

Amélioration contrastée de la qualité de l'air des villes entre 2000 et 2005



le 4 pages | ifen

air

juillet-août 2006

numéro 112

Globalement, la qualité de l'air des villes de France s'améliore. L'indice de pollution de l'air calculé par l'Ifen résume l'évolution des concentrations de quatre polluants (ozone, dioxydes de soufre et d'azote, particules fines) dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Il montre une stabilité de la qualité de l'air en 2000-2002, suivie d'une détérioration en 2003 et d'une amélioration en 2004 et 2005. Cette évolution résulte à la fois d'une tendance à la baisse des émissions et des effets des conditions météorologiques. Elle est variable suivant les polluants et les villes. Ainsi l'ozone est le seul des polluants pris en compte qui n'évolue pas à la baisse sur la période 2000-2005, une pollution que le réchauffement climatique risque de renforcer.

Mohamedou Ba, Ifen

De nombreuses mesures sont effectuées chaque jour par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) pour apprécier l'évolution de la qualité de l'air. Ces dernières permettent, au niveau local, d'informer le public et de déclencher les procédures nécessaires en cas de menace pour la santé.

À partir de ces données, l'Ifen a construit un indice qui chiffre une évolution pour l'ensemble des agglomérations de plus de 100 000 habitants. Les contraintes sur les données imposent à cet indice des limites à bien comprendre :

- l'indice ne prend en compte que les polluants les mieux observés : le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et les particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀) ;
- il ne renseigne que sur la qualité de l'air des agglomérations de plus de 100 000 habitants ;
- il ne calcule que des évolutions, en partant pour chaque station de la comparaison avec la situation antérieure. Il ne donne donc pas une concentration moyenne, mais seulement des variations

entre deux dates (la valeur 100 est la valeur moyenne observée en 2000).

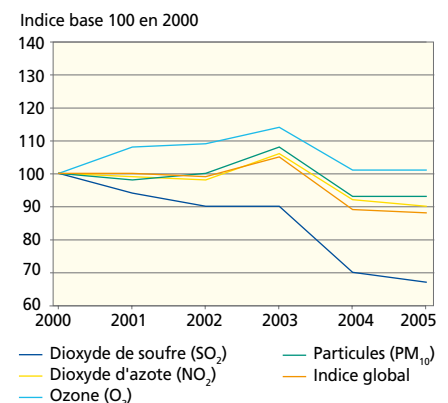
La qualité de l'air s'est globalement améliorée depuis 2000

Globalement, la qualité de l'air des villes de France s'améliore, avec toutefois des différences en fonction des polluants et des agglomérations. Elle a été stable entre 2000 et 2002, s'est sensiblement détériorée en 2003, avec une augmentation de 5 % des concentrations de polluants, puis s'est améliorée en 2004 et 2005, avec un niveau de pollution inférieur de 10 % à celui des années 2000-2002.

L'événement climatique de 2003 est bien sûr l'épisode de canicule. L'analyse confirme bien que l'indice d'ozone a été très élevé en août 2003 (180 pour un niveau 100 correspondant à la moyenne de l'année 2000). De même, l'indice des PM₁₀ s'est élevé à 130. Pour ces deux polluants, les plus sensibles à l'ensoleillement, août 2003 présente l'indice le plus élevé parmi les 60 mois de la série. Pour autant,

il n'explique pas à lui seul les mauvais résultats de l'année. Si le mois d'août 2003 avait été au même niveau de pollution que les autres mois d'août depuis 2000, les résultats de 2003 auraient quand même été les plus mauvais de la période pour l'ozone comme pour les particules. Pour ces deux polluants, c'est en fait l'ensemble des trois mois juin-juillet-août qu'il faut prendre en compte pour expliquer la plus grande partie des résultats de l'année. En ce qui concerne le SO₂ et le NO₂, les concentrations d'août 2003 étaient inférieures à la moyenne des autres mois. Les conditions particulières de l'été 2003 ont donc bien joué un rôle, mais c'est plus largement l'ensemble de l'année qui est en cause.

Indice de la pollution de l'air : une évolution contrastée



Source : Ifen, d'après données BDQA (Banque de données sur la qualité de l'air).

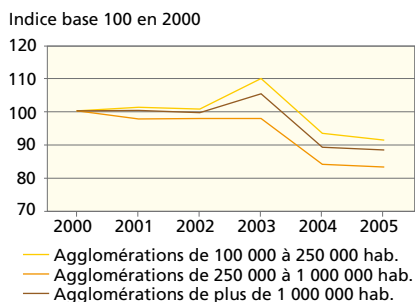
Les années 2004 et 2005 marquent une nette amélioration par rapport à 2003, mais aussi par rapport à la période 2000-2002. Sur le plan climatologique, on sait que ces années ont été favorables à la qualité de l'air en ville, les conditions encourageant la dispersion des polluants.

Il est trop tôt pour affirmer que des conditions moins conjoncturelles s'y ajoutent, comme une baisse des émissions en ville, ou des conditions moins favorables à l'apparition des polluants par transformation chimique ou photochimique.

L'amélioration de la qualité de l'air est variable selon la taille d'agglomération...

Depuis 2000, les agglomérations moyennes (-17 %) et grandes (-12 %) ont connu une amélioration notable de la qualité de l'air. Celle observée dans les agglomérations plus petites, de 100 000 à 250 000 habitants, est plus modeste (-9 %). À l'exception de l'année 2003, la tendance à la baisse est générale, ce qui est à mettre en relation avec la réduction des émissions dans l'air de certains polluants. Cependant, l'évolution est étroitement liée aux conditions météorologiques, notamment en été.

Une baisse plus nette de l'indice dans les agglomérations moyennes



Source : Ifen, d'après données BDQA.

L'indice 100 pour l'année 2000 correspond à des niveaux de pollution différents selon les tailles d'agglomération. Les concentrations moyennes relevées alors dans les grandes agglomérations françaises (de plus d'un million d'habitants) sont plus élevées que dans les autres. Cela concerne surtout le dioxyde d'azote et dans une moindre mesure le dioxyde de soufre.

... et selon les polluants

Le dioxyde de soufre contribue beaucoup à la baisse de l'indice global. L'indice SO₂ a baissé de 33 % de façon presque régulière depuis 2000, mise à part une reprise en 2003 dans les petites agglomérations. La baisse en cinq ans atteint 40 % dans les agglomérations moyennes, 30 % dans les petites agglomérations et 28 % dans les grandes. Globalement, c'est un pol-

Concentrations moyennes annuelles en 2000

En µg/m³

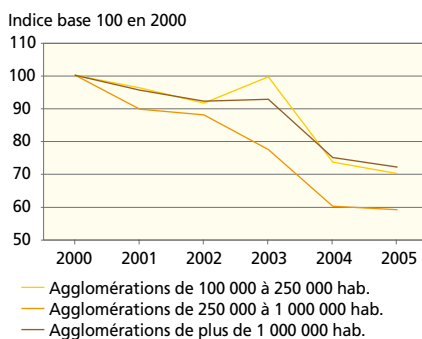
Taille des agglomérations	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	Ozone
100 000 à 250 000 habitants	4	25	20	46
250 000 et 1 000 000 habitants	5	29	21	48
> 1 000 000 habitants	8	42	24	52

Note : moyenne des stations urbaines de fond, éloignées de toute sorte de pollution ponctuelle.

Source : Ifen, d'après données BDQA.

lant qui ne dépasse plus que rarement les valeurs limites, essentiellement sous le vent des zones industrielles (Normandie, Étang de Berre).

L'indice SO₂ en nette baisse, surtout dans les agglomérations moyennes

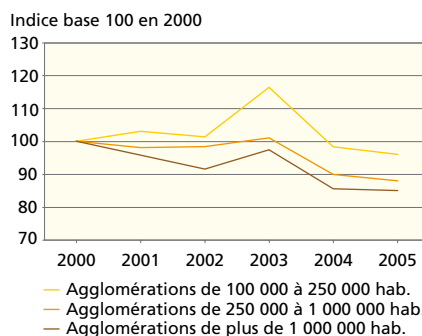


Source : Ifen, d'après données BDQA.

Le dioxyde de soufre résulte principalement de la combustion de combustibles fossiles par les industries et le transport. Il peut engendrer une irritation des bronches et des muqueuses chez l'homme et contribuer au phénomène des pluies acides.

L'indice NO₂ est en baisse de 10 % depuis 2000. Dans les petites agglomérations, il a connu un pic en 2003, 16 % au-dessus de sa valeur en 2000. Puis il a diminué en 2004 et 2005 pour descendre 4 % en dessous de cette référence. Ailleurs, la

Une faible diminution de l'indice NO₂ dans les petites agglomérations



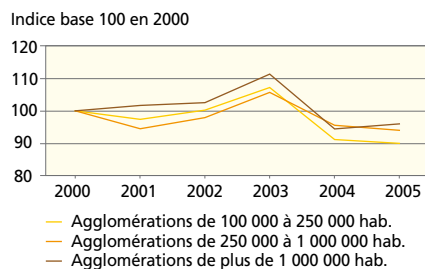
Source : Ifen, d'après données BDQA.

diminution s'est faite essentiellement en 2004 et 2005. Elle a été, depuis 2000, de 12 % dans les agglomérations moyennes et de 15 % dans les grandes.

Le dioxyde d'azote est issu de l'oxydation des oxydes d'azote émis essentiellement par le transport et les installations de combustion. Il peut provoquer une altération des voies respiratoires, contribue au phénomène des pluies acides et intervient comme précurseur de l'ozone troposphérique.

Les concentrations de PM₁₀ ont diminué de 7 % depuis 2000. Elles ont baissé de 10 % dans les petites agglomérations et de 6 % dans les autres. Après trois années stables en 2000-2002, elles ont augmenté de 8 % en 2003, puis nettement régressé les années suivantes. Les efforts de réduction des émissions de particules sont modestes et ne compensent que faiblement la production de particules secondaires.

L'indice PM₁₀ reste stable pour tous les types d'agglomération



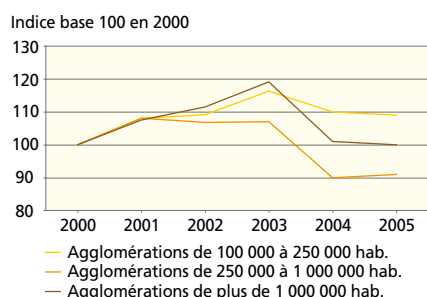
Source : Ifen, d'après données BDQA.

Les particules fines sont d'origines très diverses. Elles peuvent se former lors de combustions incomplètes des combustibles et des carburants, voire lors de l'abrasion des pneus ou des revêtements routiers. Les principaux secteurs émetteurs sont l'industrie (sidérurgie, cimenteries), l'incinération des déchets et la circulation automobile. Une partie des particules se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Les plus petites particules

peuvent pénétrer profondément dans l'organisme et altérer la fonction respiratoire. Elles peuvent être cancérogènes.

Les concentrations d'ozone retrouvent globalement leur niveau de 2000, les baisses de 2004 et 2005 ayant compensé les hausses de 2001-2003. Seules les agglomérations moyennes sont, en 2005, au-dessous du niveau de 2000 (-9 % en 2005), alors que les petites sont 9 % au-dessus. Il est difficile de dégager des tendances nettes dans la mesure où la variabilité annuelle est très grande en raison de la dépendance de l'ozone aux conditions météorologiques.

L'indice O₃ augmente dans les petites et grandes agglomérations



L'ozone est un polluant secondaire issu de la réaction chimique de polluants primaires dont les composés organiques volatils, le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote. Il peut engendrer une irritation des yeux et perturber la fonction respiratoire, en particulier chez l'enfant et les asthmatiques. Il a un effet néfaste sur la végétation et les matériaux.

Des indices plus élevés au printemps et en été

Globalement, quel que soit le type d'agglomération, les concentrations de polluants sont plus élevées au printemps et en été. Mais les fluctuations mensuelles varient selon les polluants. Le dioxyde de soufre et l'ozone présentent des variations très saisonnières alors que le dioxyde d'azote et les particules ont des variations plus régulières dans l'année.

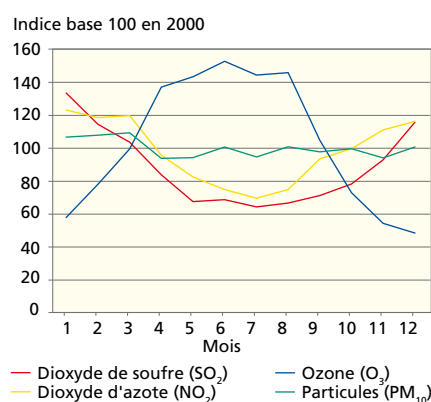
En hiver, c'est la pollution acido-particulaire qui est caractéristique. Elle se manifeste par la présence d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre et de particules. Les conditions météorologiques (temps froid et journées peu ensoleillées) favorisent la

formation d'inversions thermiques de plusieurs jours qui, lorsqu'elles coïncident avec des périodes de fortes émissions (par le chauffage en hiver, par exemple) produisent des épisodes de pollution.

En été, les températures élevées et l'ensoleillement participent à la formation d'ozone troposphérique et génèrent la formation de polluants secondaires (particules, dioxyde d'azote).

L'indice SO₂ accuse un pic en décembre et janvier, avec des concentrations respectivement de 10 % et 27 % plus fortes que la moyenne. Inversement, l'ozone, polluant secondaire produit par une réaction photochimique liée à l'ensoleillement, présente les indices les plus élevés d'avril à août (plus de 130, avec un maximum de près de 150 en juin). Le NO₂, polluant secondaire issu de la réaction chimique entre le monoxyde d'azote et l'ozone, enregistre une baisse en été lors de la production d'ozone. Les concentrations de particules sont un peu plus fortes de décembre à mars, mais les fluctuations saisonnières ne dépassent pas 10 %.

Une pollution plus élevée au printemps et en été



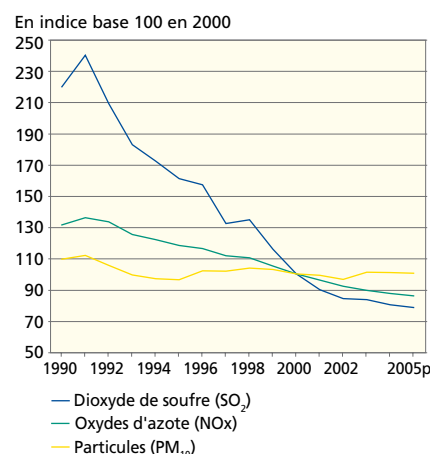
Note : moyenne 2000-2005 des indices mensuels.

Des émissions de polluants primaires en baisse...

La tendance à l'amélioration de la qualité de l'air s'explique en partie par la baisse des émissions primaires. Il faut tenir compte de la formation de polluants secondaires qui se créent par réaction chimique ou photochimique, et des conditions climatologiques qui favorisent, ou non, la dispersion des polluants.

Les émissions de dioxyde de soufre ont beaucoup baissé depuis 1990. Les réglementations rendant plus sévères les valeurs

Les émissions de polluants primaires en baisse



p : provisoire.

limites d'émissions des grandes installations de combustion et diminuant la teneur en soufre des combustibles liquides ont fortement contribué à cette baisse. Les émissions de dioxyde d'azote ont été réduites en raison de l'utilisation du pot catalytique dans les véhicules depuis 1993. Par ailleurs, l'entrée en vigueur de la norme Euro III pour les poids lourds en 2002 et de la norme Euro IV à partir de 2005 pour les véhicules particuliers diminuera les émissions du transport, même si la réduction des émissions par véhicule est susceptible d'être compensée par l'augmentation du trafic.

La contradiction apparente entre la baisse des émissions de certains polluants et des concentrations parfois en hausse s'explique par la nature des polluants en cause et les transformations physico-chimiques qu'ils subissent dans l'atmosphère. Aux polluants primaires produits directement par des émetteurs, s'ajoutent des contributions en relation avec les conditions météorologiques (insolation, vent). Des polluants secondaires (ozone et pour partie particules, soufre et azote) se produisent par la transformation dans l'atmosphère de polluants primaires.

... et d'autres facteurs difficilement maîtrisables

Les conditions météorologiques de l'été 2003 ont été particulièrement favorables pour la production de polluants photochimiques. En effet, des températures diurnes et nocturnes élevées, un vent faible ou quasi absent, un ensoleillement intense,

associés à la présence de polluants dans l'air, ont conduit à l'apparition d'épisodes de pollution photochimique dont l'ozone est le principal indicateur. Météo France a montré l'existence d'une forte corrélation entre les températures diurnes et les épisodes de pollution photochimique, de même entre les températures diurnes et les valeurs maximales horaires d'ozone.

La pollution par l'ozone en 2003 se caractérise à la fois par l'étalement spatial du nombre d'épisodes et par leur durée. Si, de mai à septembre, le seuil d'information du public ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassé pendant 84 jours dans au moins une station, c'est surtout au mois d'août que tout le pays a été touché (86 % des stations touchées du 2 au 15 août). Ainsi, dans l'agglomération parisienne, le nombre de jours de déclenchements du niveau d'information est passé de 7 jours en 2001 à 13 jours en 2003. Dans ces conditions, l'ozone est plus que jamais déterminant dans l'évolution future de la qualité de l'air en France.

Corrélativement aux épisodes de pollution par l'ozone, les particules ont connu des dépassements de seuils importants en 2003 en raison de la production de particules secondaires.

Le réchauffement climatique peut remettre en question l'évolution de la qualité de l'air

L'indice global montre que les efforts fournis pour réduire les émissions de polluants primaires se font sentir. Les baisses constatées sur le dioxyde de soufre et dans une moindre mesure sur le dioxyde d'azote contribuent à améliorer la qualité de l'air dans toutes les agglomérations françaises.

Obtenir des résultats pour l'ozone et les particules est plus complexe. La baisse des émissions de précurseurs ne suffit pas à réduire les concentrations car elles risquent par ailleurs d'évoluer à la hausse sous l'effet du réchauffement climatique attendu pour le XXI^e siècle. Une simulation effectuée

par Météo France souligne que la France sera soumise à plus d'étés chauds et à une augmentation des températures maximales accompagnée vraisemblablement de davantage de vagues de chaleur. Des étés caniculaires comme celui de 2003 risquent d'être plus fréquents créant les conditions d'accroissement des concentrations d'ozone et de particules. ●

Methodologie

L'indice global de la qualité de l'air calcule l'évolution des concentrations de quatre polluants (SO_2 , NO_2 , O_3 et PM_{10}) pour l'ensemble des agglomérations de plus de 100 000 habitants. Les données utilisées pour calculer l'indice de la pollution de l'air de l'Ifen sont celles des mesures fixes en continu fournies par les stations de fond de type urbain et périurbain, produites par les AASQA et centralisées dans la BDQA de l'Ademe. L'indice est construit comme une moyenne pondérée de l'évolution des concentrations par station. Son calcul comprend quatre étapes :

- L'estimation des valeurs manquantes : lorsque le nombre de valeurs manquantes est inférieur à 10 %, il a été décidé de rétro-poler, d'interpoler ou d'extrapoler les mesures de la station. La période de référence va du 1^{er} décembre de l'année n-1 au 31 décembre de l'année n ;
- La constitution des indices élémentaires par polluant : pour chaque polluant, une concentration moyenne est calculée mensuellement pour chaque station. Un indice est ensuite calculé pour chaque année en utilisant l'indice de type chaîne, base 100 en 2000 ;
- L'agrégation spatiale des indices : afin de tenir compte de l'extension spatiale progressive des mesures de la qualité de l'air au cours de la période, les indices calculés pour les diverses agglomérations sont synthétisés d'abord par taille d'agglomération, chacune étant pondérée par sa superficie.
- La constitution de l'indice global à partir des différents polluants : pour définir l'indice global pour l'année 2000, chaque polluant a le même poids. Pour les années suivantes, les indices de Laspeyres et de Laspeyres-chaîne sont utilisés.

Comme les calculs sont faits en évolution, l'hypothèse sous-jacente à cette agrégation est que l'augmentation de 5 % de la concentration d'un polluant est équivalente à l'aug-

mentation de 5 % d'un autre polluant. Il s'agit d'une convention relativement arbitraire dont il faut avoir conscience. Il n'est pas nécessaire en revanche de faire des hypothèses d'équivalence entre les concentrations de polluants différents.

Les zones rurales ont été exclues du calcul de l'indice, le nombre de capteurs y étant très faible. Cela entraîne une mauvaise prise en compte de la pollution à l'ozone puisque c'est dans ces zones que les concentrations sont les plus fortes.

Par ailleurs, l'indice repose sur les quatre polluants les mieux observés actuellement. Des polluants potentiellement plus dangereux pour la santé ne sont pas pris en compte (benzène, formaldéhydes...) en raison de leur faible surveillance.

Bibliographie

- Garcia J., Colosio J., 2001. *Les indices de la qualité de l'air : élaboration, usages et comparaisons internationales*. Paris, Les presses de l'école des Mines de Paris, 120 p.
- Insee, 1999. *Pour comprendre l'indice des prix - Édition 1998*. 196 p. (coll. Insee Méthodes, n° 81-82).

Contrasting improvements in air quality in urban areas from 2000 to 2005

France's air quality is improving generally, due to sulphur dioxide decrease. Ifen has built an overall air quality index, based on four pollutants monitored in all agglomerations of more than 100 000 inhabitants (sulphur dioxide, nitrogen dioxide, ozone and fine particles). It indicates that air quality was stable in 2000-2002, deteriorated in 2003 and improved markedly in 2004 and 2005. A trend towards lower emissions overlies the more or less favourable climatic conditions of the different years. Ozone is the only monitored pollutant that did not show a reduction in the 2000-2005 period. This is a form of pollution which can only be aggravated by global warming. ●

le 4 pages | Ifen La lettre thématique mensuelle de l'Institut français de l'environnement – Abonnement : 8 numéros, 16 €

5, route d'Olivet – BP 16105
45061 Orléans Cedex 2
Tél : 02 38 79 78 78 – Fax : 02 38 79 78 70
E-mail : ifen@ifen.fr



Retrouvez toutes nos publications sur le site : <http://www.ifen.fr>

Directeur de la publication : Bruno Trégouët
Rédacteur en chef : Françoise Nirascou
Coordination éditoriale : Sophie Margontier
Auteur : Mohamedou Ba
Appui méthodologique : Pierre Debreu
Traducteur : Geoffrey Bird
Conception graphique et réalisation : Chromatiques Édition

Impression :
Imprimerie Nouvelle,
certifiée Imprim'vert
Imprimé sur du papier blanchi
sans chlore, certifié PEFC
Dépôt légal : 1777-1838
N° CPPAP 8-3086

