

ARTICLES

Épisodes de pollution et dispositifs d'alerte en France : une vision historique et sociopolitique

History of air pollution alerts in France from an historical and sociopolitical point of view

Isabelle ROUSSEL

Résumé

La gestion des épisodes de forte pollution a ponctué l'histoire des politiques publiques liées à la pollution atmosphérique. Dans un premier temps, parce que la métrologie n'était pas assez fine pour détecter « le bruit de fond » puis, parce que la pollution industrielle, développée depuis le début de la révolution industrielle et au cours de la période de reconstruction qui a suivi la Seconde Guerre mondiale, a monopolisé l'attention des pouvoirs publics pratiquement jusqu'à l'arrivée de la loi sur l'air de 1996, à l'exception, toutefois, de nombreuses initiatives municipales. Cette loi marque un tournant considérable en braquant les projecteurs des médias sur ces épisodes fortement pollués, traités auparavant entre les services de l'État et les industriels. Cependant, cette nouvelle gestion des pics de pollution, souvent liés à l'automobile et à l'accumulation de polluants tels que le dioxyde d'azote et l'ozone, pas toujours correctement mesurés, pose de nombreuses questions. En particulier, en attirant l'attention sur les niveaux de pollution élevés ne risque-t-on pas de faire peur certains jours pour lesquels le risque sanitaire n'est pas avéré, au détriment d'une attention soutenue de la pollution de tous les jours ? Le développement des connaissances sur les méfaits sanitaires des particules a permis d'attirer l'attention de la population sur la nécessité de maîtriser ces polluants qui contribuent à l'effet de serre, accentuent le trouble atmosphérique, rendant ainsi perceptible la pollution et qui peuvent être suffisamment fins pour s'insinuer profondément dans différents organes et provoquer des nuisances à court, moyen et long terme.

Mots-clés :

alerte, pollution atmosphérique, pic de pollution, risque sanitaire, pollution particulaire.

Abstract

Managing high pollution episodes is a landmark of air pollution public policies. At the start, because metrology was not accurate enough to measure background levels but also because industrial pollution, which appeared with the industrial revolution and peaked during the reconstruction period which followed the second world war monopolized the attention of public authorities practically until the vote of the Air Law in 1996, with the exception, however, of numerous municipal initiatives. This law stands as a major turning point, putting high pollution episodes under the media spotlights when they were previously managed between state administration and industry representatives. This new management of air pollution peaks, often related to road traffic and pollutants accumulation such as nitrogen oxides or ozone not always correctly measured, raises numerous questions. In putting the light on pollution high levels, is not there a risk to frighten the population at times when sanitary hazards are not clearly established at the expense of a sustained care for everyday pollution ? Knowledge development concerning sanitary impact of particles has raised the populations awareness regarding the necessity of mastering these pollutants, which contribute to global warming, make pollution visible because they cloud the atmosphere and are small enough to penetrate different organs and induce pathologies at short, medium and long term.

Keywords:

alert, outdoor air pollution, peak of air pollution, sanitary risk, particulate air pollution.

L'épisode de forte pollution de mars 2014 a été l'objet d'une médiatisation redoublée par la proximité des élections municipales. Des épisodes de ce type, souvent baptisés « pointes » ou « pics », ont une longue histoire, mais la réalité qu'ils recouvrent est aujourd'hui totalement différente de ce qu'elle a pu être dans le passé, même si leur occurrence est toujours liée à l'installation de situations météorologiques anticycloniques défavorables à la dispersion des polluants. L'inquiétude au sujet de la pollution particulaire associée au chiffre des « 42 000 morts par an », résultats du programme CAFE (Clean Air for Europe), s'est progressivement installée, traduisant la convergence de plusieurs études épidémiologiques. En revanche, au cours des années cinquante ou soixante, la pollution, mal identifiée, était considérée par la puissance publique comme un dommage collatéral de la reconstruction et de l'explosion de la production industrielle devenue critère majeur de progrès. Ce sont les « pointes », caractérisées par une forte concentration de polluants, qui ont attiré l'attention au moment où la météorologie, encore balbutiante, évaluait le bruit de fond et les faibles doses avec beaucoup d'incertitude. Aux beaux jours de la révolution industrielle, la multiplicité des panaches des cheminées, loin de donner lieu à des alertes, était le signe de la prospérité. À la fin des Trente glorieuses – ou des « trente pollueuses », baptisées ainsi par S. Frioux (2013) – et avec la mise en place progressive des directives et normes élaborées par l'Union européenne et par l'OMS, la notion de pic a trouvé une signification sanitaire, en raison des progrès de l'épidémiologie et de la toxicologie expérimentale : exposition humaine contrôlée aux USA, qui voyaient la morbidité augmenter avec la concentration en gaz ou aérosols toxiques. D'un point de vue chronologique, l'assimilation d'une pointe de pollution à une norme lui conférait une valeur relative puisque les seuils définissant les « dépassements » n'ont cessé d'évoluer pour les différents polluants réglementés. Ainsi, en forçant à peine le trait, il est possible d'affirmer que les pics d'aujourd'hui correspondent au bruit de fond d'hier car, comme le relève un document du RNSP : « l'utilisation du terme 'pic' pour toute situation reflétant une modification relative des conditions habituelles constitue un excès de langage propre à entretenir une certaine confusion entre les situations du passé et celles rencontrées aujourd'hui ». En outre, W. Dab, dans une recherche évoquée ci-dessous (Dab, 1999), affirmait que la définition des pointes est très aléatoire : « il suffit de rajouter ou d'enlever un jour à la définition de ce qu'on appelle un épisode pour

voir des tendances s'inverser. La définition de ces épisodes, pouvant donner lieu à une procédure préfectorale, s'est affinée au fil des ans : l'arrêté interministériel du 26 mars 2014 a encore apporté des précisions supplémentaires.

Il convient de distinguer un épisode de pollution de l'alerte qui peut être déclarée. Celle-ci résulte d'un dispositif administratif qui confère à un événement observé une dimension procédurale. Cette césure entre l'observation d'un pic de pollution et la déclaration d'une alerte est essentielle puisqu'elle marque une coupure entre l'expertise et la gestion. Les réseaux de mesure, de par leur délégation de service public, sont habilités à entamer une procédure d'information à partir des observations et en conformité avec la réglementation. Seul le préfet peut décréter un certain nombre d'actions correspondant au seuil de pollution atteint et au dispositif prévu.

Dès la mise en place des premiers réseaux de mesure, des alertes industrielles ont été institutionnalisées puis, en 1996, la LAURE (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie) a inscrit les dispositifs d'alerte dans la loi en insistant sur la nécessaire information du public. Au fil des ans, le protocole suivi pour décréter les alertes a beaucoup évolué, ainsi que la prise de conscience des effets sanitaires d'une pollution devenue urbaine et constituée par une multitude de sources émanant de nombreux acteurs, professionnels ou citoyens. Peu à peu s'est constituée une véritable culture de la qualité de l'air, encore insuffisamment partagée, qui obéit au temps long de la prévention de la pollution atmosphérique. En effet, seules des mesures de fond agissant à la fois sur la motorisation des véhicules, les carburants, l'énergie, l'industrie, l'urbanisme, l'agriculture... seront susceptibles de diminuer les effets néfastes d'une pollution généralisée née de l'essor techno-économique sans précédent qui s'est développé après la guerre. De ce point de vue, la problématique de la qualité de l'air a été profondément renouvelée, à la fois comme problématique urbaine, mais surtout comme une problématique particulaire, d'où la prégnance de la question du Diesel, par exemple, ou de l'agriculture... Cette évolution est largement liée au développement des connaissances sur les effets sanitaires des polluants : pollution acido-particulaire (acidité forte et fumées noires), monoxyde de carbone, oxydes d'azote, ozone et particules au sens large. Ce sont les particules qui ont fait l'objet de développements majeurs des connaissances depuis une quinzaine d'années, aussi bien sur la mise en

évidence de la complexité de leur chimie que sur celle des méfaits de la pollution chronique et des faibles doses au sein du cocktail que représente l'air des villes, avec le chiffre emblématique, déjà cité, de 42 000 morts par an. Le terme même de particule affecté autrefois à l'indicateur « fumée noire », recouvre aujourd'hui une réalité plus complexe et mieux différenciée. C'est ainsi que les alertes, initialement liées aux polluants acido-particulaires (AF ou SO₂/FN), se sont portées sur le dioxyde d'azote, l'ozone puis, plus récemment, sur les particules de tailles et de natures différentes (PM₁₀, PM_{2,5}...). Quel a été le rôle des alertes, agissant sur un temps court à travers des mesures d'urgence, sur l'intégration de la qualité de l'air dans la plupart des préoccupations de la vie quotidienne ? Leur valeur pédagogique, répétitive, a-t-elle pu fonctionner comme un rappel à l'ordre régulier, comme une sonnette d'alarme réveillant ou éveillant les consciences et déclenchant des réflexes de peur ou d'action ? Paradoxalement, en France, ces alertes ponctuelles ont été utilisées comme mode de gestion par les politiques publiques ; elles ont donné lieu à un corpus législatif considérable, comme le prouve le grand nombre de circulaires ministérielles et d'arrêtés préfectoraux et interpréfectoraux ayant les épisodes de pollution pour objet. Le dernier arrêté interministériel date du 26 mars 2014 (Michelot, 2015). Cette réglementation abondante poursuit deux objectifs : l'un, qui se situe dans le sens de la mission de protection sanitaire assignée à l'État, consiste à alerter les populations dont la santé pourrait être altérée par des niveaux de pollution élevés ; l'autre encourage les acteurs de la pollution à limiter les émissions qui, compte tenu des mauvaises conditions de dispersion, pourraient amplifier l'épisode. Cette seconde ambition était surtout pertinente et efficace au temps où la pollution était essentiellement considérée comme d'origine industrielle, avec des sources faciles à identifier et dont la maîtrise réagissait de manière linéaire sur les niveaux de la pollution ambiante. Actuellement, la pollution est surtout urbaine, complexe et multiscale, la diminution des émissions locales est insuffisante pour réduire la pollution, notamment particulaire qui est, aujourd'hui, la plus préoccupante. Quant au premier objectif, il se heurte à la difficulté qui consiste à passer de l'indication d'un risque général, populationnel potentiel à des conseils sanitaires plus individualisés, car la variabilité des expositions et des sensibilités inter- et intra-individuelles est très forte. On peut s'interroger sur la réalité de cette distinction entre les deux objectifs. N'est-on pas tour à tour ou simultanément à la fois victime et acteur ?

Pourquoi séparer les gestes qui protègent la santé de ceux qui veillent à la salubrité de l'environnement ? Cette césure n'est-elle pas issue des fractures induites par un certain rationalisme français qui marque la difficile émergence de la santé environnementale en France (L. Charles, 2009). Ces questions interrogent l'ensemble de l'histoire de la pollution atmosphérique dont les alertes, réponse institutionnelle aux pointes de pollution, ne représentent qu'une petite partie.

Les prémices des alertes : les progrès du mesurage et de la quantification de la pollution de l'air

À l'heure actuelle, dans un contexte où la connaissance de la pollution atmosphérique et, *a fortiori*, celle de l'exposition des habitants est devenue très complexe, le dispositif d'alerte en vigueur est l'héritier d'une gestion de la pollution par les normes, telle qu'elle a été progressivement mise en place depuis la Seconde Guerre mondiale, en conformité avec la tradition hygiéniste.

De nombreux auteurs s'accordent pour attribuer la naissance de la vigilance sanitaire sur la pollution moderne à la fameuse catastrophe londonienne de 1952, observée au cours d'un épisode de smog hivernal. 3 500 à 4 000 morts dans le Grand Londres ont pu être attribués à des niveaux de 4 000 µg/m³ de fumées noires et 2 000 µg/m³ d'acidité forte (liée principalement au dioxyde de soufre). Cet événement a marqué le début d'une prise de conscience de l'importance qu'il fallait accorder aux effets sanitaires de la pollution de l'air, particulièrement aigus au cours de certaines situations météorologiques favorables à l'accumulation des polluants dans les basses couches de l'atmosphère. Si le smog porte sa part de responsabilité, il se conjugue avec l'essor de la reconstruction urbaine et industrielle en Grande-Bretagne, comme en France, qui a mis l'accent sur le développement massif de la production sans prendre en compte les dommages collatéraux engendrés sur l'environnement. En Grande-Bretagne, le chauffage et la pollution urbaine ont été rapidement incriminés, mais, en France, la prise de conscience s'est cristallisée autour de la pollution industrielle et des grandes chaufferies, accompagnée par l'État qui en a assumé la prise en charge. Cette orientation

a perduré longtemps ; en 2001, un spécialiste de sciences politiques pouvait écrire : « un trait caractéristique de la politique de lutte contre la pollution atmosphérique des années 1970 et qui ne semble pas avoir changé au cours des années 1980 est sa forte concentration sur les sources industrielles fixes, ayant pour corollaire une faible coordination avec des mesures d'aménagement en matière de chauffage dans les zones résidentielles et surtout l'absence quasi totale de prise en compte des sources mobiles (...). La négligence des sources mobiles de pollution a des racines plus profondes que l'on doit chercher dans la promotion par l'État français de la mobilité individuelle et de la production automobile » (Knoepfel *et al.*, 2001).

Les progrès de la métrologie

Au lendemain de l'épisode londonien, les progrès de la métrologie permettent d'orienter la mesure vers l'air ambiant, les immissions et non plus vers les seules fumées et les émissions. Ce tournant permet aux industriels, grâce aux chiffres, d'objectiver les plaintes et de supplanter le ressenti de la pollution par la population par des mesures et des normes qui deviennent un outil au service d'une forte technocratie pilotée par l'État. Toutefois, la surveillance de la pollution de l'air a connu une évolution majeure en quittant le terrain de la gêne et de la nuisance qui formaient encore la base de la surveillance de la pollution lors de la définition donnée par le Conseil de l'Europe en 1967. Les premiers mesurages à Paris sont intervenus en 1956-7 par deux laboratoires, le LHVP et le LCPP. La rationalité du chiffre, indicateur de la pollution invisible, a remplacé l'approche sensible de la pollution.

Sous l'impulsion des industriels et des municipalités, les stratégies adoptées pour l'implantation des premiers réseaux de mesures ont surtout été guidées par l'autocontrôle des industriels et la surveillance sanitaire des habitants. Celle-ci, à l'époque, était assimilée au respect d'une norme, ce qui explique le consensus partagé par les médecins et les industriels sur cette démarche. Ces réseaux ont, pour la plupart, vu le jour sous l'impulsion de l'APPA (Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique), créée en 1958, à la veille de la loi sur l'air de 1961. Cette loi, souvent considérée comme timide, encourageait pourtant les mesures et l'autocontrôle des installations industrielles. À cette époque, sous l'influence de « l'hygiénisme municipal », la réunion, au niveau local, d'industriels, d'élus et de

médecins, a permis de développer des mesures quoique encore artisanales et limitées à l'acidité forte et aux fumées noires. Dans quelques grandes villes, l'évaluation de la pollution automobile était effectuée à travers des mesures ponctuelles du monoxyde de carbone. Ce n'est que très progressivement que des indicateurs plus pertinents mais plus complexes ont été établis (*cf.* ci-dessous).

Les résultats des analyseurs, encore trop peu répandus pour mailler le territoire, étaient surtout utilisés pour appréhender l'évolution chronologique des polluants, pour mesurer les progrès techniques réalisés mais aussi pour éviter de dépasser certains seuils au-delà desquels la qualité de l'air était considérée comme dommageable pour la santé des habitants.

La lente objectivation de la pollution par le mesurage

Le mesurage a permis l'élaboration progressive de normes sanitaires et des comparaisons à la fois dans le temps et dans l'espace. De nombreuses études épidémiologiques, certes imparfaites, ont été réalisées en France mais surtout à l'étranger, dans les années 1970, pour évaluer un lien entre les niveaux de pollution et l'occurrence d'effets dommageables sur la santé. Par exemple, une enquête effectuée à Denain-Quievrechain, publiée en 1977, a montré les relations entre le nombre d'arrêts de travail pour affections respiratoires aiguës et les niveaux d'acidité forte et des fumées noires. En France, une des premières études épidémiologiques de grande ampleur, l'étude PAARC (Pollution Atmosphérique et Affections Respiratoires Chroniques), mise en œuvre en 1975 et pilotée par des chercheurs bordelais, a surtout montré, en raison des limites métrologiques et méthodologiques de l'époque, l'influence des niveaux élevés de pollution.

Les progrès encore balbutiants de la métrologie ont permis de déléguer la gestion de la pollution au respect des normes qui servaient de référence aux industriels pour évaluer la diminution de leurs impacts. Ce recours à la norme permettait d'intégrer une dimension sanitaire encore faiblement étayée par des démarches expérimentales animales et humaines et des approches épidémiologiques émergentes. Cependant, à l'image de la technicisation de la médecine qui, de plus en plus, avait tendance à objectiver par des analyses le diagnostic du médecin, les effets

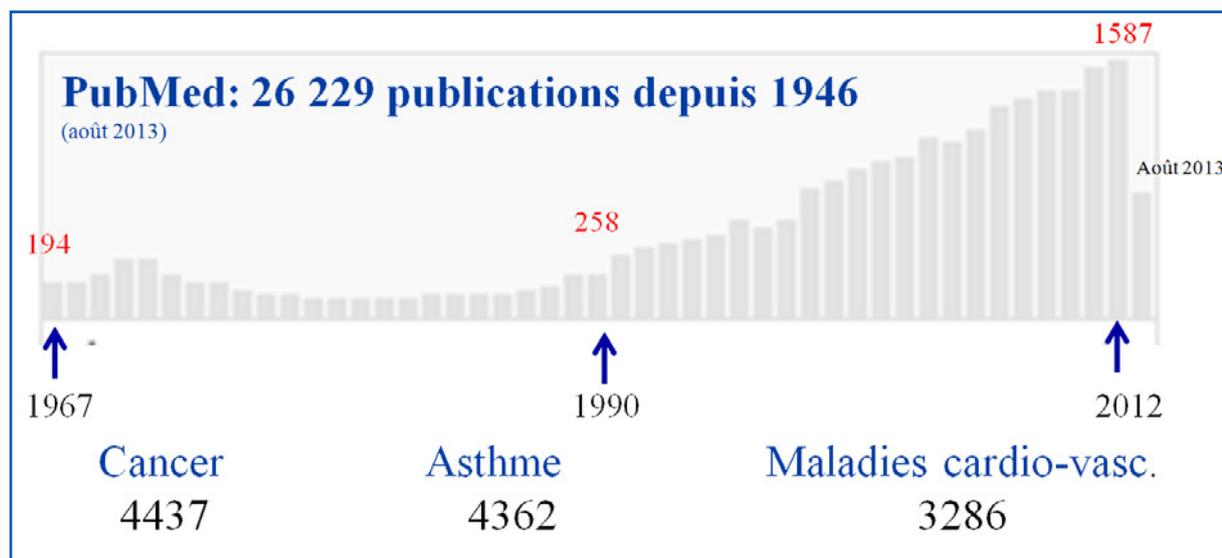


Figure 1.

Évolution (statistique) du nombre de publications liées à la pollution atmosphérique dans PUBmed.
Statistical evolution of the number of publications connected to atmospheric pollution in PUBmed.

de la pollution étaient illustrés par le respect de la norme qui, toutefois, dépend de la fiabilité et de la représentativité des mesures de référence.

C'est dans ce contexte qu'au lendemain de la création du ministère de l'Environnement en 1971 et grâce aux progrès de la métrologie, développés sous l'influence des ingénieurs du corps des Mines, plusieurs sites industriels ont pu être équipés de mesures en continu pour mettre en place un système d'alertes industrielles, dans la Basse-Seine en 1974 et à Dunkerque en 1976. À une époque où les niveaux de pollution étaient beaucoup plus élevés qu'actuellement, les alertes industrielles avaient pour objectif d'écrêter les pointes pour respecter les normes en vigueur pour la pollution acido-particulaire (AF, FN). Ce dispositif, actionné par les préfets, très peu médiatisé, imposait aux industriels l'utilisation de combustible à basse teneur en soufre pour améliorer la qualité de l'air lors des épisodes prévus ou non. La norme et l'alerte étaient devenues les outils de gestion d'une technosstructure liant l'administration à l'industrie à travers une quantification et une technicisation du risque sanitaire induit par la pollution atmosphérique. Le système d'une surveillance hésitante, empirique et hygiéniste locale était remplacé par le savoir-faire des ingénieurs en lien avec le préfet.

La faiblesse des résultats mis en avant par l'étude PAARC, la progression de l'énergie « propre » liée au développement du nucléaire, et l'apparent respect des normes ont contribué à

détourner l'intérêt des chercheurs et des médecins de la mise en évidence des effets sanitaires de la pollution de l'air (figure 1).

La mise en place de ce dispositif d'alertes industrielles correspond bien aux caractéristiques des politiques publiques françaises vis-à-vis de l'environnement : elles reflètent le poids des industriels, engagés dans une dynamique de promotion des procédés propres au sein d'une structure administrative forte et très centralisée. Elles induisent aussi le retrait des habitants qui ne s'approprient plus une pollution devenue invisible et normée, mise à distance. L'homogénéisation des procédures, mise en place depuis la création du ministère de l'Environnement, s'est amplifiée en rationalisant progressivement les initiatives prises par les acteurs locaux. Les habitants ont ainsi été évacués des procédures qui, très techniques, ont souffert d'un manque de démocratie. Les alertes sont déterminées par rapport à des seuils liés aux normes de qualité de l'air qui s'appliquent aux immissions observées ou prévues. Les actions mises en œuvre en cas de dépassement ne peuvent être que curatives, avec une efficacité limitée puisque l'évolution des concentrations de polluants dans l'atmosphère est surtout pilotée par la situation météorologique. La pertinence de ces actions repose sur leur préparation et donc sur la qualité de la prévision qui, à la faveur des progrès de la modélisation, s'est beaucoup améliorée au fil des ans.

Les alertes industrielles et leurs limites

Ces alertes font l'objet de procédures, très techniques, qui sont mises en place lorsque la situation météorologique prévue semble défavorable à la dispersion des polluants. Dans ce cas de figure, un arrêté préfectoral oblige les entreprises d'une certaine taille à utiliser un fuel avec une basse teneur en soufre. Ce dispositif s'inscrit dans une dialectique entre l'État et les industriels pour éviter les pointes de pollution et respecter les normes en vigueur qui sont censées représenter l'intérêt des habitants en garantissant leur bonne santé tout en les maintenant en dehors de cette procédure peu médiatisée. Petit à petit, l'évolution de la société, des connaissances et des caractéristiques de la pollution ont mis en lumière les limites de ce dispositif pour constituer des bases nouvelles qui ont fait l'objet de la loi sur l'air de décembre 1996.

Les modalités de mise en place de ces alertes

Elles sont différentes selon les régions et le nombre d'établissements industriels concernés par la modification du fuel utilisé. Elles reposent

à la fois sur la fiabilité des prévisions météorologiques et sur celle de la métrologie mise en place dans les réseaux de mesure nouvellement créés.

La pertinence et l'efficacité de ce système s'expliquent par la linéarité de la relation entre les émissions industrielles et les niveaux de pollution acido-particulaire (AF, FN) enregistrés dans l'air ambiant. Le nombre d'alertes décrétées en une année varie en fonction de la variabilité des situations météorologiques. Par exemple, à Lyon, la rigueur du mois de janvier 1997 a suscité le déclenchement de ce dispositif qui n'avait pas été activé depuis 1993.

- À Lyon, la procédure ne s'appuie pas uniquement sur les prévisions météorologiques, elle se réfère également aux niveaux observés sur les différentes stations du territoire, et elle peut être déclenchée à partir des observations.

- À Grenoble, entre le 15 novembre et le 15 février, toutes les entreprises grenobloises sont astreintes à ne brûler que du fioul avec une teneur maximale en soufre de 2 %. En cas de situations météorologiques préoccupantes, l'alerte préfectorale impose une teneur maximale de 1 %.

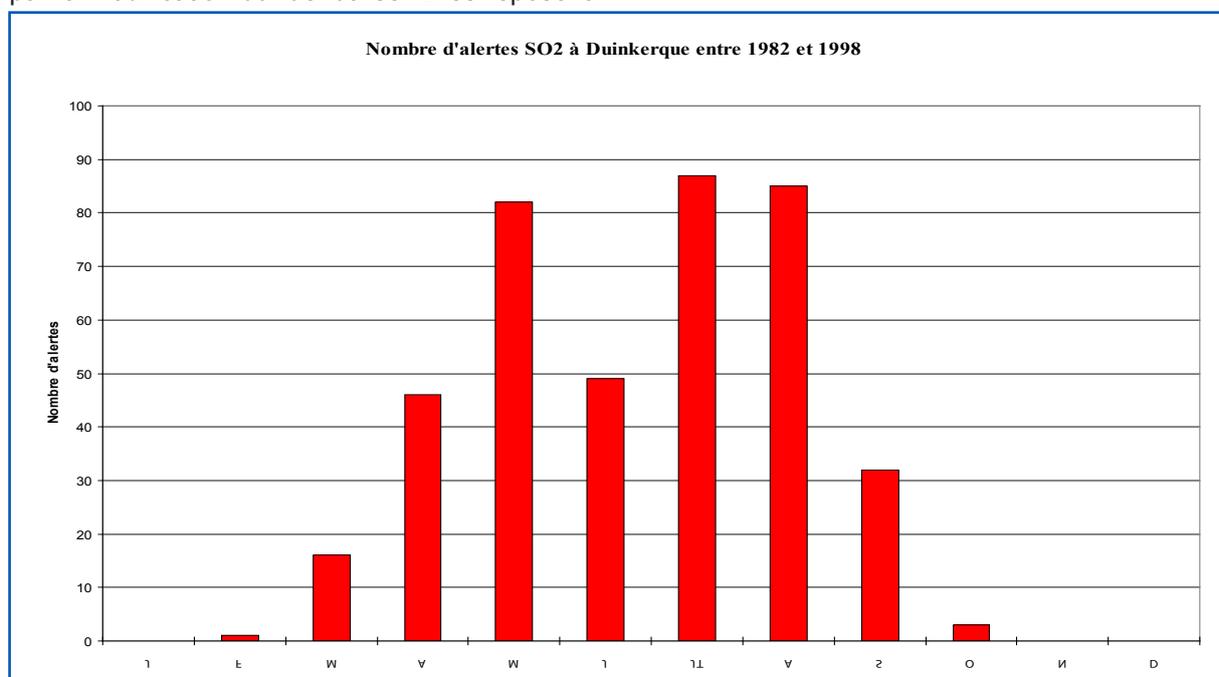


Figure 2.

Nombre d'alertes à Dunkerque entre 1982 et 1998. L'occurrence estivale, liée aux brises de mer, est nette. (Source : Opal'air).

Number of alerts in Dunkerque between 1982 and 1998. The summery occurrence connected to sea breezes is clear.

- À Dunkerque, les modalités de la procédure d'alerte ont été fixées en 1981. Elle se déroule en deux temps, une première mobilisation des industriels a lieu au cours d'une période de pré-alerte définie selon des critères météorologiques. Si la situation météorologique persiste et si les niveaux de polluants mesurés s'élèvent, la phase d'alerte est décrétée et impose aux industriels d'utiliser un fuel à basse teneur en soufre.

- À Dunkerque, comme autour du golfe de Fos/Mer, les alertes ont lieu surtout l'été, au cours des situations météorologiques favorables aux brises de mer, vents locaux qui affectent les basses couches de l'atmosphère et transportent les polluants vers les habitations (figure 2). Au cours de l'année 1998, sur 20 alertes industrielles déclenchées, deux seulement ont eu lieu l'hiver. Le déclenchement de ces alertes repose sur la connaissance fine des phénomènes météorologiques locaux.

Dans cette ville industrielle, cinq entreprises produisaient 75 % du dioxyde de soufre émis ; les restrictions imposées aux émissions industrielles sont donc très efficaces. En revanche, ces alertes dunkerquoises n'ont pas permis de régler la question des poussières qui ne sont pas affectées par le changement de fuel. Or les retombées de particules de forte taille affectent la vie quotidienne des Dunkerquois par des dépôts salissant le linge en train de sécher ou les sièges de jardin... Ce sont les PPA, issus de la loi sur l'air, qui ont introduit une réglementation sur le ré-envoi des poussières sur les tas de minerai ; lorsque le vent dépasse une certaine vitesse, les industriels sont obligés d'arroser le minerai stocké.

Ces dispositifs ont permis d'écarter les pointes et de faire prendre conscience aux industriels des pollutions émises et de leur nécessaire limitation en modifiant les procédés utilisés. Ainsi, à Dunkerque, plusieurs entreprises, plutôt que de changer de type de fuel plusieurs fois dans l'année, ont adopté le gaz naturel.

Au fil des ans, le nombre d'alertes au dioxyde de soufre a diminué en raison de la plus grande maîtrise des émissions industrielles polluantes ; quelques effets de panache persistaient sous le vent d'une usine lors de conditions météorologiques précises qui dirigeaient les fumées issues des usines vers les zones plus urbanisées. En 1995, dans le département de Seine-Maritime, des procédures de réduction des émissions ont été adoptées pour éviter les problèmes de retom-

bées de panache sur des sites particuliers. Dans ces conditions, la prévention s'appuie sur deux leviers distincts : la réglementation permet de maîtriser les émissions en modifiant les procédés industriels tandis que l'aménagement du territoire permet d'éviter d'encourager l'urbanisation des territoires à proximité des usines.

En dépit des progrès constatés dans le sens d'une réduction des émissions, le système présente des insuffisances.

Les limites de ce dispositif et les prémices de la loi sur l'air

Dans le courant des années 1990, le contexte dans lequel se situe la maîtrise de la pollution atmosphérique change de façon très importante, comme plusieurs ouvrages sur les politiques publiques s'en sont fait l'écho (Boutaric, 2014). Au début des années 1980, la question de la pollution atmosphérique était considérée comme réglée, et peu d'études étaient entreprises sur le sujet, (Zmirou, 2014), mais la reprise est très nette depuis les années 1990 en raison de nouveaux développements méthodologiques, notamment en épidémiologie (figure 1). En effet, la santé quelque peu oubliée dans le pilotage technique de la pollution industrielle, s'impose à nouveau sous la forme d'effets, de mieux en mieux connus, provenant de sources très diversifiées. Cette évolution ébranle complètement le système de gestion piloté par les alertes que la loi sur l'air institutionnalise dans un tout autre contexte.

La pollution atmosphérique : un mélange complexe

La crise provoquée par le phénomène des pluies acides, au cours des années 1980, a mis en évidence le poids des transferts de pollution transfrontière déjà dénoncée par la convention de Genève de 1979. Elle révèle aussi celui de la pollution automobile, non seulement dans les villes mais aussi dans les campagnes. Or la pollution urbaine est caractérisée par un cocktail photo-oxydant : NOx, CO, HC, COV... En mettant en exergue les dommages causés à la forêt, sacralisée par l'imaginaire romantique, les Allemands ont mis en cause la voiture et imposé – *via* le renouvellement de la législation européenne – la généralisation du pot catalytique aux constructeurs français réticents (Roqueplo, 1988). Les réseaux de surveillance se sont alors progressive-

ment donné pour objectif de mesurer la pollution automobile et urbaine relevant d'autres polluants plus complexes car se transformant rapidement dans l'atmosphère dans un contexte de proximité avec les populations impactées.

La complexité du mélange identifié pose la question des indicateurs à utiliser et du mesurage à adapter (P. Lameloise, 1994). Si les émissions industrielles sont effectivement « piégées » par les analyseurs d'acidité forte et de fumées noires, ceux-ci ne donnent que peu d'indications sur les polluants azotés et la multiplicité des autres polluants émis par les voitures. Cependant, la pollution industrielle se diversifiait également et sa caractérisation imposait de prendre en compte des indicateurs pour évaluer les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatiles, les métaux lourds, les hydrocarbures...

L'adaptation des réseaux d'analyseurs à cette nouvelle donne a pris du temps d'autant plus qu'au cours des transformations de la ville liées à « l'automobilité », le silence collectif quant aux nuisances induites s'explique aussi largement par la dépendance vis-à-vis de l'automobile, longtemps consensuelle et largement entretenue par des considérations économiques et industrielles ! Le poids des constructeurs automobiles et celui des ingénieurs des Ponts et chaussées, en charge des infrastructures routières, est une spécificité française qu'a montrée C. Vlassopoulos (1999) dans sa thèse, en comparant les politiques en matière de qualité de l'air de la France, pionnière de l'automobile et possédant une puissante industrie automobile, avec celle menée par la Grèce, dépourvue d'industrie automobile. Au moment des crises liées à la disparition des industries lourdes, c'est la construction automobile qui est venue au secours de la reconversion des zones socialement sinistrées, tandis que l'investissement dans le développement des infrastructures routières a été plus encouragé que celui du fret ferroviaire.

L'amélioration des connaissances a aussi porté sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique

L'étude ERPURS (Évaluation des Risques de la Pollution Urbaine sur la Santé, 1994, 1996) est la transcription d'une méthodologie appliquée aux USA, celle de l'approche écologique tempo-

relle, par de jeunes chercheurs français, notamment franciliens. Elle a permis de confronter des données sanitaires récemment disponibles sous un format numérisé (mortalité, hospitalisations, SOS Médecins...) avec le suivi des mesures de différents polluants que la création d'AIRPARIF en 1979 avait rendues plus nombreuses et plus fiables. À la fin des années 80, le réseau de mesure parisien a été profondément réorganisé en multipliant le nombre de capteurs adaptés à la mesure de la pollution automobile. L'étude ERPURS a affirmé le lien statistique entre la pollution de l'air et différents indicateurs sanitaires ; elle interrogeait les décideurs à un moment où la pollution urbaine, évaluée à partir des indicateurs mesurés, atteignait des valeurs élevées provenant de sources plus difficiles à maîtriser que les sources industrielles, plus concentrées en certains points du territoire et mieux connues. Cette étude insistait sur le poids des faibles « doses » et de la pollution chronique, puisqu'elle montrait qu'il n'existe pas de seuils en deçà desquels la pollution atmosphérique ne provoquait pas de dommages. C'est en s'appuyant sur cette épidémiologie renouvelée, qui a suscité d'importantes controverses, que la loi sur l'air a pu être appelée « loi de santé publique ». I. Vazeille, dans sa thèse (2003) sur l'élaboration de la loi sur l'air, insiste sur le poids de quelques médecins de santé publique qui ont su imposer ce texte confronté à l'opposition de certains lobbies industriels.

La découverte progressive et mondiale de la complexité de la pollution atmosphérique fait évoluer la notion de norme

Le renouveau de l'épidémiologie et des recherches sur les effets sanitaires de la pollution de l'air interroge la communauté scientifique mondiale. L'OMS collecte les résultats, les rassemble, les soumet à expertise et propose ensuite – s'il y a consensus – des normes. La définition des seuils s'appuie sur de nombreux travaux : démarches expérimentales animales et humaines, approches épidémiologiques dont la Communauté européenne s'est saisie. Toutes ces investigations ont permis à l'Union européenne d'élaborer une série de normes appliquées à la qualité de l'air que les États s'engagent à respecter. Les normes sont reprises dans des directives européennes qui leur donnent une portée plus générale. La directive européenne de 1992, outil d'harmonisation des normes de qualité de l'air, impose aux États signataires un

encadrement normatif pour limiter l'exposition des populations et donc le risque sanitaire. Mais, comme le souligne H. Scarwell (2015) : « L'intégration progressive de l'environnement dans le champ des compétences européennes ne doit pas faire oublier que les objectifs écologiques de l'Union européenne n'ont jamais été coupés d'objectifs 'économiques' ». Les normes résultent d'un compromis juridique, technique et sanitaire ; elles permettent aux industriels d'adopter des technologies propres tout en limitant la concurrence. À côté des normes sur la qualité de l'air imposées aux États, d'autres normes, les normes d'émissions, ont été élaborées pour contrôler les performances industrielles. Elles sont efficaces pour imposer de nouvelles technologies qui ont permis la maîtrise de la pollution industrielle, mais elles sont plus faciles à mettre en œuvre pour les sources industrielles fixes que pour les sources mobiles, comme le montre l'adoption très progressive des normes Euros. La succession des normes Euro a permis de réduire considérablement les émissions unitaires de polluants entre la norme Euro 1, adoptée en 1993, et la norme Euro 6 entrée en vigueur au 1^{er} septembre 2014. Cependant, la performance technique unitaire du couple moteur/carburant ne s'est pas traduite de manière spectaculaire par une baisse des niveaux observés de la pollution urbaine car elle a permis une augmentation du trafic, avec des véhicules plus sûrs et plus performants. Ce relatif échec a permis de montrer l'importance des actions de prévention qui consistent à intervenir en amont et sur le long terme. En l'occurrence, pour diminuer la pollution automobile, il est nécessaire d'agir sur l'ensemble des composantes du système de la mobilité et des transports.

Les normes sont régulièrement « sévériées » pour imposer une dynamique de progrès mais, en même temps, cette évolution contribue à déstabiliser les possibilités d'appréciation de la dangerosité et à relativiser la notion de risque (cf. ci-dessus). Les modifications des seuils suivent les opportunités offertes par certains événements. La circulaire de juin 2004, relative à l'ozone, tire les leçons de l'été 2003 au cours duquel peu d'alertes ont été déclenchées, elle modifie les seuils à prendre en compte pour décréter des alertes : le seuil d'alerte est positionné à 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives (au lieu de 360 initialement). Un second seuil se situe à 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives, et le troisième est à 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire. Ces trois seuils permettent de mettre en

place des mesures d'urgence progressives.

Pour les particules, le décret du 21 octobre 2010, décliné dans les différentes régions par des arrêtés interpréfectoraux, définit une nouvelle valeur limite journalière pour les particules fines PM_{10} de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 fois dans l'année. Le seuil d'information et de recommandation et le seuil d'alerte des PM_{10} ont été abaissés respectivement à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au lieu de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mais quelle est la représentativité spatiale d'un analyseur qui dépasse les normes ? Comment préciser l'extension spatiale de l'alerte ? Ce sont des questions auxquelles les AASQA ont pu apporter des réponses de plus en plus précises pour stabiliser et généraliser les procédures mises en œuvre. En multipliant les alertes et la médiatisation qui leur est associée, les pouvoirs publics ont pour objectif d'augmenter la prise de conscience du risque encouru par les populations (Rodriguez, 2012). La peur, toujours mauvaise conseillère, ne risque-t-elle pas de laisser la place à une certaine lassitude et indifférence ?

La notion de seuil est progressivement remplacée par celle de valeur limite et d'objectif de qualité ou valeur cible. Les normes de référence appliquées en France et en Europe essaient de se rapprocher le plus possible des valeurs conseillées par l'OMS.

Les résultats des études épidémiologiques relativisant la pertinence des seuils ont permis de diversifier les normes établies : les références aux moyennes annuelles mettent l'accent sur la chronicité du risque qui n'est plus uniquement concentré sur l'objectif des seuils d'alerte.

Ainsi, les normes se sont diversifiées, leur évolution suit le développement des études sanitaires, et l'occurrence d'épisodes de pollution tels que celui de septembre 1982 peut contribuer à faire évoluer les directives. À cette date, toute l'Europe de l'Ouest connaît des concentrations en ozone importantes, à la faveur d'une situation anticyclonique persistante. À Roubaix, la teneur en ozone atteint 500 à 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant plusieurs heures. Les épisodes aigus de pollution oxydante n'étaient pas nouveaux mais, contrairement à d'autres pays, les analyseurs d'ozone étaient rares en France. En Californie, des pointes de pollution, du même ordre que celles observées à Roubaix en 1982, étaient fréquemment observées, notamment à Los Angeles. En 1970, à Pasadena (près de Los Angeles) des

pointes horaires de 1 000 µg /m³ d'ozone ont été enregistrées. Or, parallèlement à ces constats, les impacts de l'ozone et des oxydes d'azote sont de mieux en mieux renseignés, y compris pour les faibles doses permettant ainsi l'élaboration d'une directive concernant l'ozone qui a été promulguée en 1992. Cependant, est-il pertinent de séparer la normalisation de l'ozone de celle des oxydes d'azote ?

Une des difficultés soulevées par les normes est celle de leur affectation à un polluant indicateur des sources sur lesquelles il est opportun d'agir. Or le choix de ces indicateurs a beaucoup évolué en fonction de l'apport des recherches effectuées. Par exemple, le SO₂, considéré comme indicateur de la pollution industrielle, est de moins en moins utilisé (peut-être à tort). Les fumées noires, dont le mesurage est abandonné, étaient un bon indicateur de la pollution particulaire émise par les processus de combustion incomplète, qu'elles soient industrielles ou automobiles. Elles ont été remplacées par une mesure des particules qui intègre ou non la fraction semi-volatile (*cf.* ci-dessous) liée, en particulier, aux épandages agricoles. L'évaluation des niveaux de *black carbon*, intégrant à la fois le trafic et le chauffage urbain, serait une manière pertinente de remplacer le mesurage des fumées noires et de donner ainsi une indication sur le « cocktail urbain » (Festy, 2012). Les NOx peuvent également être un indicateur de particules ultrafines.

Une autre difficulté concerne le choix de la taille des particules auxquelles il convient d'affecter une norme, car les résultats des recherches montrent que plus les particules sont fines, plus leur origine anthropique est probable et plus leur impact sanitaire peut être fort puisqu'elles peuvent franchir la barrière des organes et ne pas affecter que l'appareil respiratoire. Pour l'instant, le mesurage des PM_{2,5} tend à se généraliser mais peut-être qu'une norme s'imposera pour les particules ultrafines (Airparif, 2008). Cependant, entre le résultat des recherches sanitaires et la mise en œuvre d'une norme consensuelle, un long délai est nécessaire. Il ne suffit pas d'édicter une norme, encore faut-il qu'elle puisse être appliquée à l'aide d'un réseau d'analyseurs correspondant. En 2014, la révision de la directive sur la qualité de l'air pose encore problème. Le commissaire européen en charge déclarait, au terme de l'année de l'air en décembre 2013, qu'il n'était pas envisageable de revoir des normes encore peu respectées dans plusieurs pays de l'Union.

Parallèlement à cette gestion technique, les exigences de la population augmentent à la fois sur le plan environnemental et sanitaire

Les alertes étaient négociées entre les industriels et l'administration préfectorale en s'appuyant, le cas échéant, sur les mesures effectuées, mais elles ne faisaient que très rarement l'objet d'une couverture médiatique. Les élus et les habitants sont peu impliqués lors de la mise en œuvre des alertes industrielles. Une étude réalisée au Havre en 1997 et 1998 a montré les inconvénients de ce déficit de communication, en particulier la confusion avec le confinement demandé pour la prévention des risques industriels (Delmas, 1999).

En outre, de plus en plus, les directives européennes ont mis l'accent sur la nécessaire information du public. La directive du 7 juin 1990 accordait aux citoyens le droit à l'information en matière d'environnement. Ce souci d'information des citoyens rejoint la préoccupation de plus en plus grande qu'ils peuvent manifester pour leur santé, indépendamment des actions que peut mener l'État dans sa mission de garant de la sécurité sanitaire. Certes, la maîtrise des émissions a pour objectif final un bénéfice sanitaire, mais cette notion de la santé publique qui fait le bonheur des individus sans eux, a fait long feu. L'épidémiologiste W. Dab constatait, dans une recherche mise en œuvre par le CNRS (1999) qu'« on assiste au retour de l'individu dans le domaine de la santé publique. On a longtemps fait de la santé publique un domaine de gestion de masse. Je crois que c'est de moins en moins adapté à l'attente sociale dans le domaine de la santé ». Cette constatation rejoint celle de L. Charles qui, dans la même recherche, estimait que l'individu, autonome, acteur de la constitution de son environnement, est ainsi conduit à participer à la maîtrise des pollutions émises collectivement et individuellement.

Avant la médiatisation, rendue obligatoire en 1992 par la directive ozone, les journaux avaient rendu compte de plusieurs épisodes de pollution hivernale. En 1987 et 1989, les hivers rigoureux avec des épisodes de brouillards avaient alerté les journaux dénonçant l'opacité (au sens propre comme au sens figuré !) qui entourait le phénomène de la pollution de l'air. Le public, plus soucieux de sa santé, exigeait d'être informé sur

ces questions. Or, sensibiliser des millions de conducteurs aux méfaits de la pollution urbaine suppose une action de grande envergure.

C'est dans ce contexte profondément renouvelé que la loi sur l'air de 1996 a été élaborée. L'émergence de ces différentes préoccupations a contribué à élargir le champ de la pollution atmosphérique à de nouveaux acteurs qui sont venus rejoindre les industriels au moment de la mise en œuvre de la LAURE. Le dispositif des alertes industrielles tel qu'il fonctionnait ne pouvait plus répondre aux attentes d'une gestion renouvelée de la qualité de l'air. Le ministre de l'Environnement de l'époque, Corinne Lepage, souhaitait remettre la santé et les habitants au cœur du dispositif qui continuait à s'appuyer sur des procédures d'alerte venant en complément d'une surveillance élargie et d'une planification territoriale accordant une large place à la prévention.

La loi sur l'air de 1996 a changé la donne en matière d'alertes

Cette loi se situe dans la continuité de la législation européenne, il revenait à la France de transcrire dans le corpus juridique national la directive de 1992. Or cette directive imposait aux signataires le respect de normes déclinées pour les principaux polluants dits « réglementés » : le SO₂, le NO₂, l'O₃ et les particules, sachant que cet objectif ne pouvait s'inscrire que dans une vision renouvelée de l'aménagement du territoire et de la politique énergétique. La LAURE, dite loi sur l'air, comporte de fait un volet sur l'utilisation rationnelle de l'énergie. Elle inscrit la pollution atmosphérique dans une dynamique environnementale, à travers une démarche à la fois métrologique (la surveillance), interventionniste et pédagogique (les mesures d'urgence), spatiale (avec des outils de planification, Plan régional pour la qualité de l'air – PRQA, Plan de déplacement urbain – PDU, Plan de protection de l'atmosphère – PPA) et sanitaire, en insistant sur la prévention.

Ainsi les alertes ne représentent qu'un dispositif parmi l'ensemble de ceux préconisés par la loi de 1996, dont la mise en œuvre, selon C. Lepage, n'a été que partielle : « Hormis la partie concernant la surveillance de la qualité de l'air, la loi n'a jamais été réellement appliquée ». Comme le souligne F. Boutaric : « La dynami-

sation semble, à ce jour, avoir plus porté sur les besoins de connaissance et la définition d'objectifs intersectoriels que sur un véritable renouvellement d'un réseau d'acteurs locaux capables d'engager des actions transversales ».

La loi sur l'air a donc été élaborée dans un contexte en pleine évolution dans lequel l'environnement, à l'image du développement durable, impliquait un élargissement des échelles spatio-temporelles et du nombre d'acteurs concernés.

Les alertes sont prises en charge par un dispositif institutionnel piloté par l'État

La loi comporte un volet, le titre IV, plus spécifiquement dédié aux mesures d'urgence. L'article 12 stipule : « Lorsque les seuils d'alerte sont atteints ou risquent de l'être, le préfet en informe immédiatement le public selon les modalités prévues à l'article 4 et prend des mesures propres à limiter l'ampleur et les effets de la pointe de pollution sur la population. Ces mesures, prises en application du plan de protection de l'atmosphère lorsqu'il existe et après information des maires intéressés, comportent un dispositif de restriction ou de suspension des activités concourant aux pointes de pollution, y compris, le cas échéant, de la circulation des véhicules, et de réduction des émissions des sources fixes et mobiles ».

Les procédures préconisées sont institutionnalisées, précisées par des arrêtés préfectoraux en fonction de différents seuils pour trois polluants, et des propositions faites par les AASQA. Ces alertes ne concernent pas uniquement les sources industrielles mais aussi les sources mobiles (NO_x), beaucoup plus difficiles à maîtriser. L'administration préfectorale, responsable du pilotage des alertes issues de la LAURE, a voulu profiter directement des acquis capitalisés par les alertes industrielles dont les bénéficiaires ont été prouvés en imposant le respect de la norme. C'est donc dans la continuité des alertes industrielles que les services de l'État ont piloté ces nouvelles alertes en pensant imposer des restrictions sur les émissions pour améliorer la qualité de l'air, mais les nouveaux polluants incriminés par les alertes ne pouvaient pas se gérer que localement.

La LAURE attribuait aux PPA, outil de planification dédié aux agglomérations de plus de

250 000 habitants, la description des procédures à utiliser pour le déclenchement des alertes mais, pour l'ozone, limiter l'alerte aux agglomérations n'avait pas de sens. Dans la circulaire du 18 juin 2004, élaborée à la suite de la canicule de 2003 et de la directive « ozone » de 2002, il est rappelé que : « lors d'épisodes de pollution par l'ozone liés à des phénomènes de grande ampleur, comme celui rencontré au cours de l'été 2003, seules des mesures de réduction des émissions prises sur un territoire suffisamment étendu (une partie ou la totalité du territoire national) sont efficaces pour en limiter l'intensité. Aussi, dans une telle situation, vous pourrez être invités par le ministre de l'Écologie et du Développement durable à mettre en œuvre des mesures d'urgence, indépendamment des niveaux constatés ou prévus localement, afin de réduire la pollution subie dans d'autres régions. Pour l'ozone, des procédures d'alerte doivent donc être instaurées au niveau de tous les départements, même si le risque d'un dépassement des seuils d'alerte est considéré comme négligeable dans certains d'entre eux ». Il paraît clairement que lutter trop localement contre des problèmes d'épisodes photo-oxydants serait un non-sens. Ce sont des phénomènes au minimum régionaux, ce ne sont donc pas des actions locales qui peuvent changer les conditions d'exposition humaine aux polluants photochimiques. L'arrêté de mars 2014, présenté par N. Michelot (2015), insiste d'ailleurs sur la nécessaire coopération interdépartemen-

taie voire interrégionale.

Les alertes, telles qu'elles ont été mises en place à Paris depuis 1998, ne sont pas suscitées par des émissions industrielles locales (figure 3). Les préfets ont eu à gérer trois types d'alertes : des alertes liées à un dépassement de seuil observé sur les NOx, et donc en lien avec la circulation automobile, des alertes liées à l'ozone associées à un risque de canicule, et des alertes déclenchées par des niveaux de particules élevés à partir de 2007. L'occurrence des alertes liées aux particules s'est accélérée pour différentes raisons (cf. ci-dessous). La maîtrise des oxydes d'azote et de l'ozone, polluants secondaires, résulte de processus difficiles à mettre en place dans l'urgence. Les alertes liées à l'ozone ont beaucoup surpris la population qui a découvert ce polluant qui, en survenant par les belles journées ensoleillées de l'été, ne correspondait pas à l'imaginaire de la pollution associée au temps brumeux de l'hiver. Le lien entre les restrictions de circulation et les risques sanitaires liés à ce polluant au pouvoir irritant fort, a été d'autant plus difficile à faire admettre que l'ozone est un polluant secondaire s'étendant sur de vastes régions. Cette difficulté avait été soulignée, en 1990, par un groupe de travail de l'OMS qui préconisait aux pouvoirs publics d'insister sur les actions de prévention à long terme (OMS, 1990).

Le dispositif législatif est précisé par une cir-

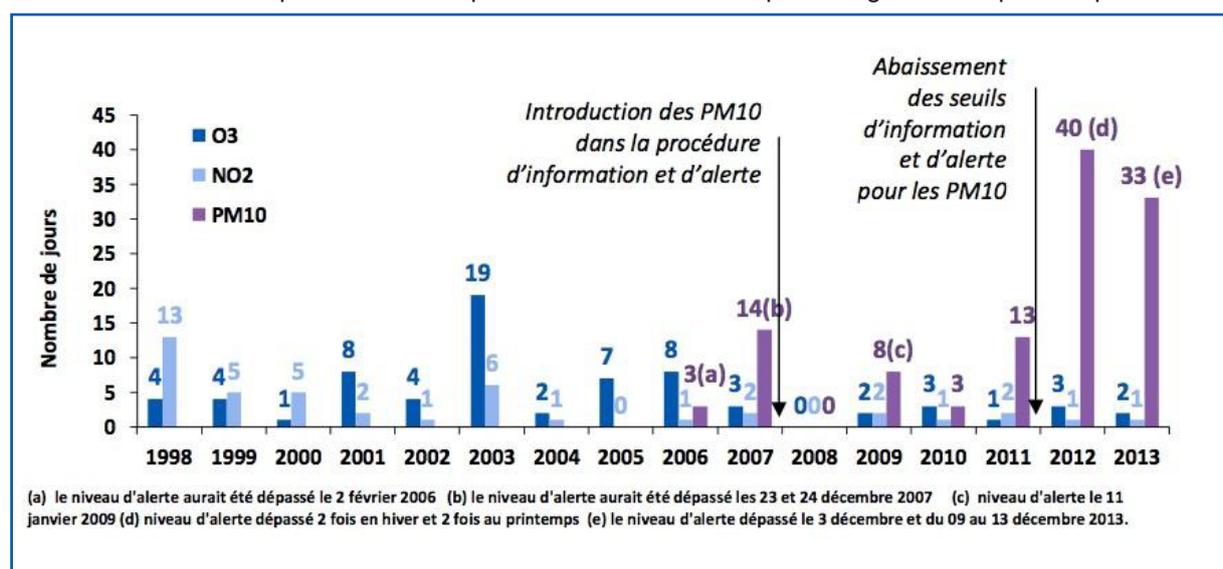


Figure 3.

Nombre de jours d'information et d'alerte en Ile-de-France de 1998 à 2013, selon chaque polluant (source : Airparif).

Number of days of information and alert in Ile-de-France from 1998 till 2013, according to every pollutant.

culaire datée du 7 août 1998. Celle-ci donne quelques éléments qui ne cesseront d'être repris au fil des ans au fur et à mesure que la question des alertes devient plus complexe à gérer. Les ministres signataires étaient conscients de la difficulté de l'exercice. La circulaire se conclut par ces termes : « Nous sommes conscients que ces dispositions sont complexes et qu'elles nécessiteront donc une mise en œuvre progressive. C'est pourquoi il sera nécessaire d'évaluer leur efficacité, éventuellement de procéder à des exercices préalables et d'assurer une large diffusion des connaissances acquises dans les agglomérations concernées. Vous mettrez en place un premier groupe d'actions simples que vous développerez ensuite en fonction des moyens disponibles et du retour d'expérience des premières activations ». Quelles sont les actions simples préconisées par cette circulaire ? À part la limitation de vitesse sur les voies qui relèvent de la compétence de l'État, quelles sont les actions de prévention qui peuvent être entreprises sans l'implication des collectivités locales ? En revanche, l'État a toute légitimité pour contribuer à la maîtrise des pollutions issues de sources exogènes et transportées sur de longues ou de moyennes distances, qui apparaissent lors des épisodes de pollution liés à l'ozone ou aux particules, devant lesquels les habitants et les élus se sentent impuissants. Cette distorsion entre le caractère local des alertes décrétées et l'inefficacité des actions entreprises localement pour réduire la pollution que seule l'évolution de la situation météorologique peut éliminer, est une source majeure d'incompréhension du processus des alertes par la population. La seconde vocation des alertes concerne la protection des personnes sensibles en fonction de la mission sécuritaire de l'État, mais la mise en œuvre de ce deuxième objectif se heurte à de nombreuses difficultés. Les alertes ont, en fait, répondu à un troisième objectif communicationnel dans la perspective d'informer et de sensibiliser les populations à la faveur de ces épisodes médiatisés. En 2007, les alertes liées aux particules, en devenant plus fréquentes et plus directement contraignantes ont eu, semble-t-il, un écho plus attentif au sein des populations.

La gestion de l'alerte, phénomène inscrit dans le temps, ne peut être séparée d'un ancrage territorial à des échelles différentes. Cette distorsion scalaire est accompagnée d'un manque de coopération entre les acteurs de l'alerte, le préfet et les décideurs locaux qui détiennent les clés d'une prévention plus durable.

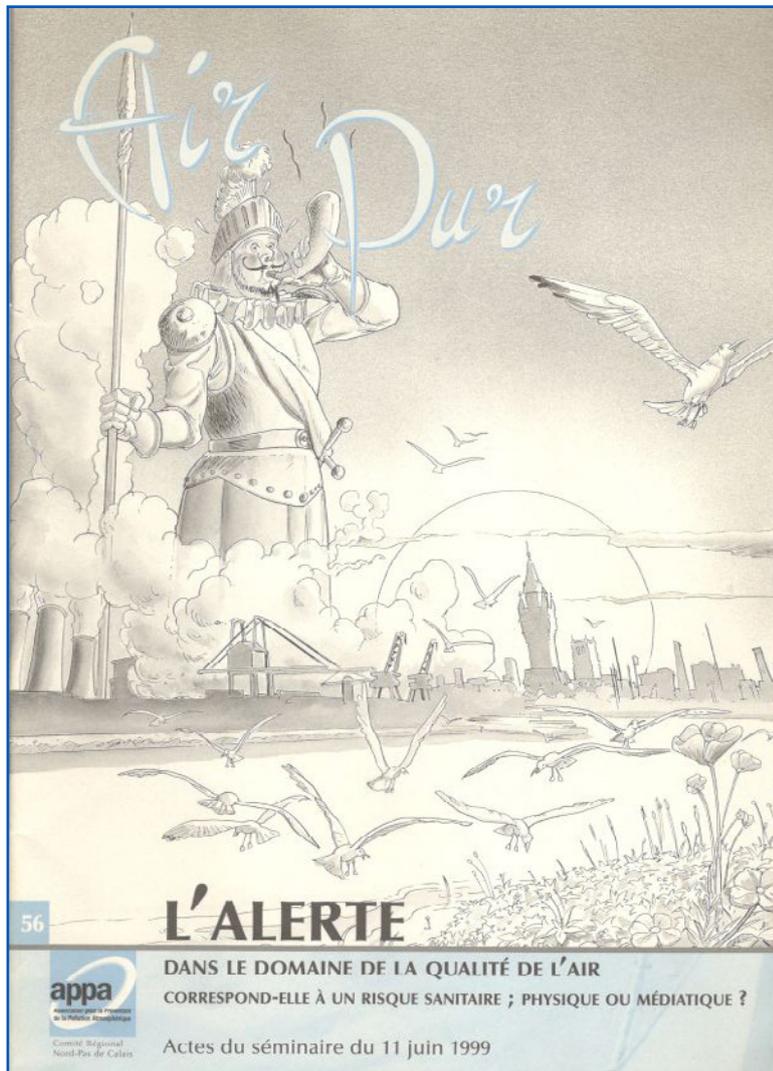


Figure 4.

Air Pur, n° 56, Actes du séminaire de restitution de l'étude CNRS : « l'alerte dans le domaine de la qualité de l'air correspond-elle à un risque sanitaire, physique ou médiatique ? », juin 1999.

Seminar presenting results of the CNRS study called "does the alert in the field of the air quality correspond to a sanitary, physical or media risk? «, June 1999.

La difficile gestion de la pollution dans le temps sans une dynamique spatiale

Les alertes liées aux oxydes d'azote interrogent la pollution urbaine dont le développement relève largement de la responsabilité des élus qui, à la veille de la loi sur l'air, ne se sentaient guère concernés par la qualité de l'air, relevant, selon eux, de la responsabilité de l'État. D'ailleurs la création des ZPS (Zones de Protection Spéciales qui ont surtout pour effet d'accentuer le divorce entre la ville et l'industrie) dans les grandes agglomérations s'est effectuée sous l'impulsion de l'État, à Paris, en 1963 et 1964 puis à Lyon et à Lille en 1974 ; ce qui montre combien, traditionnellement, même en ville, la qualité de l'air demeurait une compétence régaliennne. À Paris, dès 1994, une procédure d'alerte et d'information des populations est mise en place par le préfet de police en cas d'épisode de pollution atmosphérique pour trois polluants (NO₂, O₃, SO₂), en s'appuyant sur les mesures et les prévisions d'Airparif, mais il a fallu beaucoup plus longtemps pour que la mairie de Paris entreprenne des aménagements pour diminuer les émissions. Seules quelques grandes agglomérations, en l'absence d'une politique urbaine de gestion de la qualité de l'air, ont vu l'opportunité qui leur était offerte de réaménager leur ville – et spécialement les transports urbains – dans le sens d'une meilleure maîtrise de la qualité de l'air. En 1997, Raymond Barre constatait : « L'important n'est pas de prendre des mesures contraignantes les jours les plus difficiles, il est d'éviter de se trouver dans de telles conditions », et dans le compte rendu du conseil municipal de la ville de Lyon du 22 janvier 1997, on peut lire que Raymond Barre a expliqué qu'il estimait que l'élaboration du Plan de déplacements urbains et un réseau de transports en commun attractif devaient être les priorités pour lutter contre la pollution. Force est de constater que la complémentarité attendue entre les mesures d'urgence et les réformes territoriales préconisées par la loi sur l'air à travers les PRQA, PPA et PDU, s'est difficilement imposée. Cette discordance a pour origine le difficile synchronisme entre deux temporalités, celle du temps court de l'urgence et celle du temps long des aménagements nécessaires à la réduction de la pollution. Paradoxalement, le temps de l'alerte signe l'insuffisance des actions préventives engagées sur le long terme. Mais elle s'explique aussi par des liens qui ont été longs à établir entre les acteurs de l'urgence et les élus responsables des aménagements durables bénéfiques à la

qualité de l'air, même s'ils n'ont pas toujours été envisagés dans cette perspective. Pour beaucoup d'élus, il a fallu du temps pour qu'ils entreprennent de conjuguer aménagement et qualité de l'air, même si de nombreuses actions effectuées dans le domaine de l'aménagement ou des transports se sont traduites par un réel bénéfice sur les niveaux de polluants mesurés. Pendant longtemps, aux yeux des urbanistes, la qualité de l'air relevait de la responsabilité de l'État en raison de son assimilation à l'industrie (Roussel, 1998). Les méfaits de la circulation automobile sur la santé ont mis longtemps à s'imposer en province, en dépit des résultats mis en avant par l'étude ERPURS – considérée comme francilienne – et en raison du silence de l'État sous l'influence de l'UTAC (Union Technique de l'Automobile, du motocycle et du Cycle), selon C. Vlassopoulou (1999). C'est peut être au cours des pointes du mois de mars 2014 que les élus ont montré qu'ils s'étaient véritablement saisis de la question de la pollution de l'air et qu'ils mettaient tout en œuvre, au-delà des mesures médiatisées prises les jours de pointe, pour intervenir sur l'urbanisme, les transports, l'habitat pour construire une ville plus sobre et plus saine. Entre 1997 et 2014, l'État s'est trouvé souvent seul pour porter le dispositif des alertes qui a prouvé ses bénéfices dans le domaine de l'industrie mais reste timide s'il n'est pas pris à bras le corps par les élus. Les « retours d'expérience » sur les PDU (Frère, 2005, 2006) ont montré combien la culture de la qualité de l'air, à la fin du XX^e siècle, était encore peu appropriée par les ingénieurs en charge des transports qui avaient pour objectif des améliorations techniques comme l'implantation de TCSP (Transports en Commun en Site Propre) ; la question de la mobilité dans son ensemble était peu souvent évoquée. Ce n'est qu'au fil des temps que l'acculturation a pu lentement progresser.

Une fois que les seuils sont dépassés, il vaut mieux limiter les émissions et les rejets, mais on sait que seul le changement de la situation météorologique peut modifier fondamentalement les niveaux de pollution mesurés. Au fil des ans, les simples conseils prodigués ont évolué vers des mesures incitatives puis, ces dernières années, dès que les seuils d'information étaient atteints, le préfet décrétrait souvent des limitations de vitesse. On peut s'interroger sur l'efficacité de ces mesures très ponctuelles ; on peut même se demander si elles n'ont pas contribué à entretenir un certain sentiment de découragement et d'impuissance devant la pollution, pourtant toujours considérée comme un problème environ-

nemental majeur par les Français (IRSN, 2014). Cependant, les progrès réalisés, tant dans la prévision des épisodes que dans la caractérisation des sources responsables, ont permis de mieux répondre à une demande d'action de la population très sensibilisée au cours de ces épisodes fortement médiatisés. Paradoxalement, pour que des mesures d'urgence soient efficaces, il faut qu'elles aient été anticipées et bien préparées ; ainsi, le décret interministériel de mars 2014 recommande : « Pour garantir la mise en œuvre efficace des mesures d'urgence et leur acceptabilité, il convient d'assurer au préalable, en dehors des épisodes de pollution, une large concertation avec les parties prenantes, et de définir des plans d'actions permettant de faciliter cette mise en œuvre dans des délais très courts. Par exemple, les modalités de mise en œuvre des restrictions de circulation peuvent être définies dans un plan de circulation d'urgence, discuté au préalable avec les collectivités et les entreprises pour favoriser durant ces périodes le recours aux transports en commun, covoiturage, télétravail, etc. »

Longtemps laissés sans prises possibles pour faire baisser les concentrations essentiellement pilotées par la situation météorologique, les préfets ont insisté sur leur mission, tout aussi délicate, de protection des personnes vulnérables ou sensibles selon les définitions et les modalités énoncées par les avis du HCSP.

En dépit des difficultés posées par la réduction de la pollution, l'autre bénéfice des alertes consiste à prévenir les personnes sensibles pour qu'elles puissent prendre des précautions vis-à-vis des niveaux élevés de pollution.

Les recommandations sanitaires diffusées au cours de ces épisodes se heurtent à plusieurs difficultés

La définition quelque peu mouvante de la notion de pic a contribué à fragiliser les dispositifs mis en place. La circulaire d'août 1998 stipulait : « Cette évaluation reposera sur des calculs tenant compte de l'ensemble des résultats des mesures sur stations fixes, disponibles sur la zone ou l'agglomération considérée, ainsi que des estimations par modélisation. Une pondération correspondant à la zone ou à l'agglomération considérée sera réalisée à partir des valeurs fournies par les capteurs dits de fond et celles des capteurs de proximité. Cette pondération, privi-

légiant les capteurs de fond, tiendra également compte des valeurs fournies par les capteurs de proximité, lorsque ceux-ci existent. ». Cette déclaration souligne le caractère relatif de la définition de l'événement qui est tributaire du nombre de capteurs pris en compte et de leurs caractéristiques. De nombreux arrêtés préfectoraux ont précisé, au fil des temps, les modalités à observer pour déclencher une procédure d'information ou d'alerte. Quels sont les capteurs à prendre en compte pour définir une alerte ? L'utilisation des données de proximité dans les critères de déclenchement est-elle pertinente ou, au contraire, ne relève-t-elle pas de l'exacerbation du local ? Les alertes sont devenues préventives et mieux territorialisées au fur et à mesure que les AASQA se sont dotées de modèles prédictifs. Il faut attendre le décret de mars 2014 pour trouver une définition plus précise mais néanmoins complexe, d'un épisode : « Un épisode de pollution est caractérisé :

- soit à partir d'un critère de superficie, dès lors qu'une surface d'au moins 100 km² au total dans une région est concernée par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM₁₀ estimé par modélisation en situation de fond ;

- soit à partir d'un critère de population : (1) pour les départements de plus de 500 000 habitants, lorsqu'au moins 10 % de la population du département sont concernés par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM₁₀ estimé par modélisation en situation de fond ; (2) pour les départements de moins de 500 000 habitants, lorsqu'au moins une population de 50 000 habitants au total dans le département est concernée par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM₁₀ estimé par modélisation en situation de fond ;

- soit en considérant les situations locales particulières portant sur un territoire plus limité, notamment les vallées encaissées ou mal ventilées, les zones de résidence à proximité de voiries à fort trafic, les bassins industriels ».

Cette définition s'appuie sur des cartographies rendues possibles par la généralisation de la modélisation qui a permis de passer d'un mode de surveillance fondé uniquement sur les dépassements de certains seuils dans le temps à une vision plus spatialisée de la pollution de l'air.

Le territoire des procédures n'est pas celui de

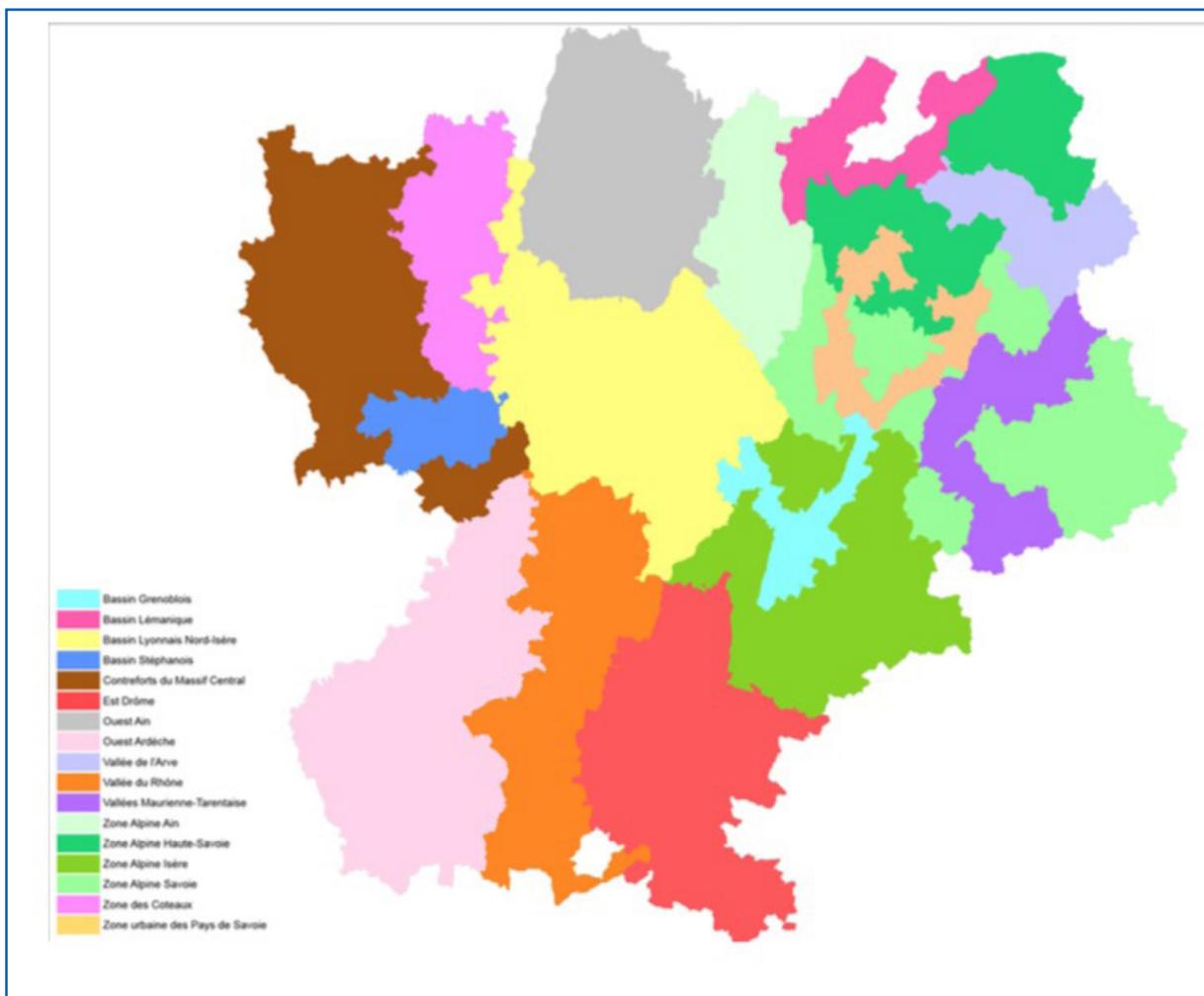
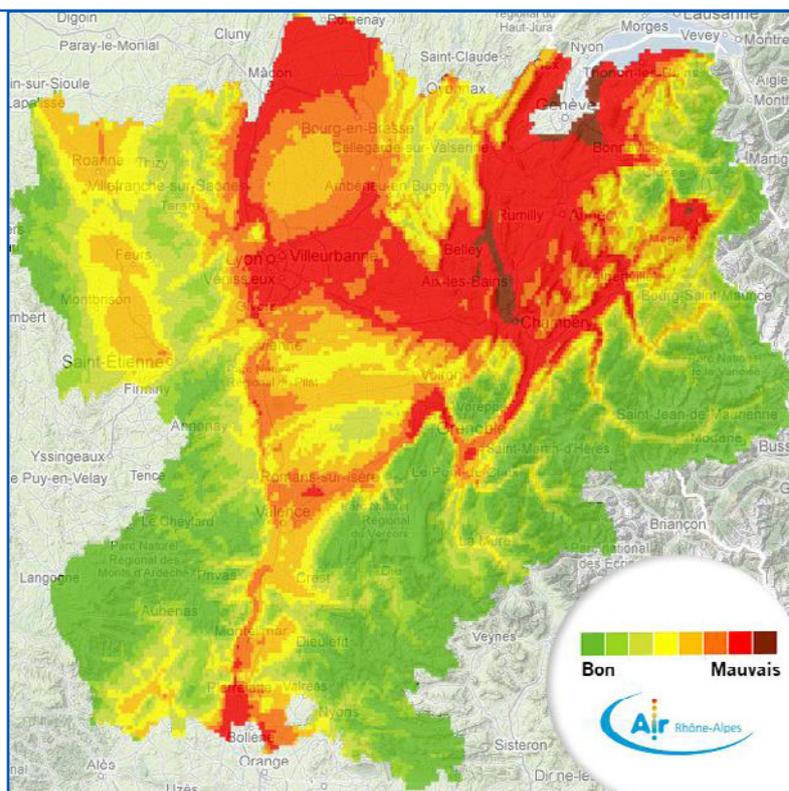


Figure 5.
 La territorialisation des alertes en Rhône-Alpes : les niveaux de pollution enregistrés le 5 mars 2014 et les différentes zones d'alerte (source : Air Rhône-Alpes).
 The territorialisation of the alerts in Rhône-Alpes : air pollution levels observed on March 5th 2014 and different alerts zones.



l'exposition des personnes sensibles. L'alerte est fondée sur le dépassement d'une norme observée sur un ou plusieurs points de mesure ou sur une zone issue de travaux de modélisation. Cet ajustement à une norme souffre bien sûr des hypothèses et des incertitudes liées à ce type de choix qui ne tient pas compte de la sensibilité et du genre de vie des individus (Scarwell, 1999).

L'exposition des individus n'est pas la même sur l'ensemble des territoires, comme le montre la carte de la qualité de l'air réalisée par Air Rhône-Alpes le 5 mars 2014. La pollution s'accumule dans les fonds de vallée, alors que les plateaux et reliefs voisins baignent dans de l'air plus pur. Les alertes se sont territorialisées à travers la création de 17 zones d'alerte identifiées dans la région Rhône-Alpes (figure 5). Les cartes montrant les variations spatiales de la pollution, comme celle du 5 mars 2014, posent la question de la nécessité d'imposer des contraintes aux zones montagneuses, alors que la pollution se concentre dans les vallées.

Indépendamment de ces considérations topographiques, la localisation des habitations à proximité de sources de pollution est une source de risque, comme l'ont montré plusieurs études (Jacquemin, 2009). C'est pourquoi, l'intégration, dans la mise en œuvre de la procédure d'alerte, de valeurs issues d'analyseurs installés dans un site dit de « proximité » est à la fois réaliste et en même temps trop spécifique.

Ces différences locales dans les niveaux d'exposition doivent être nuancées par les caractéristiques de l'air à l'intérieur des maisons puisque les individus passent environ 80 % de leur temps dans un lieu abrité.

Une autre différence, intégrée dans les propositions de recommandations, concerne les personnes sensibles ou vulnérables pour lesquelles le risque d'exposition est plus grand. Il s'agit de personnes déjà fragilisées (jeunes, personnes âgées, malades) ou de personnes dont l'état peut empirer sous l'effet de la pollution. Ce sont ces personnes auxquelles les messages sanitaires s'adressent en priorité, mais le risque qu'elles encourent en raison de la pollution ne se limite malheureusement pas aux quelques jours d'alertes.

Les seuils adoptés pour les alertes peuvent-ils être utilisés pour définir un risque sanitaire ? Le dispositif d'alerte s'appuie sur des normes et des

seuils à un moment où l'épidémiologie, selon W. Dab (1999), ne permet pas, avec les méthodologies disponibles à l'époque, « d'apprécier l'impact sanitaire des pics de pollution... Les pics ne sont pas les seuls moments porteurs de risque. La cinquantaine d'études de séries chronologiques disponibles au niveau international le montre... En termes de risque attribuable, la contribution des 5 % de jours où les valeurs relevées sont un peu plus élevées est de toute façon marginale par rapport au risque quotidien ».

Les résultats de l'étude ERPURS montrent combien la notion de seuil n'est pas opératoire pour définir un risque, puisque le seuil de sensibilité de chaque individu est extrêmement variable. La variabilité interindividuelle et intra-individuelle ne permet donc pas d'identifier, au niveau populationnel, de façon claire, des seuils dans la relation dose-effet. L'étude ERPURS a pourtant été suscitée pour une part par les inquiétudes des élus parisiens sur l'influence des fortes pollutions mesurées en janvier 1989, mais les épidémiologistes, dès 1998, à travers plusieurs documents (Extrapol, Invs, 1998) expriment leur doute quant à la quantification d'un éventuel effet sanitaire des pics de pollution. Cette attitude dubitative, déjà prononcée par l'OMS en 1990, est, en 2012, celle adoptée par le HCSP¹ (Haut Conseil de la Santé Publique) qui, pourtant, propose des messages sanitaires à diffuser lors de ces mêmes pics de pollution (avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) du 18 avril 2000, et avis du HCSP en 2013). Mais peut-être la méthode de l'épidémiologie temporelle utilisée pour avancer ces réticences n'est-elle pas le bon outil pour mettre en évidence des effets à bas bruit handicapant la vie quotidienne (Host, 2015) ?

La nature des messages : ces procédures ont aussi pour mission essentielle de recommander aux personnes sensibles d'éviter toute activité physique intense à l'extérieur, et de limiter les activités sportives dans les établissements scolaires. Les messages sanitaires délivrés sont-ils suffisants pour susciter des stratégies d'évitement ? Atteignent-ils les personnes les plus vulnérables ? Ces questions, même après une expérience de plus de 17 ans, sont encore d'actualité ; des réponses ont été précisées en novembre 2013 par le HCSP, mais sont-elles plus compréhensibles et plus faciles à diffuser par les AASQA ? Est-il pertinent de graduer les recommandations en fonction des seuils et des différents polluants observés ? La reconnaissance

de l'appartenance aux personnes sensibles ou vulnérables est-elle aisée ? Le long préambule précédant les messages conseillés dans l'avis du HCSP montre combien la communication sur ces questions est délicate pour éviter de sombrer dans le catastrophisme et de promouvoir un excès de précautions (B. Nader, S. Host, 2015).

Les AASQA, avec leur site Internet très développé, sont en première ligne, par délégation du préfet, pour diffuser les informations sur les épisodes. Non seulement ce sont elles qui doivent alerter le préfet, mais elles doivent aussi assurer la diffusion des messages. Par souci de cohérence, les AASQA ont dû revoir l'indice Atmo de manière à faire coïncider l'indice avec la graduation des procédures.

Même si le bénéfice sanitaire des messages est difficile à évaluer, la médiatisation qui accompagne l'alerte présente une fonction pédagogique évidente et intéressante pour rappeler régulièrement les méfaits de la pollution de l'air. Le plus souvent, la préfecture profite de l'occasion qui est offerte par les mesures d'urgence pour donner des conseils ayant une portée générale et pour indiquer des comportements plus vertueux : encouragement à l'éco-conduite, mise en garde contre le chauffage au bois...

La médiatisation et la pédagogie sont devenues des fonctions essentielles de ce dispositif

C'est pourquoi la circulaire d'août 1998, recommande aux préfets : « Vous attacherez aussi une importance particulière au dispositif d'information. Il est l'élément déterminant de l'efficacité des mesures proposées, notamment en termes de réduction du volume de la circulation routière. En outre, c'est sur la durée que pourra être obtenue une évolution significative des comportements et la dimension pédagogique est en conséquence un élément important des actions qui doivent être menées ». En juin 1999, dans le cadre du programme de recherche du CNRS Gestion des risques collectifs et situations de crise, des chercheurs se sont penchés sur la question des alertes à travers l'interrogation suivante : « L'alerte dans le domaine de la qualité de l'air correspond-elle à un risque sanitaire ou médiatique ? » (figure 4). Effectivement, la question de la valeur pédagogique de ces dispositifs a été soulignée à un moment où les connaissances

scientifiques sur les polluants et leurs impacts relevaient encore du domaine de la recherche et n'avaient guère percolé en direction du grand public. Philippe Ritter, directeur des services de l'écologie urbaine à la ville de Lyon, déclarait à propos des alertes : « L'utilisation de l'opinion publique comme instrument de lobbying permet de faire changer des comportements, des législations, des modes de fonctionnement du pays dans des domaines fondamentaux comme celui de l'aménagement du territoire... Les alertes servent à sensibiliser les Lyonnais à l'acuité du problème de la pollution atmosphérique et à les préparer à accepter les aménagements nécessaires ». Il est vrai que la pollution urbaine, contre laquelle il convient de lutter, doit mobiliser des connaissances complexes, tant dans la métrologie des polluants que dans la mise en évidence de leurs impacts ; elle doit aussi mobiliser des actions d'une grande ampleur. Cependant, on peut s'interroger sur l'opportunité qu'offrent les alertes pour développer des connaissances qui peuvent conduire à formuler des actions. Il semblerait que la publication des résultats de recherches montrant les effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé ait rencontré un plus large écho.

Effectivement, comme on l'a vu à travers l'analyse des articles du Progrès de Lyon², le préfet, au moment des alertes, fait passer un communiqué à la presse ; il en profite pour faire passer des messages quant à l'origine des polluants et encourage les « bonnes pratiques » ; mais la diffusion de l'information au sujet de la qualité de l'air utilise de nombreux autres canaux qui, au fil des ans, ont permis à la population de mieux intégrer la connaissance du risque sanitaire. La communication entreprise doit-elle être scientifiquement objective et alors peu mobilisatrice ou bien doit-elle insister sur un registre catastrophiste et susciter un découragement devant l'alerte alors considérée comme un aléa devant lequel la passivité est de mise ? Le risque évoqué peut-il être cristallisé autour d'un épisode limité, alors que la question de la pollution atmosphérique met en cause des registres profonds de la société ? Par exemple, la maîtrise des particules suppose d'agir sur trois registres qui ont des ancrages culturels anciens et forts : la voiture, le feu à l'âtre et l'agriculture.

Cependant, au fil des ans, il semblerait que la médiatisation des alertes ait suscité un besoin d'actions. L'opinion, au lieu de se contenter d'une information sur la pollution, déjà acquise par

d'autres canaux, est plus exigeante et réclame des actions. Les mesures d'urgence, gratuité des transports en commun, circulation alternée, deviennent alors des réponses à cette pression de l'opinion. Celle-ci s'exerce d'autant plus fortement que les méfaits des particules se sont progressivement imposés dans les esprits.

Les alertes particules

Elles ne sont pas imposées par la loi sur l'air, et pourtant, celles-ci, en suspension dans l'air ambiant, sont mesurées depuis très longtemps sur le territoire français par la méthode des fumées noires qui montraient un parallélisme fort avec le SO₂ mesuré par l'intermédiaire de l'acidité forte. À la veille de la loi sur l'air, les effets sanitaires des particules sont encore peu documentés, ce qui explique que les alertes imposées par des niveaux de particules élevés n'aient été officielles qu'à partir de 2007, même si des normes existaient pour les particules inférieures à 10 microns. Par ailleurs, il était difficile de décréter une alerte alors que l'origine des particules incriminées ne pouvait pas être attribuée à une source précise. Les études de modélisation inverse ont permis de connaître la signature et donc l'origine des polluants mesurés et donc d'intervenir de manière pertinente sur la source responsable.

En Alsace, depuis 1997, une procédure d'alerte existe pour les « poussières »

Les seuils adoptés étaient ceux préconisés par le Conseil supérieur d'hygiène publique, à savoir 125 microgrammes pour le seuil d'alerte et 80 microgrammes pour le seuil d'information (moyenne glissante sur 24 heures). Lorsqu'un capteur de fond a dépassé la norme et qu'un autre est en passe de la dépasser, la procédure est lancée et, comme le soulignait A. Target, ex-directeur de l'ASPA : « Les procédures d'information sont un bon moyen de travailler sur des problèmes de fond ».

À partir de 2007, les progrès des connaissances développées sur les effets sanitaires des particules ne pouvaient laisser ce polluant en dehors du dispositif d'alerte. D'ailleurs, les alertes liées aux particules sont les plus fréquentes et, de par leurs caractéristiques, elles redonnent du sens aux alertes et réhabilitent leurs bénéfices. Quand il s'agit d'épisodes liés à de fortes concentrations de particules primaires (*black*

carbon), des actions sont possibles pour limiter les émissions comme le font les mesures prises par les préfetures pour limiter la vitesse sur les artères principales, déconseiller le feu à l'âtre ou contraindre la circulation ; la circulation alternée, mise en place à Paris le 14 mars 2014, étudiée par Airparif, s'est traduite par une baisse du trafic et donc une diminution non seulement des émissions mais aussi des niveaux de polluants (Kaufman, 2015).

La caractérisation des particules crédibilise l'alerte

Par rapport aux mesures européennes standardisées, les analyseurs français sous-estimaient la fraction semi-volatile des particules concernant, en particulier, le nitrate d'ammonium dont la quantité est très variable en fonction des conditions climatiques et de l'origine des masses d'air (Airparif, 2008). Depuis 2007, le dispositif adopté, la technique de mesure TEOM-FDMS permet de prendre en compte ces particules semi-volatiles d'une taille micronique à submicronique, avec une rupture domageable dans les séries chronologiques enregistrées (figure 3). Les particules secondaires, et en particulier le nitrate d'ammonium, sont donc intégrées au niveau de particules prises en compte pour le déclenchement de l'alerte ; mais les effets sanitaires de ces particules sont moins préoccupants que ceux provoqués par le *black carbon*. En termes d'impact sur la santé et de gestion des risques, il est donc essentiel de bien distinguer les différentes origines des particules pour agir sur les sources responsables. Cependant, l'identification des sources met en évidence des responsabilités, parfois collectivement difficiles à assumer lorsque, par exemple, le poids du chauffage au bois est mis en évidence.

Ce n'est que plus récemment qu'un dispositif permettant de collecter et d'analyser les échantillons prélevés par les AASQA, lors des pics, est mis en œuvre pour préciser la nature des particules et permettre ainsi de mettre en place des mesures de réduction pertinentes. Certaines AASQA se sont dotées d'un aethalomètre permettant de mesurer en continu le carbone suie, et donc de différencier les poussières ayant pour origine la combustion de biomasse (dont la combustion du bois) de celles émises par la combustion de combustibles pétroliers issus en partie du trafic routier. D'autres AASQA, comme Air Rhône-Alpes, ont pu acquérir un ACSM (*Aerosol Chemical Speciation Monitor*), spectromètre de

masse destiné à la mesure en routine de la composition chimique des particules fines (sulfate, nitrate, ammonium, potassium, matière organique, chlore). Ces techniques, particulièrement adaptées pour évaluer les particules submicroniques qui sont d'origine anthropique, permettent de ne pas utiliser de filtres et de caractériser, en temps réel, les principales espèces chimiques constituant l'aérosol anthropique, primaire et/ou secondaire (carbone suie, matière organique, sulfate, nitrate, ammonium...). Ces dispositifs permettent d'identifier, pour chaque épisode, la contribution du chauffage au bois et de la circulation automobile (particules diesel), comme l'a fait Airparif en mars 2014 (Kaufman, 2015).

Les progrès de la métrologie et une connaissance plus approfondie des méfaits des particules observés sur la santé ont conduit les pouvoirs publics à sévérer les seuils pour encourager une maîtrise des émissions. Des travaux réalisés ont conduit, depuis le 1^{er} janvier 2007, à des modifications de la mesure et des modalités d'ajustement des données de particules PM₁₀, ce qui, conjugué à des conditions météorologiques défavorables en ce début d'année 2007, s'est traduit par une augmentation sensible, dans certaines régions, des concentrations journalières par rapport à celles constatées auparavant. De plus, les seuils d'alerte pour les particules ont été abaissés selon un décret d'octobre 2010.

La figure 3 montre le caractère aléatoire de la variation annuelle du nombre d'alertes qui restent très dépendantes des situations météorologiques et de l'évolution des normes. Avec sa période caniculaire, l'année 2003 détient les records pour les pointes de pollution à l'ozone. Depuis la mise en place du dispositif d'alerte pour les particules, mais surtout depuis l'abaissement des seuils d'alerte en 2011, ce sont les alertes liées aux particules qui focalisent l'attention. Alors que les alertes pouvaient apparaître comme un dispositif administratif, certes médiatisé mais peu approprié par la population qui pourtant montre toujours une forte préoccupation vis-à-vis du risque sanitaire lié à la pollution de l'air (cf. ci-dessous), il semblerait que cette perception soit en train d'évoluer si l'on examine les réactions observées au cours de l'épisode de mars 2014.

N'observe-t-on pas un regain d'intérêt manifeste pour la qualité de l'air à travers les alertes ?

La forte mobilisation de l'opinion publique lors de la dernière alerte de mars 2014 contribue à accréditer cette thèse, mais l'explosion médiatique observée en France à cette date, n'était-elle pas biaisée par le contexte des élections municipales proches ? Cependant, il est possible de discerner des évolutions majeures du contexte dans lequel se déroulent les alertes.

- Peut-être n'est-ce pas par hasard que la pollution s'est imposée au sein des promesses électorales³ à travers l'épisode de mars dernier ? À l'exception de quelques élus ayant une sensibilité écologique, la pollution atmosphérique n'avait jamais tenu une place importante dans l'agenda des élus locaux. Bien souvent, les améliorations considérables effectuées, en particulier, dans le système des transports, avaient pour objectif de répondre à l'attente des populations vis-à-vis de la mobilité, sans que le lien avec la qualité de l'air ne soit mis en évidence (cf. ci-dessus). Peut-être les temps sont-ils en train de changer et l'urbanisme ne peut-il plus se penser sans ses incidences sur la qualité de l'air ? Alors que les alertes dans le domaine de la qualité de l'air étaient l'objet d'un dialogue étroit entre les préfetures et les AASQA, dialogue souvent relayé par les médias, les élus locaux étaient, en général, peu sensibles à ces épisodes qu'ils n'utilisaient pas comme des tribunes pour faire la promotion de leurs actions. Peut-être cette attitude est-elle en train d'évoluer grâce à une convergence des sensibilités vis-à-vis de la pollution de l'air entre les agents des services déconcentrés de l'État, les ingénieurs des AASQA et les élus locaux. Sans doute une meilleure approche territoriale de la mesure de la qualité de l'air par les AASQA n'est-elle pas étrangère à ce phénomène ? Les élus trouvent ainsi à leur disposition et à leur échelle des outils leur permettant de mieux intégrer les effets de la qualité de l'air dans leurs projets. Le développement de la modélisation et de la cartographie a permis une vision beaucoup plus territorialisée de la qualité de l'air. La vision territoriale introduite par la LAURE en 1996 était venue trop tôt, à un moment où les outils cartographiques pour mettre en œuvre cette vision relevaient encore de la recherche, et donc ils étaient réservés à certaines AASQA travaillant étroitement avec les

laboratoires de recherche. La gestion temporelle de la pollution en fonction des normes et des dépassements de seuils a laissé la place à une gestion plus spatialisée, plus proche des émissions locales et de l'exposition des populations. La vision temporelle et médiatique apportée par les alertes trouve à l'heure actuelle un meilleur ancrage territorial et peut ainsi s'enraciner dans des orientations plus pérennes.

- Un autre changement tient à une meilleure connaissance du phénomène, de manière à pouvoir donner des réponses mieux ciblées.

Les alertes « particules » de plus en plus fréquentes, ont tendance à prendre le devant de la scène ; elles sont plus dépendantes des émissions locales que les alertes liées à l'ozone et interrogent ainsi une gestion de proximité qui peut s'appuyer sur des effets sanitaires de mieux en mieux (re)connus.

De grandes études européennes à la suite d'ERPURS comme APHEA, APHEIS et plus récemment APHEKOM⁴ ont permis de mieux documenter, à une échelle fine, les méfaits de la pollution urbaine en indiquant la relation entre le surcroît de mortalité prématurée et les niveaux de pollution. Les liens entre la pollution et les maladies sont eux aussi de mieux en mieux documentés ; des études ont ainsi mis en évidence le lien entre la pollution automobile et l'incidence de l'asthme chez l'enfant (Künzli, 2009). En mettant en avant l'existence d'un risque spatialisé le long des infrastructures routières, les résultats énoncés sont appropriables par des habitants qui se sentent directement concernés. Des études montrent combien le spectre de ces méfaits de la pollution ne cesse de s'élargir, des chercheurs trouvent des liens entre la pollution, l'autisme, la maladie d'Alzheimer et des troubles du comportement chez l'enfant (Medina⁵, 2014). Une relation est établie entre le faible poids des bébés à la naissance et l'atmosphère polluée respirée par la mère. Le 17 octobre 2013, le CIRC, l'agence spécialisée sur le cancer de l'OMS, a annoncé qu'il classait la pollution de l'air extérieur comme cancérigène pour l'homme, après l'avoir fait pour le Diesel quelques mois auparavant. Le CIRC estime que « la pollution atmosphérique est l'une des premières causes environnementales de décès par cancer ». Cette déclaration, très médiatisée, est considérée par Chateaufort (2012) comme un *tipping point*, un événement qui, contrairement aux nombreuses alertes déclarées depuis plus de 15 ans, a fait « bouger

les lignes » en accélérant la prise de conscience du risque lié aux particules dans l'air.

Cette accumulation des connaissances internationalement reconnues sur les effets de la pollution urbaine a changé radicalement le contexte dans lequel les alertes peuvent être décrétées. À un relatif scepticisme de certains médecins au lendemain de la loi sur l'air de 1996 (Roussel, 2015) succède une crainte de plus en plus partagée vis-à-vis de la pollution urbaine, même si de nombreuses inconnues persistent. Si l'influence du *black carbon* est de mieux en mieux connue, la découverte des effets sanitaires du carbone organique reste encore à développer, sans oublier les recherches encore balbutiantes sur les PM ultrafines issues des combustions et les nanoparticules. Néanmoins, il paraît évident que le socle de connaissance est suffisamment solide pour que des actions en faveur de la réduction des pollutions urbaines soient entreprises. Néanmoins, contrairement à une vision trop réductrice de la prévention de la pollution urbaine, il convient d'être conscient de la complexité du problème, de l'insuffisance des actions locales, du nombre des acteurs à mobiliser, de l'importance des dommages collatéraux à maîtriser, en termes de justice environnementale, par exemple.

Ces avancées, ainsi que les progrès réalisés pour caractériser la nature chimique des particules mesurées, permettent aux arrêtés préfectoraux d'être plus précis et donc plus efficaces. Par exemple, le nouvel arrêté préfectoral rhônalpin du 1^{er} décembre 2014 sépare nettement les épisodes d'ozone des épisodes concernés par les PM et les NOx. Il distingue trois types d'épisode qui peuvent faire l'objet de mesures d'urgence différenciées :

« - un épisode de type 'combustion' (polluants concernés PM et NOx) : épisode de pollution qui se caractérise par une concentration en PM₁₀ majoritairement d'origine carbonée (issues de combustions de chauffage ou de moteurs de véhicules). Ce type d'épisode est souvent associé à un taux d'oxydes d'azote également élevé, notamment en proximité des réseaux de transport.

- un épisode de type 'mixte' (polluants concernés PM et NOx) : épisode de pollution qui, en plus d'être lié aux particules d'origine carbonée (combustions), se caractérise par une part importante de particules formées à partir d'ammoniac et d'oxydes d'azote (agriculture).

- un épisode de type 'estival' (polluant concerné O_3) : épisode de pollution photo-oxydante d'origine secondaire, formé notamment à partir de composés organiques volatils (COV) et d'oxydes d'azote ».

Le premier type correspond essentiellement à des émissions locales de particules primaires, tandis que le second type est largement caractérisé par la présence de particules secondaires telles que le nitrate d'ammonium, dont on connaît moins bien les effets sanitaires.

Ainsi, la réduction de la combustion du bois peut être efficace lors d'un épisode de type 1, tandis que la limitation des épandages agricoles peut permettre d'abaisser les niveaux de particules lors d'un épisode de type 2.

Il est également possible de calculer la part des particules importées, comme l'ASPA l'avait fait pour l'Alsace en mars 2014 (Roussel, 2014⁶ ; Kleinpeter⁷, 2015) de manière à ne pas imposer des contraintes locales dont le bénéfice ne sera pas visible à court terme.

Le fait de pouvoir associer les pointes de pollution, très médiatisées, à des sources qui touchent de près la population, comme le feu de bois ou les voitures Diesel, a aussi contribué à alerter la population, plus sans doute que le processus des alertes en lui-même.

En effet, la sensibilisation sociale à la pollution évolue, de manière générale. La pollution particulaire est plus facile à appréhender que la pollution par l'ozone : elle correspond à des journées froides, souvent brumeuses, avec un plafond nuageux bas et un lien plus évident entre les émissions et la pollution ambiante. La perception de cette pollution, associée à la fumée et aux nuisances hivernales ancestrales, a rendu crédibles les résultats des études sur la nocivité des particules qui sont de plus en plus appropriés et admis par les habitants des grandes villes. Ceux-ci sont, dans le monde entier, de plus en plus alertés sur les méfaits des particules fines et ultra-fines urbaines et sur le rôle qu'elles peuvent jouer sur la genèse de pathologies cardio-pulmonaires et de cancers pouvant affecter différents organes. L'analogie avec les grandes villes les plus polluées du monde participe de l'adhésion de plus en plus grande de la population française à la réalité de la pollution et de ses méfaits. Il est vrai que le lien entre l'occurrence de pathologies légères, peut-être liées aux épisodes de pollution,

est fait facilement avec les photos publiées par les médias qui ne sont pas sans rappeler, toute proportion gardée, l'ampleur des difficultés rencontrées par les Chinois dans leurs grandes villes (cf. photos de Paris dans ce numéro). La visualisation du trouble atmosphérique associée, souvent à tort, à des symptômes plus ou moins grippeux, représente sans doute un point d'inflexion nodal dans la prise de conscience du risque lié à la pollution de l'air. La vie de tous les jours, au cours de l'hiver, en ville, est compliquée et rendue désagréable par l'occurrence de symptômes, souvent sans gravité, mais handicapant tels que toux, bronchites, crises d'asthme, bronchiolites qui sont certes multifactoriels et liés tout autant aux pollens (Monnier, 2015) qu'à la pollution ou à des virus. L'attribution de ces symptômes – qui peuvent survenir à tout moment de l'hiver – à un pic de pollution est contestable mais, par précaution, pour éviter leur occurrence et les perturbations de la vie quotidienne qu'ils engendrent, il convient de prendre des mesures préventives efficaces en limitant fortement les émissions chroniques de polluants.

Le sondage de l'ADEME⁸, effectué en Ile-de-France en avril 2014, montre que 44 % des enquêtés ont des souffrances qu'ils attribuent à la pollution de l'air. Un autre sondage, effectué par Airparif en octobre 2014, indique que 35 % des Franciliens sont eux-mêmes incommodés directement par la pollution de l'air ou bien qu'ils voient un de leur proche en être gêné (figure 6).

D'autres enquêtes montrent que ce sont ces personnes faisant le lien entre la pollution et un certain nombre de pathologies qui sont les plus motivées pour participer à des actions entreprises pour réduire les pollutions (Rozec, 2005).

Or, ce lien entre la qualité de l'air et la gêne ou des pathologies légères, est peu mis en évidence par les grandes études sanitaires qui ont fait avancer la connaissance dans ce domaine, car elles reposent davantage sur des critères de mortalité ou des jours d'hospitalisation en s'appuyant sur des approches épidémiologiques collectives et les mesures effectuées (cf. ci-dessus). Peut-être les alertes donnent-elles l'occasion de renouer avec la prise en compte de la gêne perçue à travers une surveillance plus « syndromique » ? (Host⁹, 2015).

Effectivement, la surveillance mise en place par l'InVS montre que la recrudescence du nombre de personnes hospitalisées au cours de

QUESTION : A titre personnel, vous ou un de vos proches (parents/enfants) souffre-t-il de troubles liés à la pollution de l'air ?

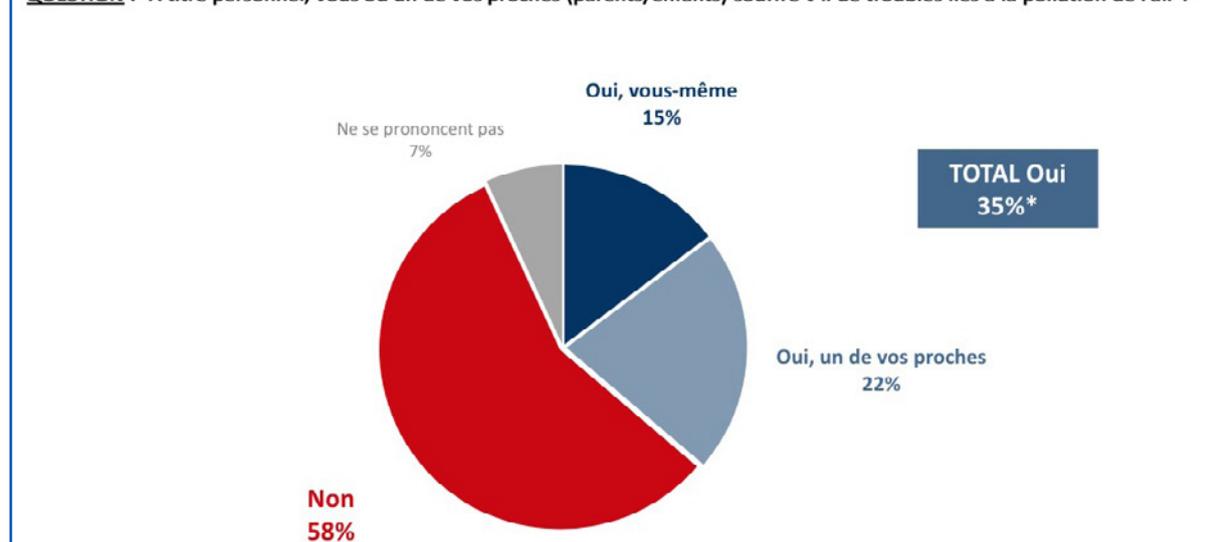


Figure 6.

Résultats du sondage commandité par AIRPARIF en octobre 2014.

Results of the survey realized by AIRPARIF in October, 2014 : « Are you or one of yours suffering of disease connected to air pollution ? »

ces épisodes est faible (figure 7), mais est-ce qu'une surveillance sanitaire significative peut se mettre en place en dehors des indications données par les hospitalisations (appels des médecins, SOS Médecins, consommation de médicaments) ?

Les épidémiologistes continuent à considérer que le signal sanitaire des alertes est négligeable : 7 % des hospitalisations pour cause cardio-vasculaire, mais utilise-t-on les bons outils ? Il est vrai que la prise en compte d'autres critères sanitaires repose la question de la définition des alertes, puisque la responsabilité de la pollution atmosphérique dans les maladies de l'hiver est « chronique ». D'où l'importance de l'effort continu à mettre en place pour maîtriser les particules pour le plus grand bénéfice non seulement des personnes sensibles et vulnérables mais de l'ensemble de la population. Cependant, les personnes fragiles peuvent faire l'objet de précautions particulières en espérant qu'à terme la diminution des niveaux sera telle que le risque sera maîtrisé ou abaissé.

Quel que soit le fondement scientifique de cette relation entre la pollution atmosphérique et ces symptômes hivernaux, la prise en considération de l'importance de la pollution de l'air dans les modes de vie et dans les grandes options politiques passe sans doute par des modes d'appréhension qui dépassent la seule information

procédurale sur les alertes. Or ce sont bien ces considérations sanitaires qui passent à la fois par des sensations corporelles et par l'intelligence qui permettront de s'interroger collectivement sur le bien-fondé de certaines orientations économiques prises au détriment de la santé et de la qualité de vie des habitants. Les alertes avec leur caractère récurrent contribuent-elles à cette prise de conscience collective et fondamentale ? Les nouvelles dispositions prises en 2014 sont le reflet d'une demande plus forte d'actions de la part des populations. Le temps de la connaissance, pourtant inachevé, est insuffisant. Or, lorsque les pointes de pollution projettent les polluants sous les feux de la rampe, la forte médiatisation se traduit par une légitime exigence d'actions. Les mesures d'urgence réclamées doivent s'intégrer dans une démarche continue et cohérente. Relais, cohérence, continuité.... tels sont les défis que les alertes ont à relever pour s'intégrer dans une véritable politique de la qualité de l'air.

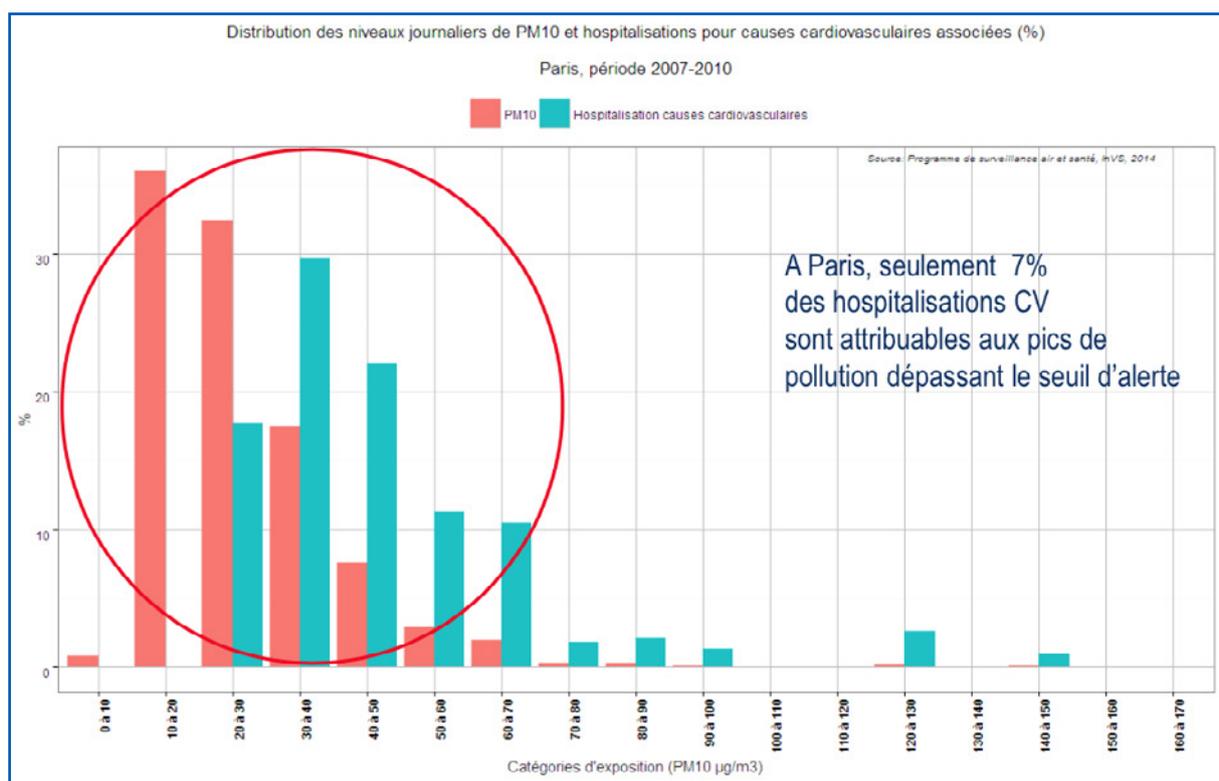


Figure 7.

L'InVS recense peu d'hospitalisations au cours des épisodes de pollution élevée.

Invs counts not much hospitalization during the episodes of high pollution.

Conclusion

Avec un recul de 17 ans sur la mise en place des procédures issues de la loi sur l'air, quelles leçons peut-on tirer ? Comme l'avaient annoncé les ministres signataires de la circulaire de 1998, cette procédure, expérimentale au début, n'a cessé de se préciser au fur et à mesure des développements du mesurage des polluants. Les retours d'expérience après des épisodes sévères ont donné lieu à des décrets précisant les dispositions à prendre comme après les pointes hivernales de 1997 ou de 2007 ou l'épisode caniculaire de 2003 ou encore l'épisode récent de mars 2014. En dépit des efforts de médiatisation accomplis, l'alerte, peu valorisée par le renouveau de l'épidémiologie, est restée principalement confinée dans une sphère technique limitée à un dialogue entre les préfetures et les réseaux de mesures. F. Chateaufreynaud s'interroge sur la faible efficacité des alertes : « Alors que de multiples acteurs ont lancé l'alerte depuis des décennies, la pollution aux particules a eu du mal à se frayer un chemin dans l'espace de mobilisation politique. C'est d'autant plus intrigant que les questions de pollution atmosphérique sont parmi les plus anciennes de l'histoire environnemen-

tales. Et ce qui renforce l'incompréhension face à ce retard du point de vue de la régulation des sources de pollution et d'exposition, c'est que la plupart des alertes ont été portées par des organismes et des instances officielles. C'est bien là le signe d'une divergence profonde des séries d'actions et des dispositifs mis en place, alors même que l'expérience sensible de la pollution de l'air dans les zones urbaines devrait constituer l'une des expériences les plus partagées. Il y aurait donc eu pendant de nombreuses années une sorte de déconnexion entre le traitement public de l'information et les expériences locales ». Les municipalités qui, seules, étaient en capacité d'investir dans des aménagements de fond permettant d'améliorer les transports collectifs et la circulation routière, se sont peu investies dans ces mesures d'urgence puisqu'elles travaillaient à une échelle temporelle plus longue. Après 17 ans, on peut s'interroger sur la cohérence et la synergie qui ont pu exister entre les mesures d'urgence et les actions de fond. Celles-ci relèvent-elles du même registre ? Les alertes liées à l'ozone ont été spécialement déconcertantes, contre-intuitives, elles ont eu du mal à s'imposer parmi la population qui se sent plus concernée par les alertes liées aux particules. Celles-ci cor-

respondent à une expérience sensible et elles mettent en cause des comportements culturellement très ancrés, que ce soit à travers la voiture ou le chauffage au bois ou même encore l'agriculture dont la représentation est restée très forte en France. La médiatisation qui accompagne les alertes joue sur des réflexes de peur mais ceux-ci sont-ils suffisants pour replacer la santé au cœur de l'action publique ? La difficulté rencontrée pour repenser le développement économique dans une logique de santé et de qualité de vie n'est-elle pas la conséquence logique de la césure observée entre le mesurage, la norme, la technicisation de l'environnement, et une approche plus expérimentale, plus pragmatique, plus affective et qualitative qui mobilise profondément les modes de vie et les grands principes fondamentaux de la vie collective ? Les alertes relèvent de la persistance, en France, d'une culture « hygiéniste » fondée sur le respect des normes qui sont censées garantir le bien commun et l'intérêt général sans impliquer les intéressés eux-mêmes. Cette culture, héritée du XIX^e siècle, très normative, est confrontée aujourd'hui à un contexte qui a beaucoup évolué : la norme, elle-même, est remise en cause par les avancées de la connaissance, les seuils sont interrogés, les indicateurs utilisés sont réducteurs. En effet, la pollution s'est beaucoup complexifiée, et les stratégies de prévention sont multiformes et agissent sur plusieurs échelles spatio-temporelles imbriquées. L'alerte, fondée sur une causalité linéaire entre émissions et immissions n'est pas en adéquation avec cette

complexité, alors que la sensibilisation aux questions de qualité de l'air a beaucoup progressé et qu'à une vision négative de la pollution atmosphérique succède une construction plus individuelle du bien-être. Or, toute l'histoire de l'alerte qui se voulait être un outil de sensibilisation, montre plutôt un déficit d'appropriation du bénéfice de ces procédures par les habitants. Même le sondage de l'ADEME d'avril 2014 montre un relatif scepticisme des Franciliens quant à l'efficacité de la circulation alternée, alors qu'ils sont en accord avec la mise en place de dispositifs contraignants et cohérents. La vision normative pensant que la transmission aux populations d'indications adéquates permettra de régler le problème en entraînant une réponse pouvant faire face aux difficultés, est en train d'évoluer sous l'influence des citoyens qui développent une plus grande sensibilité sur ces questions, et sous l'influence des élus locaux qui s'emparent de ces préoccupations pour construire la ville de demain saine et sobre. En effet, le prisme de l'alerte utilisé pour répondre aux épisodes de pollution élevée est insuffisant pour rendre compte de la complexité des réponses élaborées pour modifier le paysage de l'air urbain qui a complètement changé en 17 ans : effacement de l'industrie, développement des véhicules électriques ou hybrides, densification des réseaux de transport en commun ou de chaleur... autant de modifications profondes qui se sont élaborées sur le temps long de l'appropriation d'un problème par les acteurs de la ville.

Je remercie Bernard Festy et Lionel Charles pour leur contribution et leurs précieux conseils.

1. HCSP, (2012), *Pollution par les particules dans l'air ambiant, recommandations pour la santé*.
2. Roussel I. (2015). Les épisodes de pollution lyonnais à travers le regard du *Progrès de Lyon*, 1997-2013, *Pollution atmosphérique*, numéro spécial, p. 185.
3. En 2002, à Paris, B. de Lanoë avait également fait des promesses sur la qualité de l'air.
- 4 *Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe*.
5. http://meteoetclimat.fr/wp-content/uploads/JS2014_Sylvia-Medina.pdf
6. <http://odel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=4365>
7. Kleinpeter J., Paul P. (2015). *Pollution atmosphérique*, numéro spécial.
8. Présenté en détail par I. Roussel dans ce même numéro.²

Références

- Air Pur. (1999). L'alerte dans le domaine de la qualité de l'air correspond-elle à un risque sanitaire, physique ou médiatique ?, APPA, n° 56.
- Airparif. (2008). Synthèse des connaissances sur les particules. [En ligne] : www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/biblio_particules_081022.pdf
- Atkinson RW *et al.* (2013). Long term exposure to outdoor air pollution and incidence of cardiovascular diseases, *Epidemiology*, n° 24(1), p. 44-53.
- Boutaric F. (2003). Environnement et santé publique : Production d'un enjeu politique, *Écologie et politique*, n° 27, printemps, publié dans une version légèrement remaniée dans *Pollution Atmosphérique*, n° 177, janvier-mars 2003.
- Boutaric F. (2014). *Pollution atmosphérique et action publique*, Éditions rue d'Ulm, 82 p.
- Charles L. (2003). Pollution atmosphérique en région Ile-de-France : une problématique en transition, *Pollution atmosphérique*, n° 177, p. 57-70.
- Charles L. (2009). Pollutions atmosphériques et santé environnementale. Quels enjeux ? Quels acteurs ? Quelles préventions ? [En ligne] : www.primequal.fr/files/doc/add67fdda51efa9f.pdf
- Charvolin F. (2003). *L'invention de l'environnement en France, Chroniques anthropologiques d'une institutionnalisation*, La découverte, 187 p.
- Chateauraynaud F, Debaz J. (2012). Des alertes à couper le souffle, point sociologique sur les particules fines et la pollution atmosphérique, 15 octobre. [En ligne] : <http://socioargu.hypotheses.org/4129>
- Dab W. (1999). Pics et bruit de fond, *Air Pur*, n° 56.
- Dab W, Roussel I. (2001). *L'air et la ville*, Hachette, 219 p.
- Extrapol. (1998). Les effets sanitaires des pics de pollution hivernaux, n° 12 janvier supplément de la revue *Pollution atmosphérique*, n° 156.
- Festy B. (2001). À propos de l'évaluation des expositions humaines d'origine atmosphérique : la nécessité d'une vision globale et multipartenariale, *Pollution atmosphérique*, n° 169, p. 9-12.
- Festy B, Le Moulec Y. (2012). Le carbone suie (ou BC) des particules atmosphériques peut-il constituer un indicateur sanitaire additionnel aux particules fines ?, *Pollution atmosphérique*, numéro spécial particules. [En ligne] : www.appa.asso.fr/_docs/1/fckeditor/file/Revue/PollutionAtmospherique/Hors-serie-particules-novembre-2012/p--%20Festy.pdf
- Frère S. (2005). Concertation et décision dans les dispositifs de planification de la Loi sur l'Air (1996). Études dans le Nord-Pas-de-Calais, Thèse de doctorat de science politique, Université de Lille 2, 372 p.
- Frère S. (2006). Concertation et décision dans les dispositifs de planification de la Loi sur l'Air (1996) Études dans le Nord-Pas-de-Calais, *Pollution Atmosphérique*, n° 188, p. 483-486.
- Frioux S. (2013). *Les batailles de l'hygiène*, PUF, 388 p.
- HCSP. (2013). Avis relatif aux messages sanitaires à diffuser lors d'épisodes de pollution de l'air ambiant par les particules, l'ozone, le dioxyde d'azote et/ou le dioxyde de soufre, novembre. [En ligne] : http://www.airparif.asso.fr/_pdf/avis-
- Host S. (2015). *Pollution Atmosphérique*, numéro spécial.
- IRSN. (2014). Baromètre, La perception des risques et de la sécurité par les Français. [En ligne] : www.irsn.fr/FR/IRSN/Publications/barometre/Documents/IRSN_Barometre_2014.pdf
- Kaufman A. (2015). *Pollution Atmosphérique*, numéro spécial.
- Knoepfel P, Larrue C, Varone F. (2001). *Analyse et pilotage des politiques publiques*, Genève, Helbing Lichtenhahn.
- Künkli N, Bridevaux PO. (2009). Traffic-related air pollution correlates with adult-onset asthma among never-smokers, *Thorax*, n° 64, p. 664-670.
- INVS (1998). Pics de pollution atmosphérique et santé publique, la place de l'épidémiologie, mars, 16 p.
- Jacquemin B, Sunyer J, Forsberg B, et al. (2009). Home outdoor NO2 and new onset of self-reported asthma in adults. *Epidemiology*, n° 20, p. 119-126.
- Lameloise P. (1994). Prise en compte des normes dans l'élaboration d'une stratégie de surveillance de la qualité de l'air, *Pollution atmosphérique*, n° 144, p. 83-85.

- Leroux T. (2011). *Le laboratoire des pollutions industrielles*. Paris, 1770-1830, Paris, Albin Michel, collection l'Évolution de l'Humanité.
- Michelot N. (2015). Le nouveau dispositif français de gestion des pics de pollution : l'arrêté interministériel du 26 mars 2014 relatif au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant, *Pollution Atmosphérique*, numéro spécial.
- Nader B. (2015). *Pollution Atmosphérique*, numéro spécial.
- OMS. (1990). Acute effects on health of smog episodes, *WHO Regional Publications*, n° 43, 74 p.
- Rodriguez D. (2012). Nouvelle réglementation pour les seuils de particules fines PM10, *Pollution atmosphérique*, n° 213-214, p. 11-14.
- Roqueplo P. (1988). *Pluies acides, menace pour l'Europe*, Paris, Économica.
- Roussel I. (1997). La loi sur l'Air et son application dans la région Nord-Pas-de-Calais, *Air pur*, n° 53, p. 21-35.
- Roussel I, Frère S. (2001). Retour d'expérience sur les PRQA, *Pollution Atmosphérique*, n° 171, p. 363-382.
- Roussel I. (2014). Épisode de pollution par les particules au mois de mars 2014. *Pollution atmosphérique*, n° 221. [En ligne] : <http://odel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=4365>
- Rozec V, Dubois N, Maramotti I, Skoda-Schmoll C (sous la direction de Roussel I. & Moch, A). (2005). Représentations et attitudes à l'égard de la qualité de l'air chez les volontaires « sentinelles ». Convention ANSES, février, 273 p.
- Scarwell H. (2015). Élaboration et signification des normes : une tendance à la simplification d'une réalité plus complexe ? *Pollution atmosphérique*, n° spécial sur les pointes.
- Vazeilles I. (2003). La pollution atmosphérique : d'une controverse scientifique à une décision politique. Thèse soutenue à Paris en novembre.
- Vlassopoulou C. (1999). La lutte contre la pollution atmosphérique en France et en Grèce. Définitions des problèmes publics et changement de politique. Thèse pour le Doctorat de Sciences politiques, université Paris II.
- Zmirou D. (2014). Pollution atmosphérique, sources urbaines et santé : un lien documenté de manière de plus en plus précise, *Pollution atmosphérique*, n° spécial, p. 97-106.