

## INTRODUCTION : LA POLLUTION DE L'AIR

Conformément à l'article L. 221-1 du code de l'environnement, l'État assure, avec le concours des collectivités territoriales, la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement. L'article L. 221-3 de ce code précise que, dans chaque région, l'État confie la mise en œuvre de cette surveillance à un organisme agréé. Il s'agit des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

Le niveau de pollution varie en fonction du lieu (ainsi, les concentrations moyennes de polluants près des axes routiers sont naturellement plus élevées que celles observées près des centres urbains) et du temps (les concentrations mesurées durant les pics de pollution dépassent, dans ce cas, les seuils réglementaires définis pour chaque polluant).

L'amélioration de la qualité de l'air passe, notamment, par une réduction des émissions de polluants atmosphériques. Pour autant, la baisse des émissions ne se traduit pas par une diminution proportionnelle des concentrations de polluants. En effet, pour un niveau d'émission donné, les conditions météorologiques contribuent à augmenter, ou à réduire, le niveau de la pollution locale.

Ainsi, les concentrations peuvent augmenter sous l'effet d'un temps froid et peu venté, qui empêche la dispersion des polluants et favorise leur stagnation près du sol, ou sous l'effet d'un vent fort qui importe des polluants (« pollution importée »). Dans d'autres cas, les conditions météorologiques entraînent une baisse des concentrations. Ainsi, la pluie ou la neige captent certains polluants et permettent de « nettoyer » l'air. Le vent peut aussi faciliter la dispersion des polluants. Enfin, le rayonnement solaire, en plus d'entretenir des réactions photochimiques à l'origine de nombreuses particules dites « secondaires », entraîne une dilatation de la couche limite atmosphérique, offrant ainsi un volume d'air plus important pour les agents polluants, et donc une baisse des concentrations.

## LA POLLUTION DE L'AIR PAR DES PARTICULES

La présence de particules dans l'atmosphère engendre des risques avérés pour la santé humaine, à des concentrations très faibles et des coûts économiques pour la société (20 à 30 milliards d'euros par an).

Pour réduire les émissions de particules et leur présence dans l'atmosphère, il faut agir dans tous les secteurs d'activité (résidentiel, tertiaire, des transports, de l'industrie et de l'agriculture), sur les émissions primaires et sur les émissions de précurseurs de particules. Les particules peuvent être transportées sur des milliers de kilomètres. C'est pourquoi une action forte est nécessaire du niveau européen au niveau local.

Les pouvoirs publics agissent à travers le renforcement des réglementations sectorielles, et la mise en œuvre de plans d'action nationaux et locaux. Bien que les émissions de particules primaires aient été réduites d'au moins 50% au cours des 20 dernières années, les bilans annuels de la qualité de l'air publiés par le ministère en charge de l'écologie ne montrent pas de baisse significative des concentrations dans l'atmosphère.

En France, les valeurs limites réglementaires fixées au niveau européen ne sont pas respectées partout. À ce titre, la Commission européenne a engagé une procédure contentieuse à l'encontre de la France.

### Sommaire :

1) D'où vient la pollution de l'air aux particules ? .....	3
2) Quels sont les risques pour la santé et les recommandations ? .....	7
3) Quels sont les risques pour l'environnement, notamment la végétation ? .....	9
4) Quelles sont les normes environnementales ? .....	10
5) Quelles sont les pratiques à encourager pour réduire les émissions de particules ? ..	12
6) Que font les pouvoirs publics ? .....	13
7) Comment évoluent les émissions ? .....	16
8) Quel est l'état de la qualité de l'air et son évolution ? .....	18

## 1) D'où vient la pollution de l'air aux particules ?

Comme la plupart des polluants atmosphériques, les particules peuvent être d'origine anthropique (c'est le cas notamment des particules issues de la combustion d'énergies, des procédés industriels et agricoles ou de l'extraction de matériaux) ou naturelle (par exemple, les embruns marins, les poussières d'origine désertique ou volcanique, issues de l'érosion des sols ou dues aux feux de forêts).

Il convient de distinguer les particules dites « primaires » des particules dites « secondaires » : les particules primaires sont émises directement dans l'atmosphère sous forme de particules (particules issues des phénomènes de combustion, particules de freins, particules liées aux travaux agricoles, particules issues de l'érosion, etc.). S'agissant des particules secondaires, elles se forment dans l'atmosphère, par condensation, en fonction du taux d'humidité et de la température, du fait de réactions chimiques, souvent entretenues par le rayonnement solaire, entre polluants atmosphériques émis sous forme gazeuse. **Ainsi, par exemple, le dioxyde d'azote, émis principalement par le transport routier, et l'ammoniac, émis par les activités agricoles, réagissent entre eux pour former des particules de nitrate d'ammonium.**

### a) D'où viennent les particules primaires ?

**Quelle que soit la taille des particules, le secteur résidentiel est le principal secteur émetteur de particules au niveau national.**

Au niveau national, la répartition des émissions primaires de particules, par secteur, en 2012, était la suivante :

	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
<b>Résidentiel/tertiaire</b> (émissions dues à la combustion du bois, du charbon et du fioul)	<b>48 %</b>	<b>33 %</b>
<b>Industrie manufacturière</b> (émissions liées, en particulier, aux secteurs du bâtiment et des travaux publics)	22 %	29 %
<b>Transport routier</b> (essentiellement, émissions des véhicules roulant au diesel)	<b>17 %</b>	<b>14 %</b>
<b>Agriculture</b> (émissions dues aux opérations d'épandage, de labourage et de moissonnage ainsi qu'au brûlage de résidus)	9 %	20 %
<b>Transport hors routier</b>	2 %	2 %
<b>Transformation d'énergie</b>	2 %	2 %

Source : CITEPA, pour le compte du MEDEE – Rapport SECTEN de 2014

Les émissions primaires de PM<sub>10</sub> ont diminué de 50% entre 1990 et 2012 et celles de PM<sub>2,5</sub>, de plus de 55%.

### b) D'où viennent les particules secondaires ?

Des molécules dites « précurseurs », comme les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, l'ammoniac et les composés organiques volatils (COV), contribuent à la formation de particules secondaires. Des normes de concentrations dans l'air ou de plafonds d'émission nationaux existent pour certains de ces polluants.

- i) Émissions d'oxydes d'azote (NOx) : les oxydes d'azote sont principalement émis par des processus de combustion de combustibles fossiles. En 2012, les sources principales étaient les transports (58 %) puis l'industrie (21 %, y compris la transformation d'énergie).
- ii) Émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) : en 2012, les deux secteurs d'activité qui ont le plus contribué aux émissions de SO<sub>2</sub> en France métropolitaine sont la transformation d'énergie (45 %), principalement la production d'électricité et le raffinage de pétrole, et l'industrie manufacturière (38 %).

- iii) Émissions d'ammoniac ( $NH_3$ ) : en 2012, en France métropolitaine, 97 % des émissions anthropiques de  $NH_3$  étaient dues au secteur agricole.
- iv) Émissions de composés organiques volatils (COV) : Les composés organiques volatils constituent une famille très large de produits (benzène, l'acétone, le perchloroéthylène, etc.) qui se trouvent à l'état gazeux ou s'évaporent facilement dans les conditions normales de température et de pression. En 2012, les COV d'origine anthropique ont été émis principalement par les secteurs résidentiel et tertiaire (41 %) et de l'industrie (36 %). Une partie des COV est également d'origine biotique. Ainsi, les zones cultivées et les espaces naturels (en particulier, les forêts et les prairies) contribuent significativement aux émissions de COV. En 2012, le volume des émissions anthropiques de COV était de 711,2 kt (34 %), celui des émissions biotiques était de 1 357 kt (66 %).

**c) Quelle est la part des particules primaires et des particules secondaires ?**

Les particules secondaires peuvent représenter, en moyenne annuelle, moins de 1/3 des particules sur des sites de proximité automobile, contre plus de 3/4 des particules sur des sites de fond ruraux. La part des particules secondaires augmente significativement pendant les épisodes anticycloniques en raison de l'ensoleillement (production accrue de nitrate d'ammonium, de sulfate d'ammonium et d'aérosols organiques). En hiver, l'utilisation du chauffage au bois a tendance à accroître la part de particules primaires. Enfin, concernant la différence entre  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , les espèces secondaires sont essentiellement présentes au sein des particules fines. Ainsi, le rapport « particules primaires/particules secondaires » est plus important au sein des  $PM_{10}$  qu'au sein des  $PM_{2,5}$ .

**Pour en savoir plus :**

- le court métrage « On ne badine pas avec l'aérosol », produit par l'ADEME en partenariat avec le LISA (Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques), présente les modes de formation et d'évolution des particules dans l'atmosphère ainsi que leurs effets sur la santé et l'environnement. Il est consultable [ici](#) ;
- le rapport SECTEN 2014 du CITEPA est consultable [ici](#).

**d) Quel est l'impact des sources de pollution extérieures à la France ?**

S'agissant des particules d'origine naturelle, des panaches de poussières sahariennes survolent régulièrement les Antilles et la France métropolitaine, notamment au Sud. De même, les particules émises par les feux de forêts (qui peuvent, en été, couvrir des superficies importantes) ou durant les éruptions volcaniques (cf. les événements de 2010 et de 2014 liés aux volcans islandais) peuvent parcourir de très longues distances. Ces événements naturels peuvent contribuer à augmenter les concentrations de  $PM_{10}$  de plusieurs dizaines de microgrammes par mètre cube.

En ce qui concerne les particules d'origine anthropique, à titre d'exemple, les particules secondaires de nitrate d'ammonium, présentes notamment durant les épisodes de pollution de l'air de février, mars et avril 2014, provenaient de sources françaises mais également d'autres pays d'Europe, comme le Bénélux et l'Allemagne.

Les particules sont donc des polluants qui peuvent être transportés sur des milliers de kilomètres, sans toutefois être aussi « délocalisables » que des substances telles que le dioxyde de carbone ou l'ozone. Dans ces conditions, la lutte contre la pollution atmosphérique, pour être efficace, doit être mise en place au niveau local mais aussi aux niveaux européen et international.

Il est très difficile de quantifier la contribution transfrontière aux niveaux de particules observés en France. Cette contribution dépend des régions géographiques et des conditions météorologiques. Lors de certains épisodes de pollutions, il peut arriver que cette contribution extérieure à la France représente plus de 60 % des concentrations de particules, notamment sur les régions frontalières du nord de la France. **Cependant, lors de situations météorologiques stables, anticycloniques, comme durant certaines périodes hivernales, l'impact des sources locales est prépondérant lorsqu'on s'éloigne des frontières.**

e) *À quelle période observe-t-on principalement des pics de pollution aux particules ?*

Les épisodes de pollution aux particules ont généralement lieu :

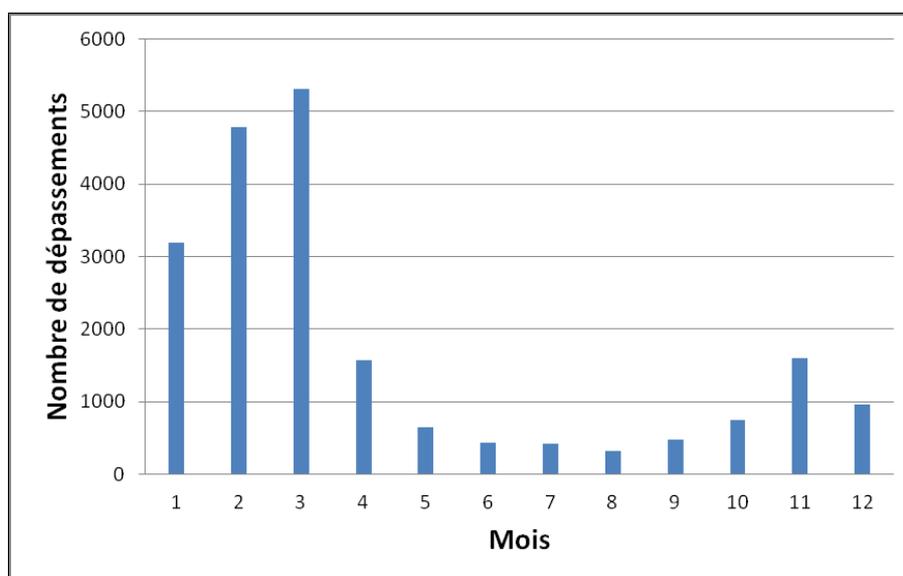
- **en hiver** : à cette époque, les émissions du secteur résidentiel (particules issues de l'utilisation du bois pour le chauffage) sont importantes et les conditions météorologiques peuvent être très stables ;
- **autour des mois de février, mars et avril** : les épandages agricoles d'engrais émettent de l'ammoniac dans l'air. Ce gaz se combine ensuite avec les polluants issus du trafic routier pour former des particules de nitrate d'ammonium. De plus, à cette époque, les conditions météorologiques peuvent être favorables à la formation de ce composé (températures froides le matin et douces l'après-midi).

Ces émissions viennent s'ajouter aux émissions chroniques des activités industrielles et du trafic routier, d'où des pics de pollution aux particules à ces deux périodes de l'année.

Les graphes ci-dessous illustrent ce qui précède.

Le nombre de dépassements, au niveau national, du seuil réglementaire journalier de concentration en  $PM_{10}$  de  $50 \mu g/m^3$ , croît fortement en hiver et au début du printemps.

**Evolution mensuelle du nombre de dépassements, au niveau national, du seuil réglementaire journalier de concentration en  $PM_{10}$  de  $50 \mu g/m^3$  pour la période 2010-2012**

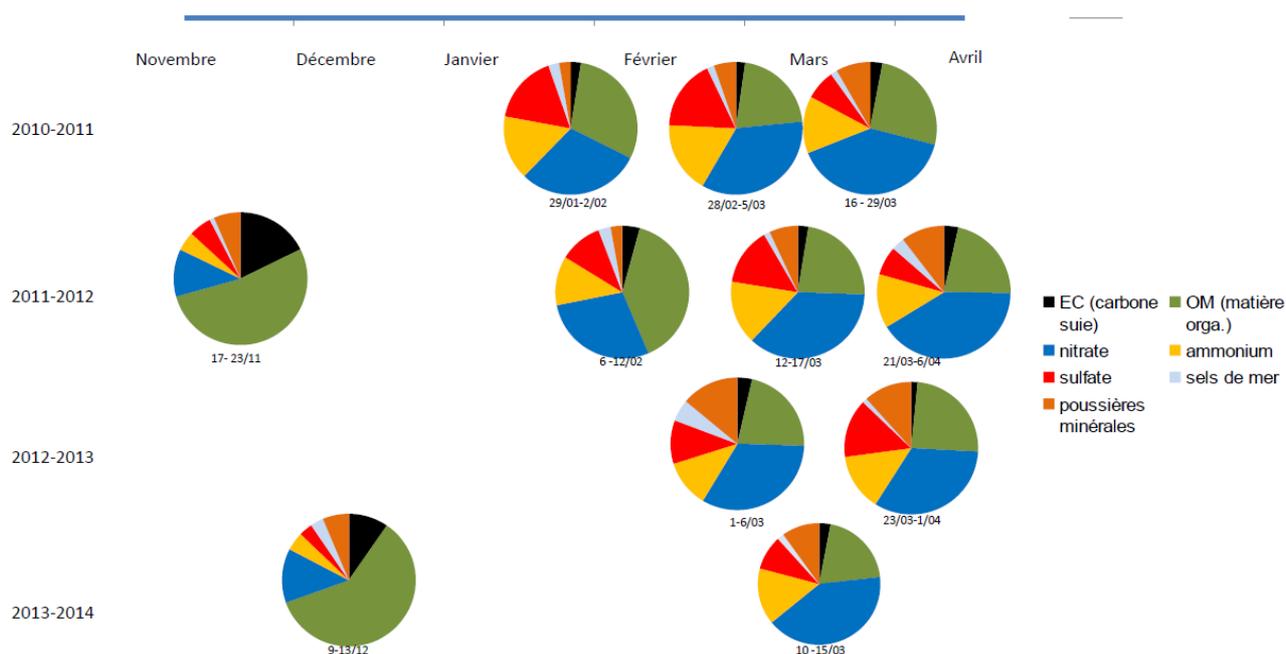


Source : Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air

Les figures ci-dessous, issues du programme de caractérisation chimique des particules (CARA), présentent la répartition des espèces chimiques majeures lors des dix plus importants épisodes de pollution aux particules à Petit-Quevilly en Normandie (période 2010-2014). Ces épisodes ont tous eu lieu entre les mois de novembre et avril.

Parmi ces espèces chimiques, on retrouve principalement des composés issus des activités humaines :

- soit directement : carbone suie<sup>1</sup> et une partie de la matière organique, provenant des processus de combustion ;
- soit indirectement, par le biais de mécanismes de formation secondaire : ammonium, nitrate ou sulfate, issus des activités d'épandage agricole, et une partie de la matière organique.



### Processus de combustion :

Il est constaté que la part de matière organique présente dans les particules est élevée durant les épisodes observés de novembre et de décembre. Les composés organiques associés à ces sources contiennent, en particulier, des polysaccharides (dont le lévoglucosan, produit de dégradation de la cellulose et fréquemment utilisé comme traceur de la combustion de biomasse) ainsi que des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ainsi, on en conclut que ces épisodes de pollutions sont dus, notamment, à l'utilisation importante à cette époque de l'année de biomasse, dont le bois, pour le chauffage.

### Activités d'épandage agricole :

Ces graphiques montrent également que la part d'ammonium augmente sensiblement en février, mars et avril. Au sein des particules, l'ammonium est principalement associé au nitrate et au sulfate, sous forme de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium. Or, comme indiqué ci-dessus, les particules de nitrate d'ammonium résultent d'une réaction chimique dans l'air, entre le dioxyde d'azote, émis principalement par le transport routier, et l'ammoniac, émis par les activités agricoles. Ainsi, il est possible de conclure que les épisodes de pollution de février, mars et avril sont dus, en partie, à l'activité d'épandage agricole fréquente durant ces mois-ci.

<sup>1</sup> Le carbone suie est une fraction majeure des particules issues de la combustion incomplète d'énergie fossile (fuel) et de biomasse (bois).

## 2) Quels sont les risques pour la santé et les recommandations ?

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la pollution de l'air est le principal risque environnemental pour la santé dans le monde. Les particules contribuent significativement à cet impact sur la santé. En effet, depuis de nombreuses années, les études scientifiques montrent clairement que l'inhalation des particules en suspension dans l'air est à l'origine de l'apparition ou de l'aggravation de diverses pathologies chez l'homme, et cela même à des concentrations inférieures aux valeurs réglementaires. En effet, il n'est pas possible de mettre en évidence un seuil de particules dans l'air en-dessous duquel aucun effet sanitaire n'est observé.

Les particules sont nocives pour la santé en raison de leur taille (plus les particules sont petites et plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et pourront atteindre d'autres organes) et de leur composition chimique (elles peuvent en effet contenir divers composés toxiques, comme les métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques).

L'exposition aux particules peut entraîner des effets sur la santé à la fois suite à :

- une exposition à court terme (de quelques heures à quelques jours, comme par exemple lors d'un épisode de pollution) : les effets les moins graves et les plus courants sont notamment la toux, l'irritation du nez, des yeux et de la gorge. Des effets plus graves, respiratoires ou cardiovasculaires, peuvent apparaître chez les personnes atteintes de pathologies chroniques et conduire à l'hospitalisation et, dans les cas les plus graves, au décès ;
- une exposition à long terme (de plusieurs mois à plusieurs années) : les effets les plus souvent et fortement mis en évidence par les études scientifiques sont les effets respiratoires et cardiovasculaires (apparition ou aggravation de l'asthme, accroissement des affections des voies respiratoires inférieures, des pathologies respiratoires obstructives chroniques, réduction des fonctions pulmonaires chez l'enfant et l'adulte, diminution significative de l'espérance de vie, augmentation des risques de mortalité par pathologies cardio-vasculaires et cancer du poumon, etc.).  
D'autres effets sont également observés. Ainsi, des études récentes montrent notamment que l'exposition chronique aux particules fines (PM<sub>2,5</sub>) peut provoquer l'athérosclérose, des perturbations des naissances et des maladies respiratoires chez l'enfant. Il est de plus en plus suggéré que la pollution aux particules a des effets néfastes sur la fonction cognitive, le développement neurologique et la survenue du diabète.

Comme rappelé dans [l'avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail \(ANSES\) du 23 mars 2009](#), l'impact sanitaire prépondérant est, dans nos régions, dû aux expositions répétées à des niveaux modérés de particules dans l'air, et non aux quelques pics annuels.

En 2013, le [Centre international de recherche sur le cancer, instance spécialisée de l'OMS, a classé les particules de l'air ambiant comme cancérigènes certains pour l'homme \(groupe 1\)](#), sur la base d'un niveau de preuve suffisant d'une association entre exposition et risque augmenté de cancer pulmonaire.

Dans le projet européen APHEKOM, il a été évalué que le respect à long terme des valeurs guides de l'OMS pour les particules fines (PM<sub>2,5</sub>) permettrait d'éviter, dans 9 grandes agglomérations françaises (totalisant 12 millions d'habitants), de l'ordre de 3 000 décès prématurés par an en moyenne, soit jusqu'à environ 8 mois de gain moyen d'espérance de vie à 30 ans. Cela permettrait d'éviter des coûts de santé d'environ 5 milliards d'euros par an.

En France, on estime à 20 à 30 milliards d'euros par an les coûts engendrés par la pollution de l'air, par les particules, sur la santé<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_CCEE\\_sante\\_et\\_qualite\\_de\\_l\\_air\\_23\\_07\\_2012.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_CCEE_sante_et_qualite_de_l_air_23_07_2012.pdf)

Le trafic routier constitue notamment une source importante de particules dans les zones urbaines. Les études épidémiologiques mettent en évidence un lien entre la distance par rapport à des axes routiers majeurs, ou la teneur en polluants spécifiques émis par les véhicules, et différents effets sanitaires, notamment :

- un lien avéré avec une exacerbation de l'asthme chez l'enfant ;
- un lien suggéré à avéré dans l'apparition de l'asthme chez l'enfant : habiter à proximité de grands axes de circulation serait responsable d'environ 15 à 30 % des nouveaux cas d'asthme de l'enfant ;
- un lien suggéré dans la survenue de symptômes respiratoires non asthmatiques, de troubles des fonctions pulmonaires et de pathologies cardiovasculaires (infarctus aigu du myocarde,...), ainsi que dans une diminution de la survie des personnes (toutes causes et pour causes cardiovasculaires).

Il est nécessaire de réduire le plus efficacement et durablement possible les émissions polluantes et l'exposition des populations. Les bénéfices pour la santé de l'amélioration durable de la qualité de l'air peuvent être tout à fait substantiels.

L'arrêté du 20 août 2014 relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé définit les recommandations sanitaires à diffuser à la population lors d'épisodes de pollution de l'air ambiant par des particules, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. S'agissant des particules, ces messages sont présentés ci-dessous.

*a) En cas de dépassement des seuils d'information et de recommandation :*

Populations cibles des messages	Messages sanitaires
<p><u>1. Populations vulnérables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• femmes enceintes ;</li> <li>• nourrissons et jeunes enfants ;</li> <li>• personnes de plus de 65 ans ;</li> <li>• personnes souffrant de pathologies cardiovasculaires ;</li> <li>• insuffisants cardiaques ou respiratoires ;</li> <li>• personnes asthmatiques.</li> </ul> <p>et</p> <p><u>2. Populations sensibles :</u> personnes se reconnaissant comme sensibles lors des pics de pollution et/ou dont les symptômes apparaissent ou sont amplifiés lors des pics, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• personnes diabétiques ;</li> <li>• personnes immunodéprimées ;</li> <li>• personnes souffrant d'affections neurologiques ou à risque cardiaque, respiratoire, infectieux.</li> </ul>	<p>Limitez les activités physiques et sportives intenses (dont les compétitions), autant en plein air qu'à l'intérieur.</p> <p>Limitez les déplacements sur les grands axes routiers et à leurs abords, aux périodes de pointe (les horaires de ces périodes de pointe sont éventuellement précisés au niveau local par le préfet).</p> <p>En cas de symptômes ou d'inquiétude, prenez conseil auprès de votre pharmacien ou consultez votre médecin ou contactez la permanence sanitaire locale, lorsqu'elle est mise en place.</p>
<p><u>3. Population générale</u></p>	<p>Il n'est pas nécessaire de modifier vos activités habituelles.</p>

**b) En cas de dépassement des seuils d'alerte :**

Populations cibles des messages	Messages sanitaires
<p><b>1. Populations vulnérables :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• femmes enceintes ;</li> <li>• nourrissons et jeunes enfants ;</li> <li>• personnes de plus de 65 ans ;</li> <li>• personnes souffrant de pathologies cardiovasculaires ;</li> <li>• insuffisants cardiaques ou respiratoires ;</li> <li>• personnes asthmatiques.</li> </ul> <p>et</p> <p><b>2. Populations sensibles :</b> personnes se reconnaissant comme sensibles lors des pics de pollution et/ou dont les symptômes apparaissent ou sont amplifiés lors des pics, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• personnes diabétiques ;</li> <li>• personnes immunodéprimées ;</li> <li>• personnes souffrant d'affections neurologiques ou à risque cardiaque, respiratoire, infectieux.</li> </ul>	<p>Évitez les activités physiques et sportives intenses (dont les compétitions), autant en plein air qu'à l'intérieur.</p> <p>Reportez les activités qui demandent le plus d'effort.</p> <p>Évitez les déplacements sur les grands axes routiers et à leurs abords, aux périodes de pointe (les horaires de ces périodes de pointe sont éventuellement précisés au niveau local par le préfet).</p> <p>En cas de gêne respiratoire ou cardiaque (par exemple : essoufflement, sifflements, palpitations) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prenez conseil auprès de votre pharmacien ou consultez votre médecin ou contactez la permanence sanitaire locale, lorsqu'elle est mise en place ;</li> <li>• privilégiez des sorties plus brèves et celles qui demandent le moins d'effort ;</li> <li>• prenez conseil auprès de votre médecin pour savoir si votre traitement médical doit être adapté le cas échéant.</li> </ul>
<p><b>3. Population générale</b></p>	<p>Réduisez les activités physiques et sportives intenses (dont les compétitions).</p> <p>En cas de gêne respiratoire ou cardiaque (par exemple : essoufflement, sifflements, palpitations), prenez conseil auprès de votre pharmacien ou consultez votre médecin ou contactez la permanence sanitaire locale, lorsqu'elle est mise en place.</p>

**3) Quels sont les risques pour l'environnement, notamment la végétation ?**

Un état des lieux des connaissances sur les effets des particules sur la végétation a été réalisé par Cellier et al. (2005)<sup>3</sup>. Il y a peu de nouvelles études faites depuis sur ce sujet.

Les particules impactent directement la végétation à travers deux processus : l'un physique est dû à leur dépôt à la surface des feuilles. Si les quantités de particules sont suffisantes, ce dépôt peut bloquer les échanges gazeux ou l'absorption de la lumière de la feuille. Sa capacité de photosynthèse et donc sa productivité sont alors modifiées. Le deuxième processus est chimique et correspond au transfert des substances chimiques présentes dans les particules à l'intérieur de la plante. Ce processus sera délétère ou bénéfique pour la plante selon la nature de la substance (nutriment ou substance toxique) et la quantité déposée (l'azote est un nutriment mais, déposé en excès, il cause des déséquilibres nutritionnels dans la plante).

Il est difficile, dans l'état actuel des connaissances, de faire la différence entre l'effet d'une substance chimique sous forme gazeuse, aqueuse ou particulaire, ni même entre les apports par le sol et les racines ou les apports par les dépôts atmosphériques.

<sup>3</sup> Cellier, P., Garrec, J.-P., Brignon, J. M., & Jacquemoud, S. (2005). Impacts des particules sur les écosystèmes. In P. Ebner, Y. Le Moullec & A. Weill (Eds.), Pollution par les particules atmosphériques : état des connaissances et perspectives de recherche, pp. 221-236. Primequal-Predit; La documentation française Paris, France.

Les particules peuvent également avoir un effet indirect sur la végétation en limitant la lumière qui atteint les plantes, du fait de leur présence dans l'air, ou en modifiant la chimie des sols, après leur dépôt (leur effet est alors considéré comme indirect puisqu'il est dû à la présence dans l'air ou est conditionné par un éventuel transfert depuis la surface du sol vers les racines, puis les tissus de la plante).

L'impact économique de ces nuisances sur la végétation et sur le secteur agricole n'est pas bien connu à ce jour.

Enfin, les particules conduisent également au noircissement et à l'encroûtement des bâtiments, avec des conséquences financières en matière d'entretien.

#### 4) Quelles sont les normes environnementales ?

La concentration dans l'air des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> est encadrée par des valeurs limites définies par la [directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air et un air pur pour l'Europe](#). Ces valeurs sont transposées en droit national dans le code de l'environnement. Ainsi, l'article [R. 221-1 du code de l'environnement](#) fixe les normes de qualité de l'air pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> et définit les notions suivantes :

- un « objectif de qualité » correspond à un « niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble » ;
- une « valeur cible » correspond à un « niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble » ;
- une « valeur limite » correspond à un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser. Ce niveau est fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- un « seuil d'information et de recommandation » ; il s'agit d'un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;
- un « seuil d'alerte » ; il s'agit d'un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

##### a) *Particules « PM<sub>10</sub> »*

<b>Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine (fixé par l'Union européenne)</b>	30 µg/m <sup>3</sup>	moyenne annuelle civile
<b>Valeurs limites pour la protection de la santé humaine (fixée par l'Union européenne)</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	moyenne annuelle civile
	50 µg/m <sup>3</sup>	moyenne journalière à ne pas dépasser plus de trente-cinq fois par année civile
<b>Seuil d'information et de recommandation (fixé par l'Union européenne)</b>	50 µg/m <sup>3</sup>	moyenne journalière
<b>Seuil d'alerte (fixé par la France)</b>	80 µg/m <sup>3</sup>	moyenne journalière

*b) Particules « PM<sub>2,5</sub> »*

<b>Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine (fixé par l'Union européenne)</b>	10 µg/m <sup>3</sup>	moyenne annuelle civile
<b>Valeur cible pour la protection de la santé humaine (fixé par l'Union européenne)</b>	20 µg/m <sup>3</sup>	moyenne annuelle civile
<b>Valeur limite pour la protection de la santé humaine (fixé par l'Union européenne)</b>	25 µg/m <sup>3</sup> , à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2015	moyenne annuelle civile

## 5) Quelles sont les pratiques à encourager pour réduire les émissions de particules ?

Pour réduire les émissions de particules dans l'air, il est, par exemple, recommandé de :

### i) Dans les secteurs résidentiel et tertiaire :

- pour le chauffage principal ou le chauffage d'appoint au bois, éviter l'usage des cheminées à foyer ouvert, qui consomment beaucoup plus de bois et émettent beaucoup plus de particules. Par rapport à un foyer ouvert, un appareil (insert, poêle ou chaudière) performant permet une consommation de bois sept fois moindre et une pollution avec des émissions de particules quatre fois moins importantes, pour chaque unité de bois utilisée ;
- pour un appareil de chauffage au bois : utiliser du bois de bonne qualité et sec ;
- ne pas allumer un feu avec des papiers glacés ou très fortement encrés qui encrassent le conduit et l'âtre tout en émettant de nombreux polluants ;
- éviter d'utiliser son barbecue à combustible solide (charbon de bois, par exemple) ;
- respecter l'interdiction de ne pas brûler les déchets verts (cf. [la circulaire relative à l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts](#)). À titre d'exemple, brûler 50 kg de végétaux à l'air libre rejette autant de polluants qu'un parcours de 18 000 km effectué avec une voiture essence ou 6 000 km avec une voiture diesel récente. En outre, brûler des végétaux à ciel ouvert produit jusqu'à 900 fois plus de particules fines qu'un trajet de 20 km jusqu'à la déchetterie, ou encore correspond à trois semaines de chauffage d'un pavillon avec une chaudière récente. Le guide de l'ADEME intitulé : « [Utiliser ses déchets verts et de cuisine au jardin](#) » présente des solutions pour réduire et valoriser les déchets de cuisine et de jardin.

### ii) Dans le secteur des transports :

- réduire sa vitesse sur les voies rapides et autoroutes ;
- privilégier les modes de déplacements non motorisés (marche, vélo), les transports en commun, le covoiturage, les véhicules électriques disponibles en autopartage ;
- remplacer les véhicules les plus anciens par des véhicules récents.

### iii) Dans le secteur agricole :

- ne pas brûler à l'air libre les résidus de cultures (cf. la [circulaire du 11 février 2014](#) du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt) ;
- réduire les émissions d'ammoniac, précurseur de particules, en améliorant les matériels d'épandage ou en couvrant les fosses à lisier.

### iv) Dans le secteur industriel :

- réduire les émissions des installations de combustion.

#### **Pour en savoir plus :**

- consulter la brochure « améliorer la qualité de l'air extérieur – agir dans tous les secteurs » [ici](#).

## 6) Que font les pouvoirs publics ?

Les mesures mises en œuvre pour lutter contre la pollution relèvent soit de la réglementation (nationale, européenne ou internationale), soit de plans d'action (nationaux ou locaux), soit de dispositifs de soutien de l'État.

### a) *La réglementation*

Au niveau international, la convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance (1979) et son protocole de Göteborg (1999) visent à la réduction de la pollution atmosphérique. Le protocole a été amendé en 2012, afin d'inclure de nouveaux taux de réduction, à respecter d'ici 2020, ainsi qu'un polluant supplémentaire, les PM<sub>2,5</sub> (objectif de réduction des émissions de 27 % par rapport à 2005).

Ces taux de réduction d'émissions font également l'objet d'une directive européenne, la directive 2001/81/CE, appelée directive relative aux plafonds nationaux d'émissions (« National Emission Ceilings » ou « NEC »), qui est la transcription du protocole de Göteborg dans le droit européen et qui fixe des taux de réduction d'émissions nationaux plus contraignants que ce dernier, en fonction des États membres et des polluants considérés.

Au niveau européen, il existe également des mesures sectorielles au niveau européen (normes EURO sur les émissions des véhicules, directive IED sur les émissions industrielles, directives sur la qualité des carburants, etc.).

Au niveau national, de nombreuses mesures réglementaires ont été prises pour diminuer les émissions de particules, surtout dans le secteur de l'industrie, à travers la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement. Ainsi, des arrêtés ministériels encadrent les émissions des installations (installations de combustion de fabrication et transformation du verre, etc.) en fixant des niveaux maximums de rejet. S'agissant du secteur des transports, des normes dites « euro » sont applicables aux véhicules.

En outre, la fiscalité nationale est progressivement renforcée. Ainsi, dans le cadre de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP), le taux applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2014 aux émissions de poussières totales en suspension (TSP) est de 264,80 €/tonne TSP avec un seuil d'assujettissement pour les émissions de 5 tonnes, contre 86,62 €/tonne TSP en 2011, avec un seuil d'assujettissement de 50 tonnes. La taxe sur les véhicules de société (TVS) a également été modifiée pour prendre en compte les performances en matière d'émissions de polluants atmosphériques dans le taux de la taxe.

L'arrêté interministériel du 26 mars 2014, relatif au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant, fixe les actions à mettre en œuvre pour réduire les émissions de polluants, notamment les particules, en cas d'épisodes de pollution de l'air. Ces actions concernent toute la population dans la zone concernée. Elles doivent être adaptées en fonction du contexte local.

Enfin, dans le cadre du projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, des actions concrètes sont envisagées pour réduire les émissions polluantes issues des transports (déploiement de bornes de recharge des véhicules électriques, orientation en faveur du renouvellement du parc de véhicules par des véhicules propres, primes à la conversion des vieux véhicules diesel dans les zones les plus polluées, possibilité pour les collectivités de mettre en place des zones de circulation réservées aux véhicules les moins polluants, etc.).

## b) Les plans d'action

### i) Les plans nationaux

Plan particules : Ce plan, rendu public le 28 juillet 2010, comportait 30 mesures dans quatre secteurs émetteurs : domestique (chauffage au bois, notamment), industriel et tertiaire, transports, agricole ; 90 % des mesures ont été engagées.

En outre, un plan d'urgence pour la qualité de l'air (PUQA) a été publié en février 2013 à l'issue des travaux du Comité Interministériel de la Qualité de l'Air (CIQA). Ce comité réunissait les représentants de l'État, les collectivités et les organismes publics du secteur des transports, afin de renforcer les actions de lutte contre la pollution de l'air, en priorité dans le domaine des transports.

### Plan de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)

Le prochain PREPA, qui sera publié au plus tard le 31 décembre 2015, constituera la nouvelle stratégie nationale pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des populations aux pollutions atmosphériques. Des objectifs de réduction des émissions seront fixés. Ce plan fixera, en outre, les actions à engager dans tous les secteurs d'activité (transports, résidentiel, industriel, agricole), en hiérarchisant ces actions, au regard de leur efficacité sur les plans environnemental, économique et technique.

Lors de la conférence environnementale de 2014, le Gouvernement a annoncé :

- une prime à la conversion des diesels anciens ;
- des aides au renouvellement des appareils de chauffage au bois ;
- un système d'identification des véhicules en fonction de leurs émissions polluantes.

### ii) Les plans locaux

Une dynamique territoriale est engagée :

- Au niveau régional, les préfets de régions et les présidents des Conseils régionaux adoptent les schémas régionaux climat air énergie (SRCAE) qui définissent des orientations pour la région ;
- Au niveau départemental, les préfets, adoptent les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA). Dans toutes les zones où des dépassements des valeurs réglementaires de concentrations ont été constatées et dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants, les PPA sont approuvés par les préfets après concertation avec les collectivités locales et les parties prenantes ;
- les collectivités adoptent les plans de déplacement urbains, les plans locaux d'urbanisme, les SCOT et parfois les plans climat-énergie.

#### **Pour en savoir plus :**

- informations sur les plans de protection de l'atmosphère : [ici](#)

## c) Les dispositifs de soutien mis en place par l'Etat et l'ADEME

Géré par l'ADEME, le Fonds Chaleur a pour objectif de soutenir le développement de la production de chaleur à partir de sources renouvelables et s'adresse à tous les maîtres d'ouvrage. Lancé en 2008, il a permis d'accélérer la réalisation de nombreux projets de production de chaleur renouvelable, notamment par l'accompagnement de plus de 1 800 entreprises et collectivités dans leurs projets de production de chaleur à partir de biomasse, via des équipements performants.

Dans l'industrie, les projets permettant de réduire les émissions de polluants atmosphériques peuvent bénéficier de prêts bonifiés, les « prêts verts », gérés par BPI France et mis en œuvre dans le cadre des investissements d'avenir.

Dans l'agriculture, le projet de feuille de route santé-environnement prévoit de mettre en œuvre

des opérations pilotes de réduction des émissions polluantes, avec le concours financier de l'ADEME et du ministère de l'agriculture.

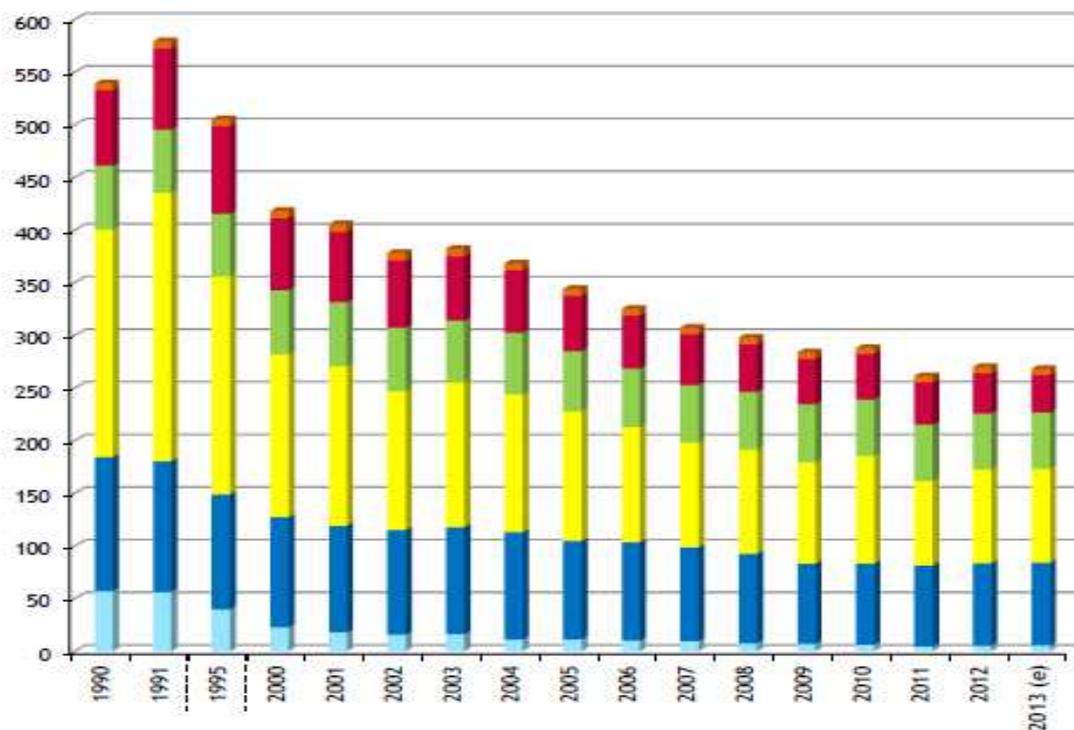
Le dispositif d'aide à l'action des collectivités territoriales et locales en faveur de l'air (AACT-AIR), mis en place par l'ADEME, permet aux collectivités et aux organismes de recherche de financer des projets innovants en faveur de la lutte contre la pollution atmosphérique. L'objectif est d'initier, d'encourager et de concrétiser des actions territoriales permettant une amélioration de la qualité de l'air.

Pour le remplacement d'un ancien appareil de chauffage au bois par un appareil récent qui permet non seulement d'améliorer le rendement énergétique, mais aussi de réduire très significativement les émissions de particules, les particuliers peuvent bénéficier du crédit d'impôt de la transition énergétique (CITE) de 30 %.

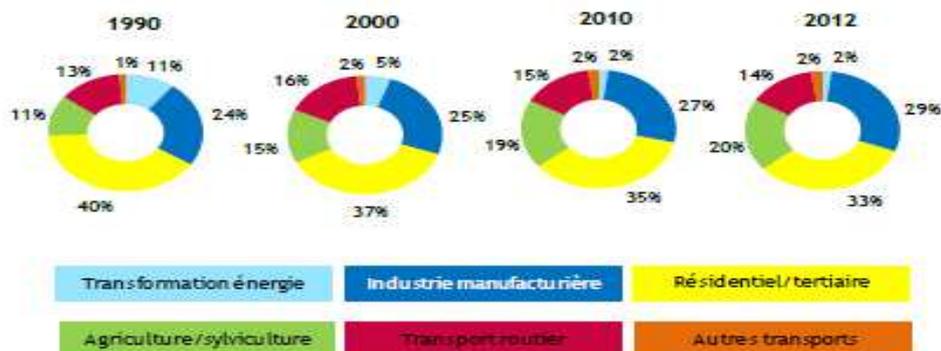
## 7) Comment évoluent les émissions ?

Les émissions primaires de PM<sub>10</sub> ont diminué de 50 % entre 1990 et 2012.

### Émissions atmosphériques de PM<sub>10</sub>, par secteur, en France métropolitaine, en milliers de tonnes



(e) estimation préliminaire

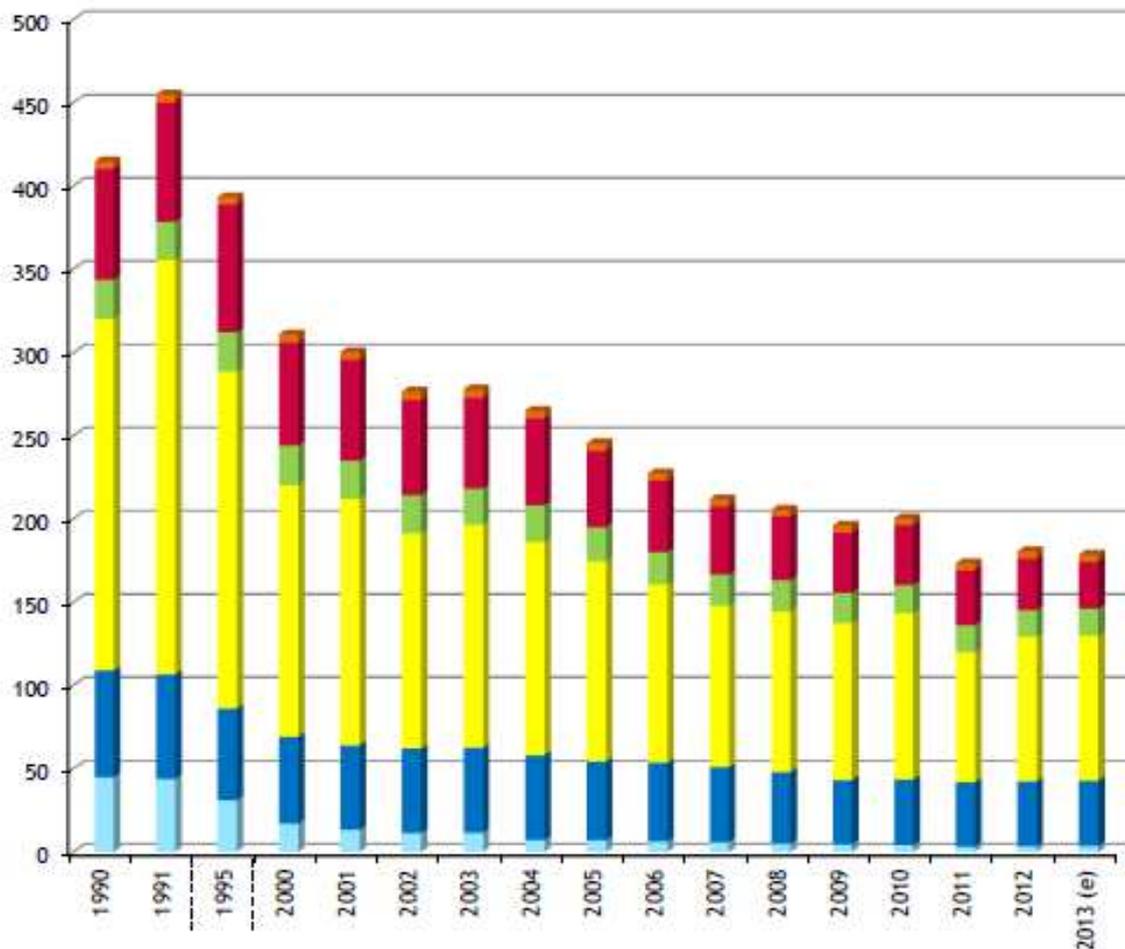


Source : CITEPA, pour le compte du MEDDE – Rapport SECTEN de 2014

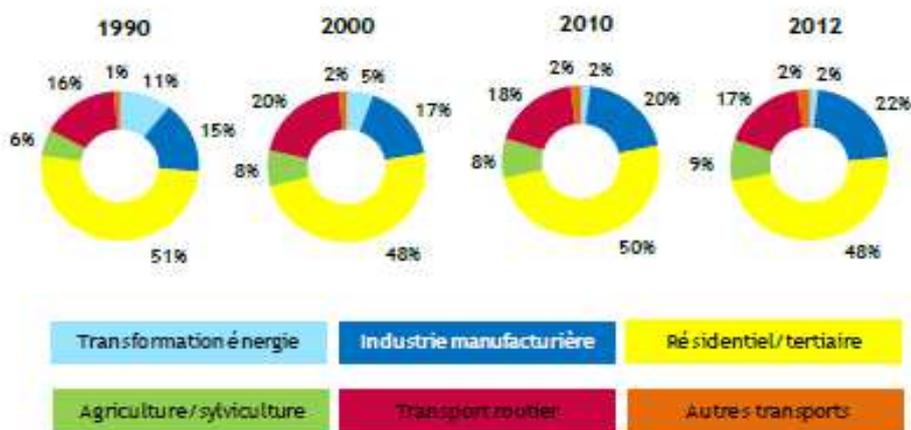
(e) : estimations préliminaires.

Les émissions de PM<sub>2,5</sub> ont réduit de plus de 55 % entre 1990 et 2012.

**Émissions atmosphériques de PM<sub>2,5</sub>, par secteur, en France métropolitaine, en milliers de tonnes**



(e) estimation préliminaire



Source : CITEPA, pour le compte du MEDDE – Rapport SECTEN de 2014

(e) : estimations préliminaires

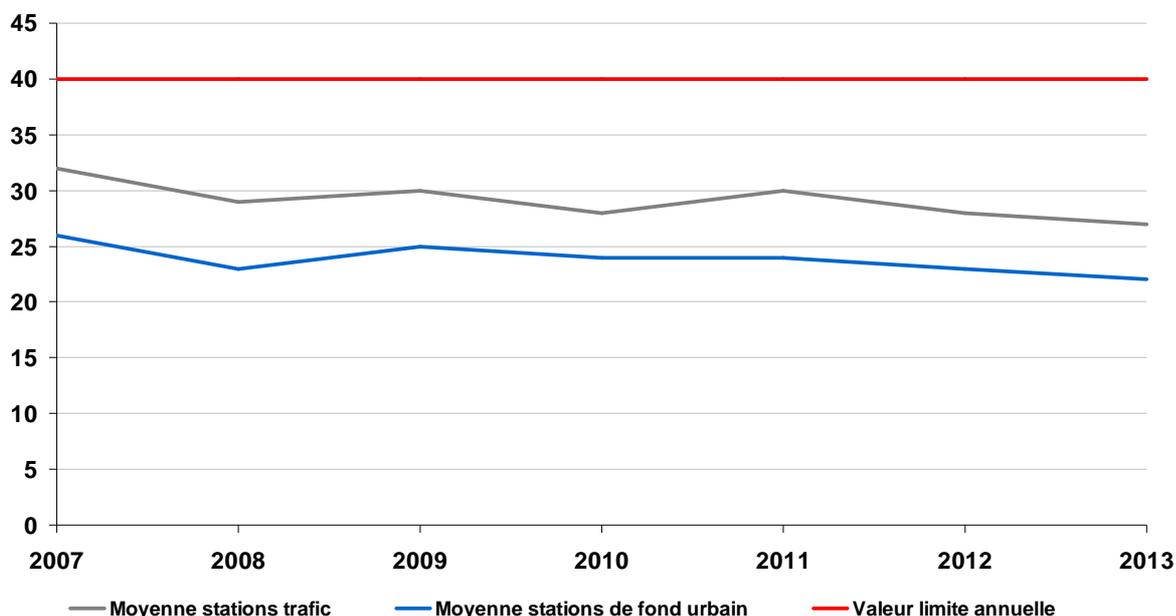
## 8) Quel est l'état de la qualité de l'air et son évolution ?

Dans chaque région, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par une association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Les données sont en ligne sur le site Internet de chaque AASQA.

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

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, les modalités de mesure des concentrations en PM<sub>10</sub> ont été modifiées et cette révision ne permet pas de comparer les années 2007-2013 avec les années précédentes. Sur la période 2007-2013, l'évolution des concentrations de PM<sub>10</sub> pour la métropole et l'outre-mer est présentée ci-dessous.

### Concentration de PM<sub>10</sub> en µg/m<sup>3</sup>

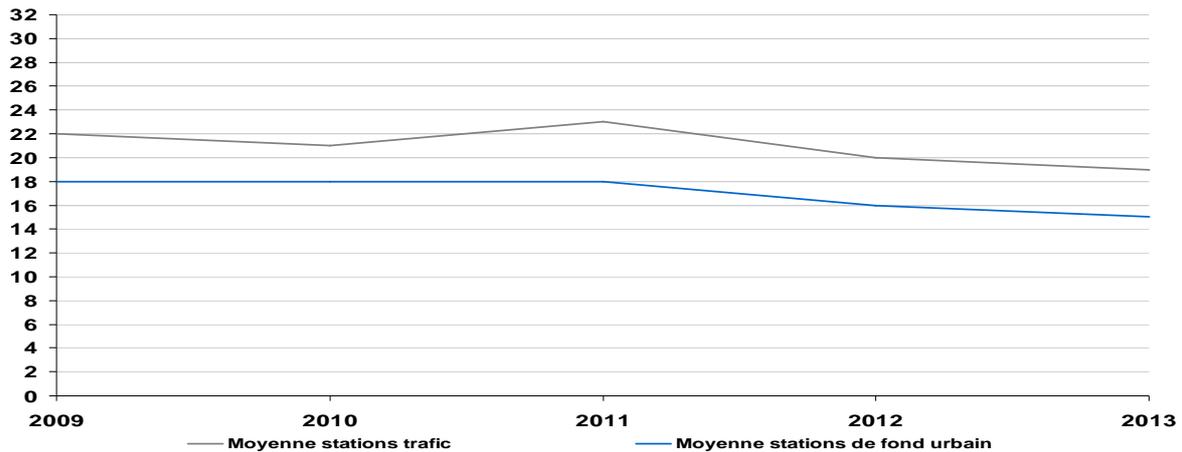


**Ainsi, au cours de la période 2007-2013, malgré la baisse des émissions de particules, aucune tendance significative ne se dégage.**

### Evolution des concentrations de PM<sub>2,5</sub>

Sur la période 2009-2013, l'évolution des concentrations de PM<sub>2,5</sub> pour la métropole et l'outre-mer est la suivante.

### Concentration de PM<sub>2,5</sub> en µg/m<sup>3</sup>



Source : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air

La période de suivi des concentrations en  $PM_{2,5}$  est trop brève pour pouvoir mettre en évidence une tendance.

Le « [Bilan de la qualité de l'air en France en 2013 et principales tendances observées sur la période 2000-2013](#) » apporte des informations complémentaires sur les concentrations de particules dans l'air.

**Les valeurs limites imposées par la réglementation ne sont pas respectées chaque année dans une quinzaine de zones françaises, principalement des agglomérations.** Parmi celles-ci, 11 zones (Marseille, Toulon, Paris, Douai-Béthune-Valenciennes, Lille, Grenoble, Lyon, la Zone Urbaine Régionale de Rhône-Alpes, Nice, la Zone Urbaine Régionale de PACA et la Martinique) sont visées par une procédure contentieuse.

Après une première mise en demeure (2009), un avis motivé (2010) et une décision de saisine de la Cour de justice de l'Union européenne (2011) non-suivie d'effets, la Commission a adressé à la France une mise en demeure complémentaire en février 2013 et a élargi ses griefs contre elle : désormais il est reproché à la France de ne pas se conformer aux niveaux réglementaires de particules et de ne pas mettre en place des plans d'action répondant aux ambitions de la directive.

Si la France était condamnée (délai minimal : 1 à 2 ans), elle pourrait encourir une amende d'un montant de l'ordre de 100 millions d'euros par an jusqu'au respect de la directive. Les plans de protections de l'atmosphère ainsi que les plans nationaux tels que le plan particules, le plan d'urgence pour la qualité et le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques constituent la réponse mise en œuvre pour améliorer la qualité de l'air et ainsi répondre au contentieux. La Commission en est tenue informée.

**Pour en savoir plus :**

- consulter le « Bilan de la qualité de l'air en France en 2013 et principales tendances observées sur la période 2000-2013 » [ici](#) ;
- consulter le site des AASQA [ici](#).