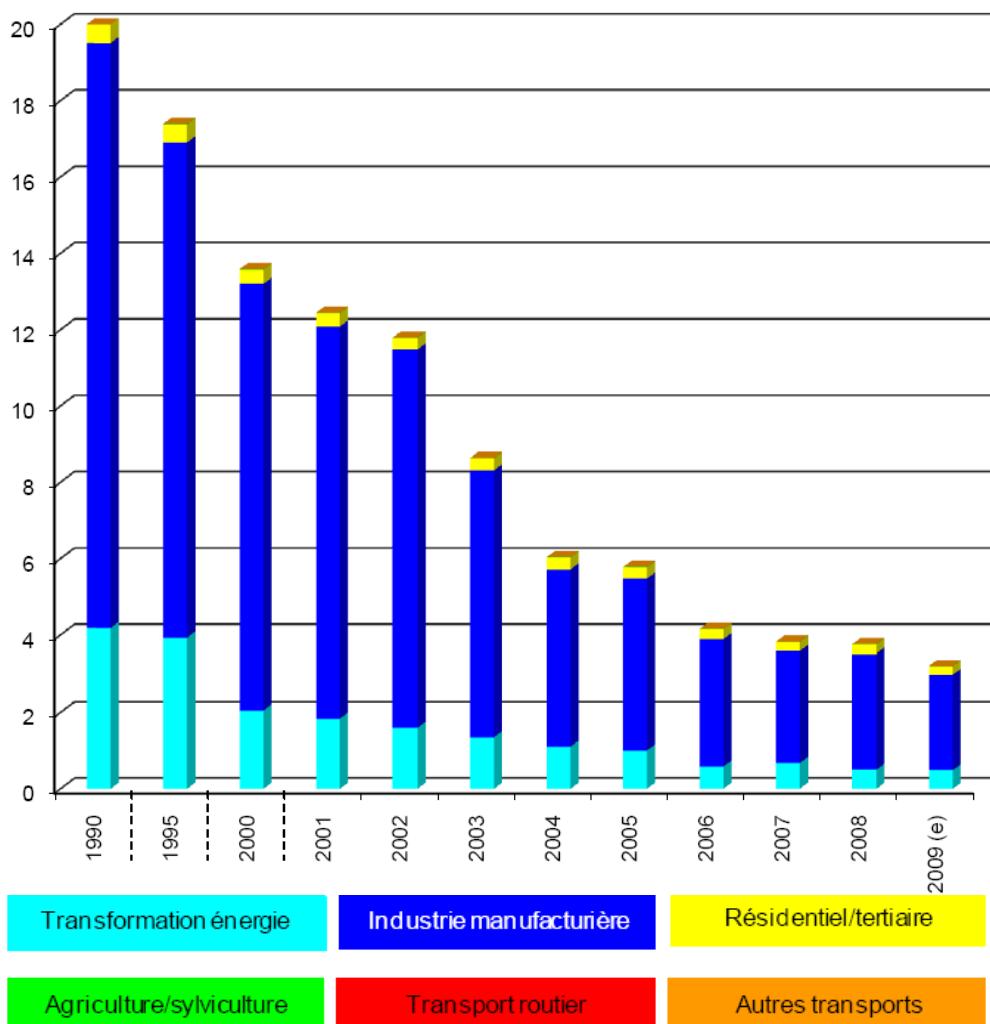
Cette baisse s'explique en grande partie par l'amélioration des performances de l'incinération des déchets mais aussi du fait de la limitation ou de l'interdiction de l'emploi de ce métal dans les piles et les thermomètres médicaux, du fait du tri sélectif et enfin par de meilleures optimisations des 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 devront faire évoluer leur procédé en conséquence. La réduction des substances toxiques est une priorité du nouveau Plan national santé environnement (PNSE 2) prévu par le Grenelle de l'Environnement (cf. section « La France et l'International R 1.2.5 Lois Grenelle environnement et PNSE 2 »).

6- MÉTAUX (suite)

Cadmium

(en tonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions de cadmium s'élèvent à 3,8 t.

Parmi les différents secteurs, seuls quatre (dont un très majoritairement) contribuent aux émissions de cadmium qui sont par ordre d'importance en 2008 :

- l'industrie manufacturière (80,3% des émissions totales),
- la transformation d'énergie (13,3%)
- le résidentiel/tertiaire (6,2%),
- l'agriculture/sylviculture (0,2%).

Les émissions de cadmium proviennent essentiellement des activités suivantes :

- la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd mais également de la biomasse,

- l'incinération (usine d'incinération d'ordures ménagères avec récupération d'énergie, déchets hospitaliers en particulier),
- les aciéries électriques,
- la métallurgie des métaux non ferreux, certaines verreries.

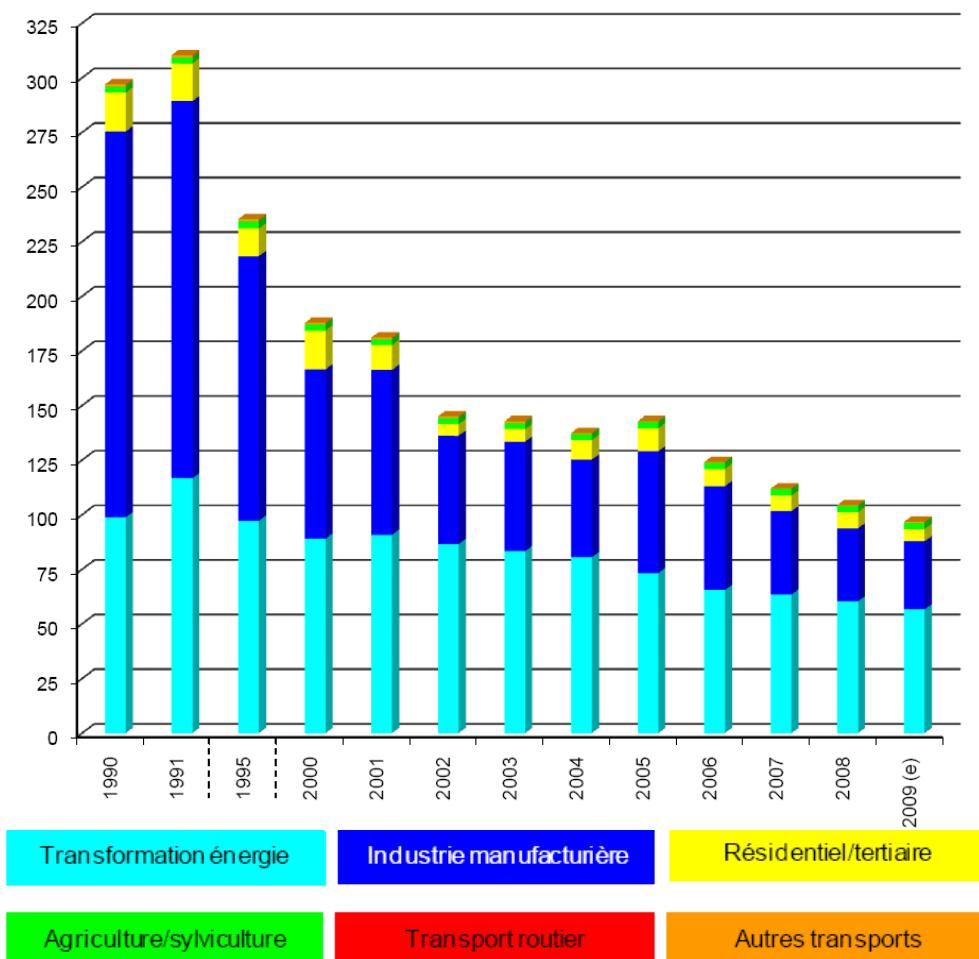
Depuis 1990, les émissions nationales de cadmium ont baissé de 81,2% (-16,3 t).

Cette baisse 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.

6- MÉTAUX (suite)

Nickel

(en tonnes)



Commentaire :

En 2008, les émissions de nickel représentent 104 t.

Parmi les différents secteurs, deux secteurs contribuent majoritairement aux émissions de nickel en 2008 :

- la transformation d'énergie avec 55,8% des émissions totales de la France métropolitaine. Ces émissions sont induites en grande majorité par le raffinage de pétrole (72,8% des émissions de ce secteur) et, d'autre part, par la production d'électricité (16,2%) et le chauffage urbain (9,7%).
- l'industrie manufacturière avec 32% des émissions totales. Ces émissions proviennent principalement des sous-secteurs de la chimie (29,7% des émissions du secteur de l'industrie manufacturière) et de l'agroalimentaire (19,1%).

En 1990, ce classement était inversé puisque les émissions de l'industrie manufacturière étaient prédominantes (59,5% des émissions) sur la transformation d'énergie (33,3%).

Les autres secteurs ont des contributions beaucoup plus faibles :

- le résidentiel/tertiaire avec 7,1% des émissions totales, et plus particulièrement du tertiaire (77,4% du secteur),
- l'agriculture/sylviculture (2,7%),
- les autres transports (0,4%).

Pour l'ensemble des secteurs concernés, les émissions de nickel proviennent essentiellement de la présence de ce métal à l'état de traces dans le fioul lourd mais aussi des aciéries électriques.

Entre 1990 et 2008, les émissions ont baissé de 64,9%, soit une réduction de 193 t. Toutefois, 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).

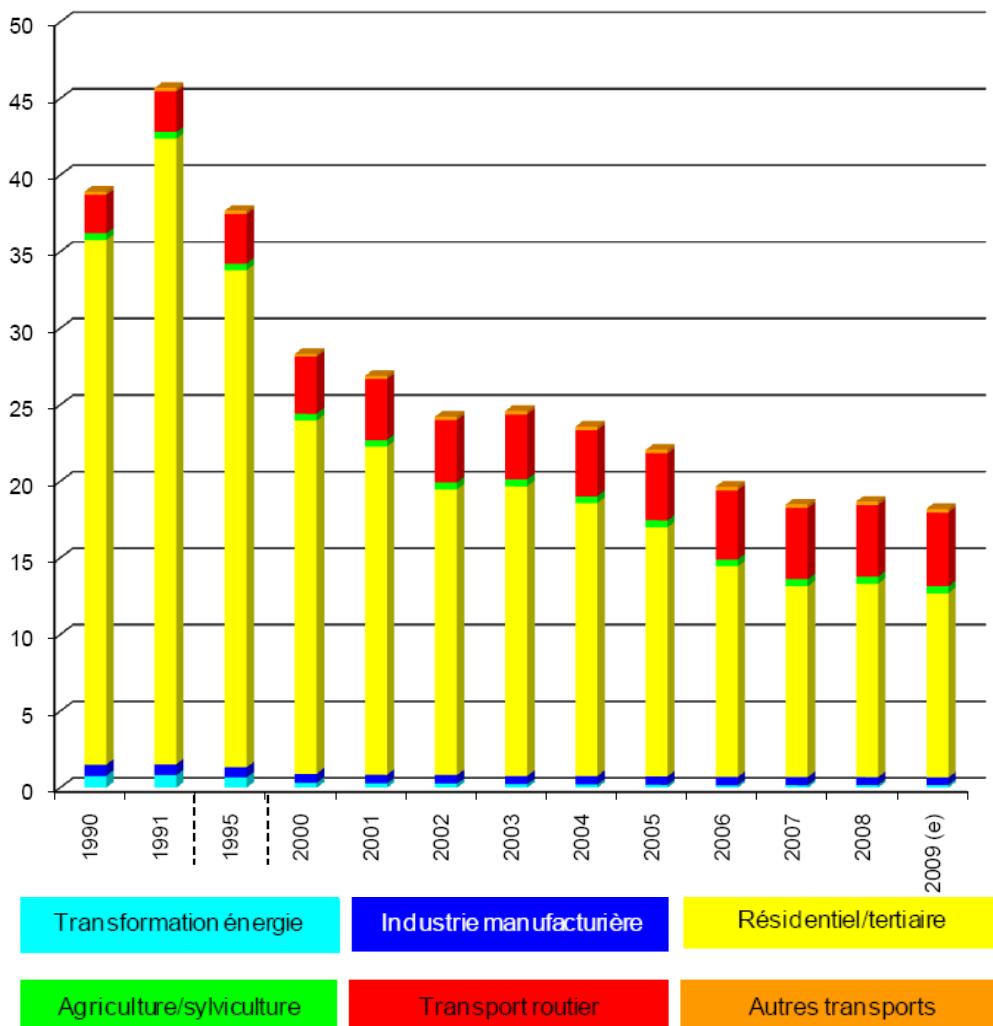
La baisse de 39% observée entre 1990 et 2008 dans le secteur de la transformation d'énergie est liée à une réduction de la consommation de fioul lourd pour la production d'électricité et le raffinage de pétrole.

L'année 1991 correspond 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 81,1% entre 1990 et 2008 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 œuvre 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 suivants : benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et indeno(1,2,3-cd)pyrène. Ces 4 HAP sont ceux définis par le Protocole d'Aarhus relatif aux POP (Polluants Organiques Persists) de 1998 et par le règlement n°850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 Avril 2004.

En 2008, les émissions de l'ensemble de ces 4 HAP atteignent 18,7 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 qui prédominent sont :

- le résidentiel/tertiaire : 67,6% des émissions totales en 2008 (combustion de la biomasse),

- le transport routier : 25,1%, en particulier les véhicules diesel. Les autres secteurs contribuent faiblement aux émissions (moins de 3% chacun).

Sur la période 1990-2008, les émissions ont diminué de 52% (-20,2 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'évolution des émissions suit d'assez près celle des conditions climatiques, traduisant ainsi le lien entre les émissions et la consommation d'énergie 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 dans le secteur domestique devrait conduire à réduire progressivement les émissions dans le futur.

A.2- NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR¹

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.

¹ Définies par l'article R.221-1 du code de l'environnement

DIOXYDE d'AZOTE (NO_2)		
Objectif de qualité	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne annuelle
Valeurs limites 2009 pour la protection de la santé humaine	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 175 heures par an (<i>Centile 98</i>)
	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (<i>Centile 99,8</i>)
	42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne horaire
Seuils d'alerte	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne horaire
	ou si 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à J+1	

OZONE (O_3)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h.}$	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible à compter de 2010 pour la protection de la santé humaine	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans)
Valeur cible à compter de 2010 pour la protection de la végétation	18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h.}$	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 ^{eme} seuil : 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 ^{eme} seuil : 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	en moyenne horaire

MONOXYDE de CARBONE (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/ m^3 soit 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

PARTICULES (PM ₁₀)		
Objectif de qualité	30 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m ³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (Centile 90,4)
	40 µg/m ³	en moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	80 µg/m ³	en moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	125 µg/m ³	en moyenne sur 24 heures

DIOXYDE de SOUFRE (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (Centile 99,7)
	125 µg/m ³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (Centile 99,2)
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m ³	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

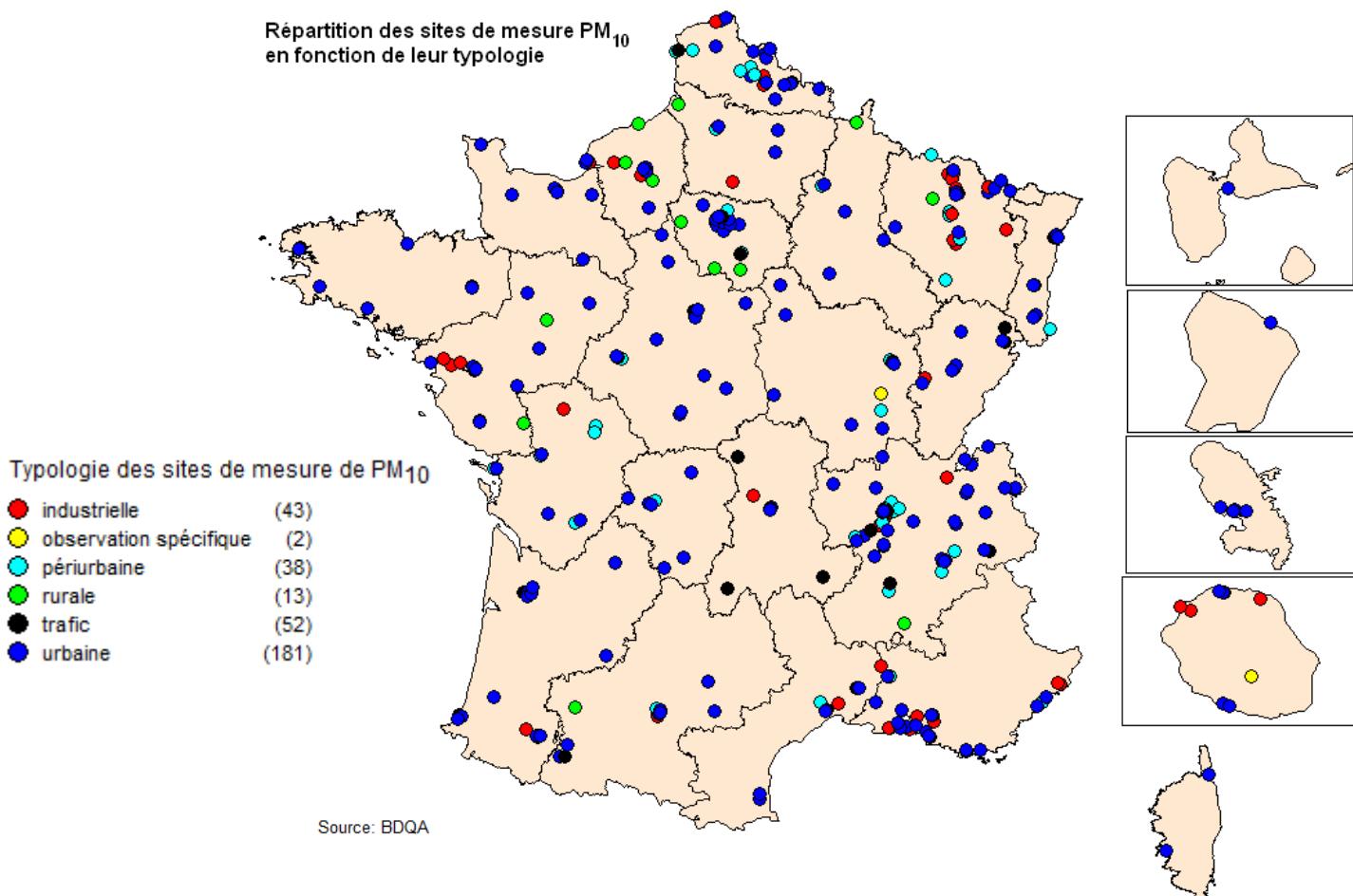
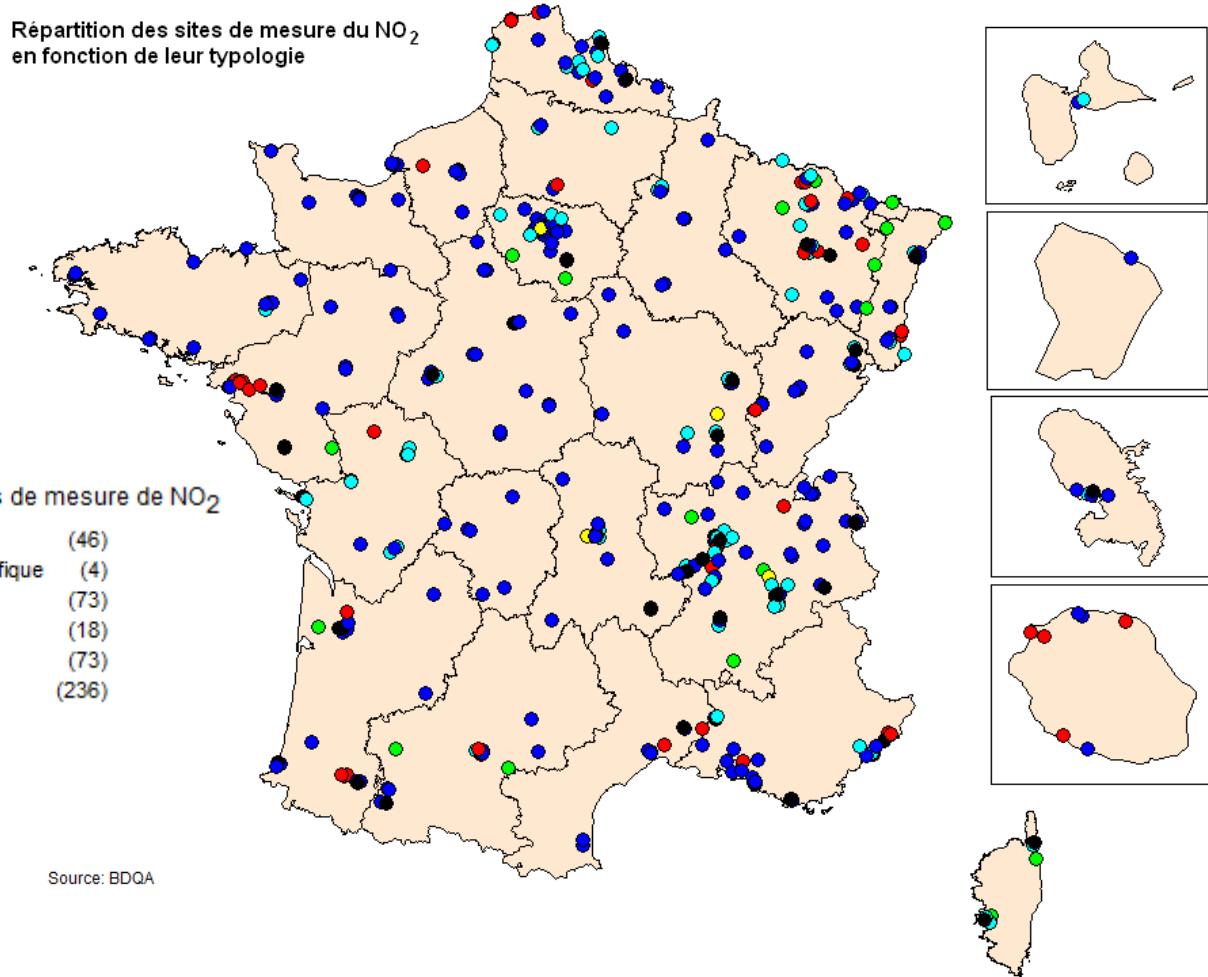
BENZÉNE		
Objectif de qualité	2 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeur limite 2009 pour la protection de la santé humaine	6 µg/m ³ (5 µg/m ³ en 2010)	en moyenne annuelle

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

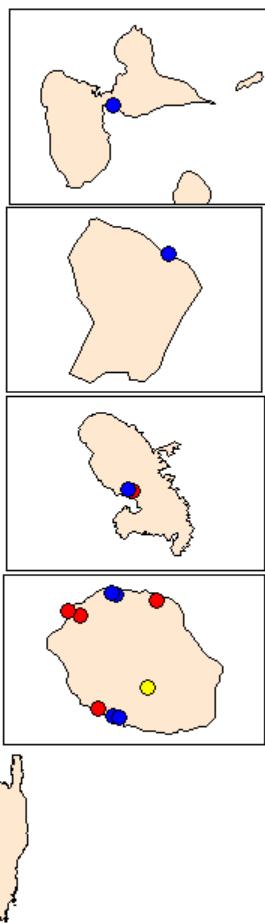
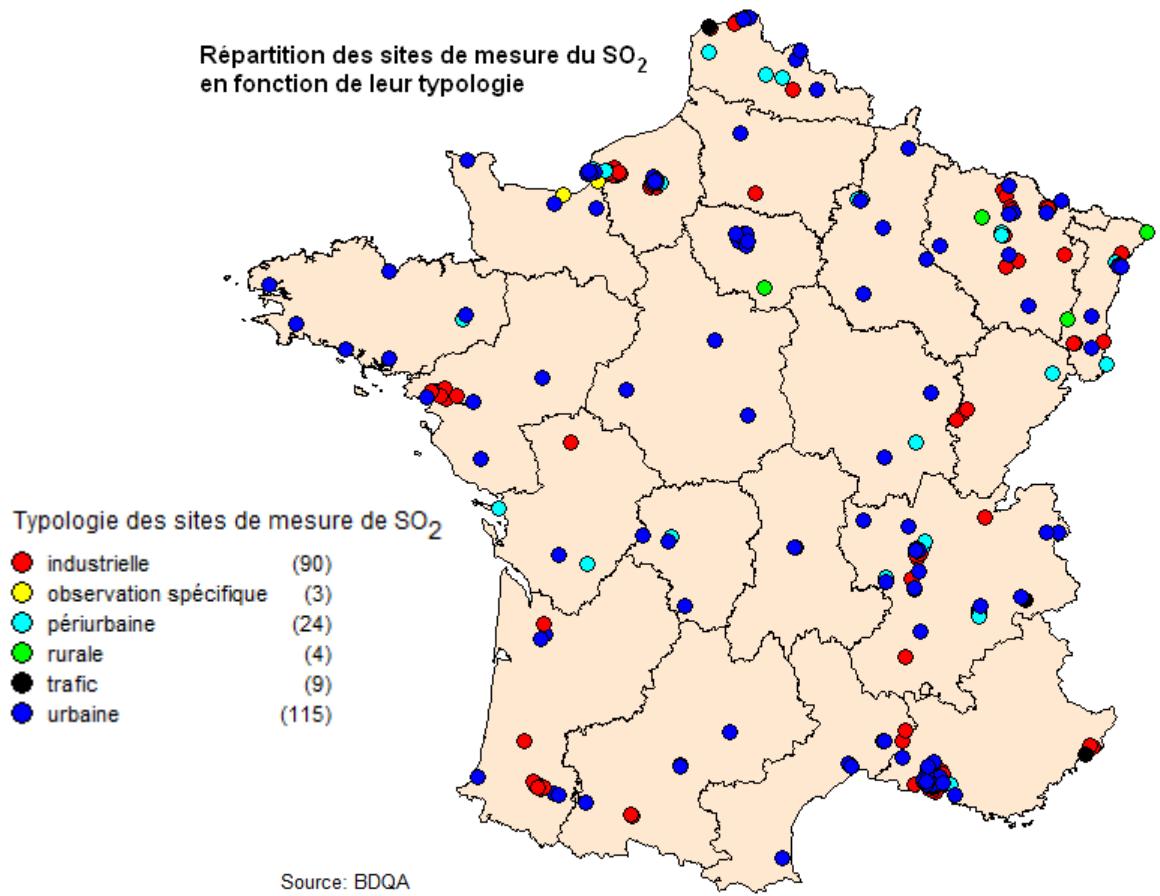
MÉTAUX LOURDS			
Objectif de qualité	Plomb (Pb)	0,25 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine		0,5 µg/m ³	
Valeur cible à compter de 2013	Arsenic (As)	6 ng/m ³	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀
	Cadmium (Cd)	5 ng/m ³	
	Nickel (Ni)	20 ng/m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

A.3- IMPLANTATION DES SITES DE MESURE – ÉTAT 2009

N.B. : Seuls les sites ayant fonctionné plus de 75 % du temps en 2009 sont représentés sur les cartes suivantes.



Répartition des sites de mesure du SO₂
en fonction de leur typologie



Répartition des sites de mesure de l'ozone
en fonction de leur typologie

