

Pollution atmosphérique

ISSN : 2268-3798

Éditeur : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique

221 | 2014

Varia

Épisode de pollution par les particules au mois de mars 2014

Isabelle Roussel

 <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/4365>

DOI : 10.4267/pollution-atmospherique.4365

Référence électronique

Isabelle Roussel, « Épisode de pollution par les particules au mois de mars 2014 », *Pollution atmosphérique* [En ligne], 221 | 2014, mis en ligne le 17 avril 2014, consulté le 28 février 2026. URL : <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/4365>

Droits d'auteur

CC-BY

Épisode de pollution par les particules au mois de mars 2014

Isabelle Roussel

PLAN

1. Plusieurs remarques préliminaires s'imposent

2. La complexité de la pollution urbaine mesurée

Conclusion : quels enseignements la pollution peut-elle apporter dans ce nouveau contexte postélectoral ?

TEXTE



- 1 Le mois de mars 2014 a été l'occasion d'un épisode de pollution par les particules d'une ampleur et d'une durée rares en dépit des niveaux souvent élevés que l'on peut observer à cette époque de l'année. Au même moment, l'OMS revoyait très fortement à la hausse – en les multipliant par deux, à sept millions de décès par an, soit 6,5 % des décès – les chiffres de l'impact sanitaire mondial de la pollution atmosphérique. Cette réévaluation faisait suite aux décisions récentes de l'OMS de classer les émissions diesel, puis quelques mois plus tard la pollution de l'air elle-même, comme cancérogènes

certaines. Cette situation et ces données nouvelles sont intervenues en pleine campagne électorale en France, dans un contexte d'effervescence politique et médiatique. Elles ont eu un impact très important dans les médias, et offert des éléments très significatifs pour faire apparaître les contradictions et les faiblesses des politiques en matière de qualité de l'air. On peut rappeler à ce propos que les niveaux élevés de pollution par les particules font l'objet d'un contentieux européen, et que la qualité de l'air apparaît, de façon croissante, constituer un enjeu de santé publique reconnu par les instances publiques, et une préoccupation pour les élus municipaux ou dans le cadre nouveau des agglomérations. Les chiffres avancés par l'OMS doivent-ils pour autant justifier l'agitation fébrile qui s'est emparée des médias dans un contexte électoral plutôt tendu dans les grandes agglomérations ? La qualité de l'air représente un vrai sujet de santé publique et d'interrogation pour ceux qui souhaitent prendre en main la gouvernance de ces villes.

1. Plusieurs remarques préliminaires s'imposent

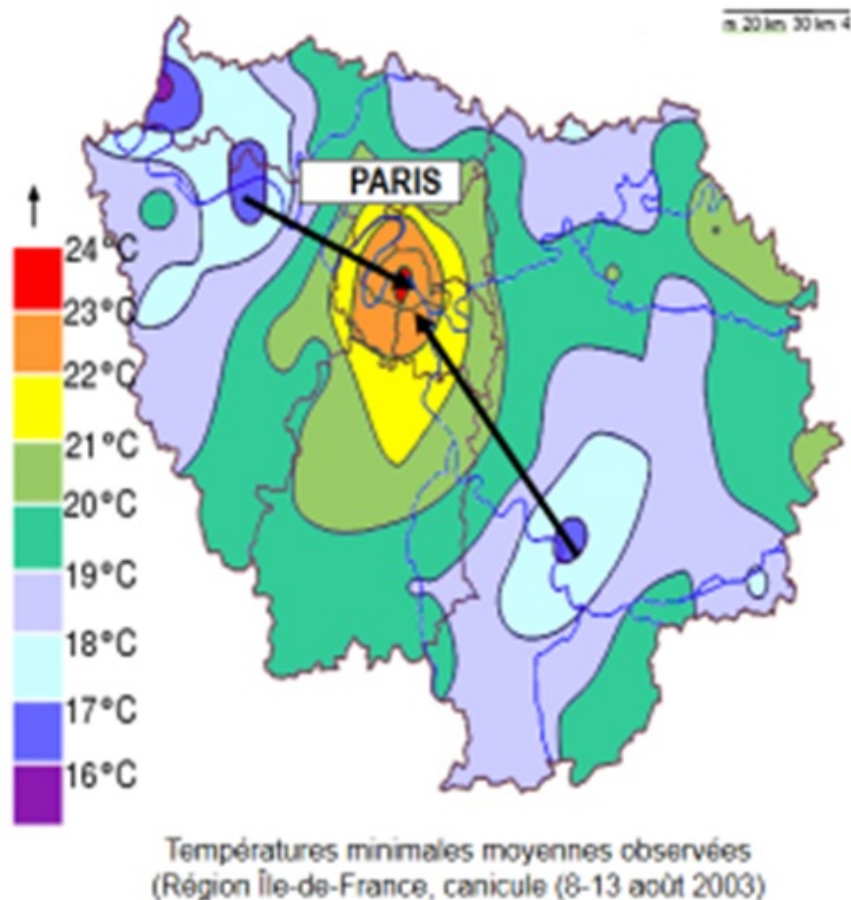
- 2 Il est essentiel de bien distinguer :
- 3 - les émissions, qui représentent les sources de pollution ;
- 4 - les niveaux de concentration dans l'air ambiant, qui peuvent résulter de nombreuses sources et de transformations des polluants au sein de l'atmosphère ;
- 5 - l'exposition, qui représente la quantité de polluant respirée par un individu dans les différents lieux traversés.
- 6 Les millions de morts attribuables, selon l'OMS, à la pollution atmosphérique correspondent à l'exposition des populations à une pollution de fond qui s'exerce aussi bien à l'intérieur des maisons qu'à l'extérieur ; or les pointes qui ont tant préoccupé les citoyens correspondaient à une exposition éphémère liée à la pollution de l'air ambiant, dont on ne sait pas précisément à quel niveau elle impacte l'air intérieur.

- 7 Les chiffres donnés par l'OMS intègrent à la fois la pollution extérieure et intérieure, cette dernière réévaluée à plus de 4,3 millions de décès annuels contre 1,9 million dans le précédent rapport de 2008. Les conditions désastreuses du chauffage et de la cuisson dans les pays en voie de développement expliquent ces chiffres et leur impact sur l'espérance de vie, puisque la santé des femmes qui font la cuisine avec les enfants à proximité est fragilisée, de même que celle des enfants en bas âge à l'appareil respiratoire fragile. C'est ainsi que la pollution à l'intérieur des locaux arrive en tête des facteurs de décès dans les pays en voie de développement. Il ne faut pas oublier non plus, en dépit des nombreux efforts effectués, l'impact de la fumée de tabac dans les logements des pays développés.
- 8 Ces chiffres indiquent également l'extraordinaire inégalité de la population mondiale devant ce phénomène : 472 000 morts par an sont attribuables à la pollution de l'air dans les pays au niveau de revenu élevé, 679 000 morts en Afrique, 2 275 000 en Asie du SE et 2 817 000 dans les pays du Pacifique occidental.
- 9 Certes les crises d'asthme et les bronchiolites progressent dans nos pays développés, mais les efforts pour contenir les émissions et la qualité de l'offre de soin expliquent la plus faible mortalité, même si les inégalités persistent : terrain génétique favorable aux allergies, logement plus vaste et plus salubre, suivi médical... autant de facteurs qui contribuent à favoriser l'inégale répartition des asthmatiques au sein de la population.
- 10 Les pointes de pollution, d'après le rapport du HCSP¹, ont une incidence sanitaire inférieure à celle de l'exposition chronique à la pollution de l'air. En tout état de cause, ce rapport stipule que l'écêtement des pointes n'est pas en mesure d'apporter une solution durable à ce problème de santé publique.
- 11 Néanmoins, en cette période électorale, ces pics de pollution ont pu donner quelques orientations pour les futurs élus qui se trouvent devant une situation complexe à gérer s'ils veulent inscrire dans leur programme électoral la baisse des niveaux de pollution. Cependant, seules des actions de fond, entreprises dans de multiples domaines et sur une large échelle, pourront améliorer la qualité de l'air.

2. La complexité de la pollution urbaine mesurée

12 Tout d'abord, il convient de ne pas oublier le lien entre la pollution atmosphérique et les situations topoclimatiques. L'aléa climatique n'est cependant pas seul en cause, la maîtrise des sources s'impose. Mais celles-ci sont nombreuses, complexes : primaires ou secondaires et souvent exogènes. C'est-à-dire que focaliser l'attention sur une source locale, par exemple la pollution liée aux véhicules diesel en ville, ne peut en aucun cas résoudre le problème de fond de la qualité de l'air en ville.

13 **L'importance des conditions topoclimatiques :**

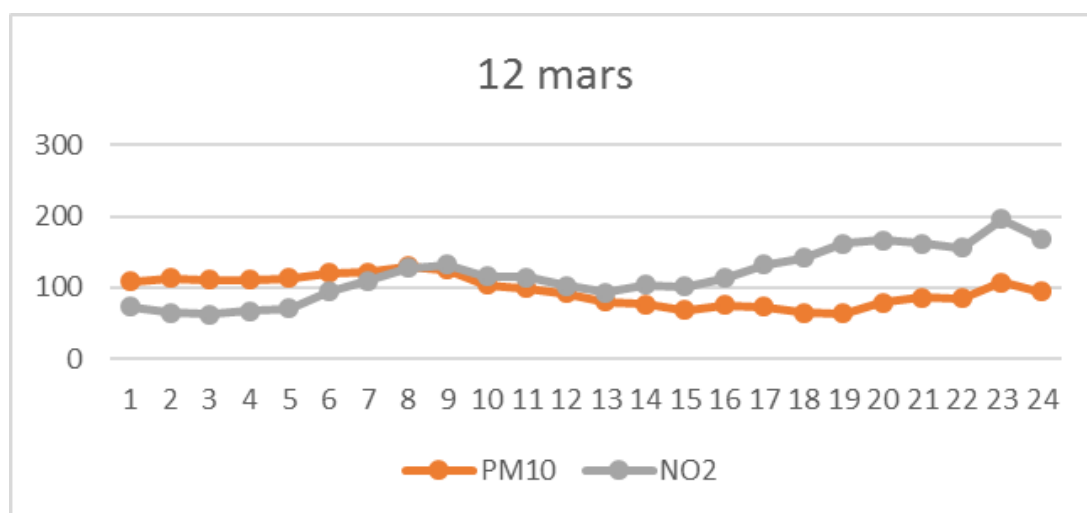


14 Figure 1. L'îlot de chaleur parisien à la lumière de la carte de la répartition des températures, réalisée à la faveur de la canicule de l'année

2003 dans le cadre de l'étude Epicea.

Les villes situées au centre d'une cuvette, comme Lyon ou Genève ou même Strasbourg et Paris, à une échelle plus large, sont soumises à une convergence des polluants locaux ; ce mouvement est d'autant plus accentué que le phénomène de l'îlot de chaleur, en générant un différentiel de plusieurs degrés entre le centre de la ville et la campagne voisine, surtout par les nuits claires et fraîches, suscite des brises thermiques qui convergent vers le centre-ville. L'exemple du mois d'août 2003 est représentatif de ces brises issues d'une différence de température, pouvant aller jusqu'à 5 °C, mesurée au cours d'une de ces soirées de l'été 2013 (figure 1).

Cependant, quelle que soit la disposition topographique, la pollution urbaine est liée à la présence des inversions de température qui, en jouant le rôle d'un couvercle, empêche la dispersion des polluants qui sont alors concentrés dans les basses couches de l'atmosphère. La figure 2 montre combien les niveaux élevés de particules et d'oxydes d'azote se sont maintenus durant la nuit.



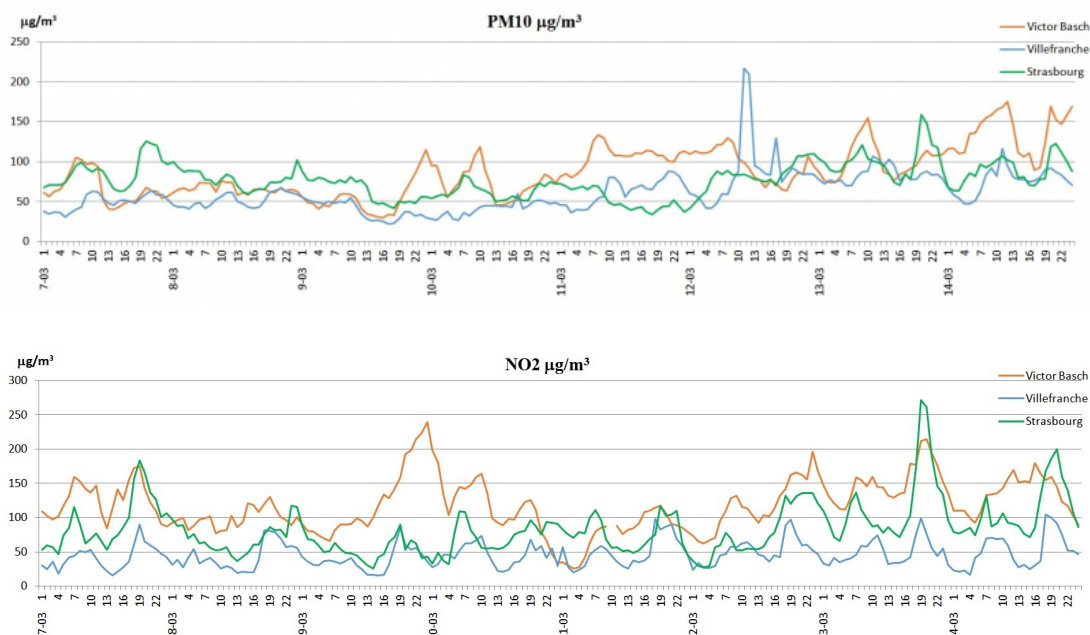
15 Figure 2. Évolution horaire des particules et des oxydes d'azote dans une station située à proximité du trafic parisien (Victor Basch) (source : Airparif).

La persistance, plusieurs jours de suite, de ce type de situation peut se traduire par une accumulation de polluants au niveau du sol. Le type de temps printanier de ces jours derniers avec des nuits encore très fraîches

est favorable à l'occurrence de ces inversions nocturnes dites « de rayonnement ». Alors que les émissions liées aux activités humaines ont surtout lieu au cours de la journée, leur dispersion nocturne est bloquée, et les niveaux de concentrations observés restent élevés pendant la soirée, la nuit et le début de matinée. La dispersion possible pendant les heures chaudes de la journée n'est pas suffisante pour éviter un phénomène d'accumulation, très visible aussi bien à Paris qu'à Villefranche-sur-Saône au cours de la journée du 12 mars (figure 3) qui s'est caractérisée par une augmentation régulière des concentrations, effaçant ainsi la répartition journalière classique de la pollution présentant deux pointes liées au trafic automobile.

Quels sont les polluants accumulés sous ces inversions thermiques printanières ?

- 16 Les niveaux élevés d'oxydes d'azote, relevés à la station Victor Basch à Paris (figure 3), sont essentiellement liés au trafic automobile. Compte tenu de la composition du parc automobile parisien avec une forte proportion de véhicules diesel, Airparif a pu démontrer que, sur une période de vingt ans², les niveaux moyens de dioxyde d'azote n'avaient pas diminué car les véhicules diesel équipés d'un filtre à particules ont tendance à émettre plus d'oxydes d'azote : « Malgré à la fois la modernisation du parc diesel (présence de véhicules de normes Euro 4 et Euro 5) et la baisse globale de volume de trafic, l'augmentation des émissions de NOx liées aux VP diesel (17 %) est engendrée par l'accroissement important des VP diesel dans le parc circulant à Paris », (Fabrice Joly³, 2012).



17 Figure 3. Évolution des niveaux horaires de PM₁₀ et de NO₂ à Paris (station Victor Basch), à Strasbourg (station Clémenceau) et à Villefranche-sur-Saône, entre le 7 et le 14 mars 2014 (sources : ASPA, Airparif et Air-Rhône-Alpes).

La comparaison de l'évolution de la concentration horaire du NO₂ à Paris, à Villefranche-sur-Saône et à Strasbourg fait apparaître des similitudes avec l'apparition de pointes liées au trafic, celui-ci étant plus important à Paris qu'à Strasbourg ou à Villefranche-sur-Saône. Cependant, dans ces trois villes, la situation météorologique impose une concentration des polluants tout au long de la journée, la dilution diurne est faible et l'accumulation est maximale en début de nuit lorsque l'inversion s'est à nouveau formée à une basse altitude. En revanche, l'évolution des niveaux de particules ne suit pas la même courbe, ce qui suggère une contribution qui ne serait pas liée directement au trafic automobile. Les niveaux de particules mesurés à Villefranche-sur-Saône sont du même ordre de grandeur que les niveaux strasbourgeois. Néanmoins, la situation anticyclonique s'est installée plus tôt à Strasbourg, ce qui a permis l'accumulation plus précoce de particules. Le beau temps permet une dispersion en milieu de journée plus marquée à Paris les 13 et 14 mars.

- 18 La circulation automobile, quel que soit le type de véhicules, contribue de manière indéniable à l'augmentation des niveaux de pollution à Paris et dans le centre des agglomérations. La question de la motorisation diesel, avec ses impacts économiques et ses incidences sur la balance commerciale française, a déjà été évoquée dans un précédent numéro⁴(I. Roussel et L. Charles, 2013).
- 19 Cependant, la circulation automobile n'est pas seule responsable de la pollution observée même si la part attribuable au trafic routier augmente au fur et à mesure à proximité des axes principaux.
- 20 Cette période printanière, avec des températures clémentes dans la journée mais encore fraîches au cours de la nuit, est tout à fait favorable à l'utilisation de chauffages d'appoint puisqu'un chauffage en continu ne s'impose pas au cours de ces belles journées ensoleillées. Une flambée dans la soirée permet de réchauffer suffisamment la maison. Or les statistiques sur les modes de chauffage utilisés en appoint font défaut, mais on peut supposer que les cheminées et les poêles à bois sont encore largement mis à contribution, surtout dans les zones rurales dans lesquelles le bois est facilement disponible. Des analyses ultérieures sur la nature des particules pourront sans doute préciser quelle a été la contribution du chauffage au bois au cours de cet épisode pollué⁵.
- 21 Ce début de printemps correspond à la période de reprise de l'activité pollinique, et le récent rapport de l'ANSES (2014) rappelle la synergie, très pénalisante pour les personnes sensibles, qui existe entre l'activité allergisante des pollens et les particules contenues dans l'atmosphère : « La pollution chimique peut agir en tant que facteur inducteur de la réaction allergique par l'irritation des voies respiratoires. La plupart des polluants abaisse le seuil de réactivité bronchique et accentue l'irritation des muqueuses nasales ou oculaires. Ces phénomènes irritatifs s'ajoutent alors aux effets de l'allergie pollinique ».
- 22 Les analyses effectuées par le LSCE au cours de cette période montrent l'origine hétérogène et complexe des particules mesurées au cours de cette période.
- 23 En effet, les particules ne sont pas homogènes, elles représentent un ensemble beaucoup plus complexe qu'une molécule de gaz.

- 24 Une fraction de ces particules peut être directement émise dans l'atmosphère par un mécanisme de combustion souvent incomplet. Le carbone suie ainsi émis dans l'atmosphère, aussi bien par les voitures que par le chauffage, est de petite taille et peut ainsi se loger assez profondément dans l'appareil respiratoire, voire même franchir la barrière des organes et diffuser dans les artères, le cœur, le rein, le cerveau, etc.
- 25 15 % de ces particules fines sont émises directement dans l'atmosphère par la combustion de biomasse (chauffage au bois et brûlage de déchets verts), et 11 % correspondent à des émissions directes de particules liées aux gaz d'échappement des voitures. Cette proportion est sûrement beaucoup plus élevée au cœur de Paris.
- 26 Les épidémiologistes, à travers des études de plus en plus nombreuses, identifient les effets sanitaires du carbone suie qui peut être considéré comme un polluant indicateur de la pollution urbaine (Festy⁶, 2012). Ces particules fines, voire ultrafines, d'origine anthropique présentent une action sanitaire tout à fait néfaste, surtout sur le long terme, en s'accumulant dans différents organes.

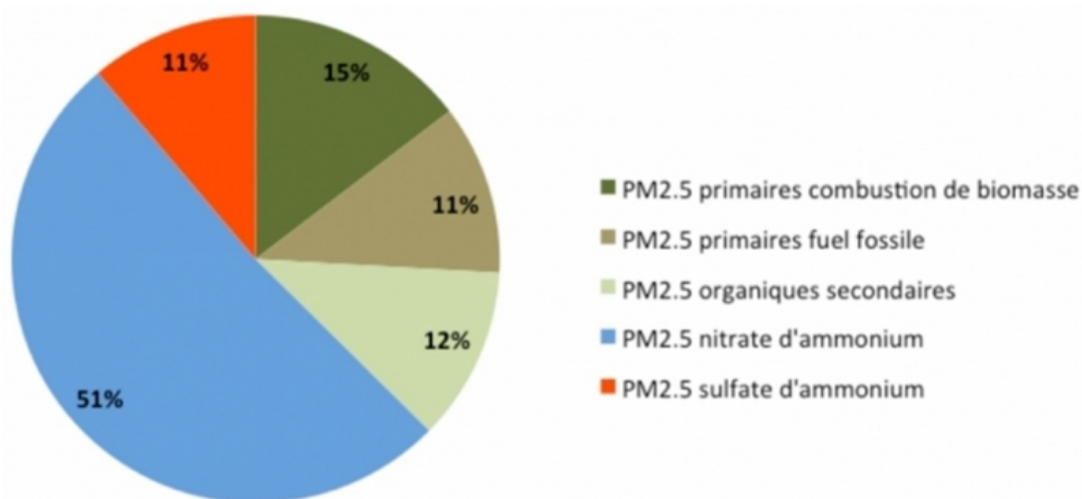
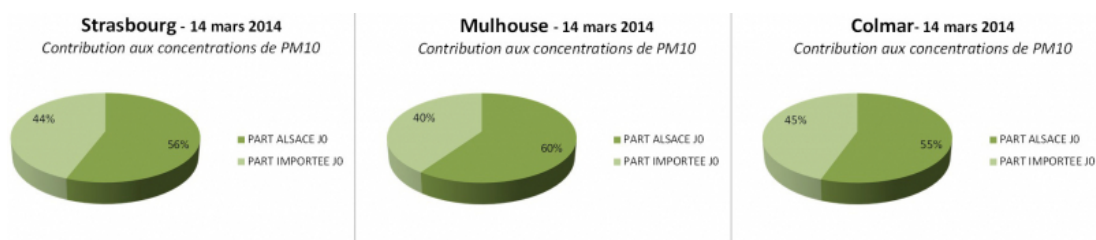


Figure 4. Répartition moyenne des particules fines, dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 2.5 microns, mesurée au SIRTA, en fonction de leur nature et de leurs sources d'émission (données du 07/03/2014 au 15/03/2014 à 11 heures ; source LSCE & INERIS).

- 27 Une autre fraction de ces particules est issue de transformations chimiques au sein de l'atmosphère, ce sont des **parti-**

cules secondaires qui ne sont pas émises directement dans l'atmosphère mais formées à partir de gaz précurseurs comme les oxydes d'azote venant des transports, l'ammoniac issu des activités agricoles et les Composés Organiques Volatils (COV).

- 28 Les analyses effectuées en périphérie de l'agglomération parisienne⁷ montrent, pour les PM_{2.5}, la prédominance des nitrates et des sulfates d'ammonium formés dans l'atmosphère à partir d'ammoniac, et d'oxyde d'azote, sous l'action de la photochimie. La présence d'ammoniac correspond à une reprise de l'activité agricole en ce début de printemps, saison favorable aux épandages.
- 29 12 % de ces particules fines sont formées par des composés organiques secondaires, générés dans l'atmosphère à partir de précurseurs gazeux comme les COV.
- 30 En Alsace, la part de ces particules secondaires a été évaluée à 50 % environ. D'un point de vue sanitaire, les effets de ces particules secondaires sont moins bien renseignés que ceux liés au carbone suie.
- 31 Les niveaux de particules mesurés intègrent donc des particules d'origines différentes émises ou transformées localement, ou transportées à la faveur des mouvements de l'atmosphère même aussi faibles que ceux qui ont été observés au cours de ces journées polluées caractérisées par un vent synoptique faible. La contribution à la pollution mesurée peut avoir une origine périphérique et être véhiculée à la faveur des brises de campagnes. Ces brises, éventuellement renforcées par le vent synoptique, peuvent entraîner vers la ville une pollution plus lointaine d'origine agricole. Avec un effet urbain sans doute moins fort qu'à Paris, la pollution de Villefranche-sur-Saône est influencée par des sources exogènes : chauffage au bois dans les zones périphériques ou influence des épandages agricoles venant des zones voisines ou plus éloignées.
- 32 L'hétérogénéité des particules peut entraîner des effets synergiques à l'image des interactions observées entre les pollens et les particules.



33 Figure 5. La contribution des particules exogènes au niveau de PM mesuré dans trois villes alsaciennes (source : ASPA).

La part des particules importées a été calculée par l'ASPA pour les trois grandes villes alsaciennes. La part des phénomènes advectifs est plus faible que la pollution locale mais suffisamment importante pour que les efforts effectués pour maîtriser les sources de la pollution urbaine ne soient pas récompensés à leur juste valeur. L'atmosphère et ses mouvements jouent un grand rôle, ce qui permet de souligner la composante à la fois physique et humaine de l'environnement urbain.

Conclusion : quels enseignements la pollution peut-elle apporter dans ce nouveau contexte postélectoral ?

- 34 Afficher la maîtrise de la pollution dans un programme électoral est un engagement compliqué à mettre en œuvre. Comme l'adaptation au changement climatique, la maîtrise de la qualité de l'air doit être itérative et systématique. Il s'agit d'initier des projets qui interrogent des échelles spatio-temporelles imbriquées.
- 35 **La pollution urbaine ne s'arrête pas aux frontières de la ville**, elle se gère sur un large périmètre qui intègre la ville-centre et les périphéries. C'est au prix d'une assiette spatiale large (l'intercommunalité, l'agglomération) que l'amélioration de la qualité de l'air peut se traduire par un véritable bénéfice de santé publique pour tous. Sans cette vision large, les périurbains utilisant leur voiture risquent d'être

stigmatisés et pénalisés pour la protection des populations aisées du centre-ville. Pour cela, il faut trouver des solutions alternatives en sachant que la voiture restera incontournable pour certains déplacements avec de jeunes enfants ou en dehors des horaires de travail. Les pratiques doivent donc évoluer vers les modes doux et le covoiturage mais surtout, les véhicules doivent être adaptés à la ville : électriques, hybrides... D'autres réflexions sont en cours sur la mobilité urbaine pour contribuer à la construction de la ville durable qui restera un lieu d'échange, de mouvement et de convivialité.

36 **La pollution urbaine ne s'arrête pas à l'entrée des maisons.** La qualité de l'air intérieur détient une large responsabilité dans l'exposition des individus qui passent, en moyenne, plus de 80 % de leur temps dans des locaux fermés. Certes, l'air extérieur pénètre dans les maisons, ce qui pose la question de l'étanchéité qui, sans une ventilation adaptée, peut générer un confinement préjudiciable au bien-être et à la santé des habitants. Là encore, les échelles spatiales sont interpénétrées puisque l'air de l'habitat ne peut pas être géré sans référence à une politique de maîtrise du climat. Le chauffage au bois bénéfique pour le climat global ne peut pas être nocif pour l'habitant ou pour le citoyen. Les politiques sont ainsi astreintes à une certaine cohérence. Est-ce que le poids des conditions météorologiques et saisonnières analysées ci-dessus peut être mis en relation avec la douceur exceptionnelle de l'hiver ? Selon Météo-France, la température moyenne de cet hiver est de 7,5 °C à l'échelle de la France, et c'est la longueur de la période de douceur qui est remarquable. À Paris, il faut remonter à 1988 pour retrouver une période sans gel entre la mi-décembre et la mi-février.

37 Le sujet de la qualité de l'air en ville n'est pas un sujet adapté aux campagnes électorales, c'est une question cruciale qui se pense dans la durée, à plusieurs niveaux de décisions, loin du feu de paille médiatique suscité par les pointes, et loin de toutes les querelles de pouvoir institutionnel et sectoriel. C'est l'ensemble du système de la ville (transport, communication, logement, santé...) qui est ainsi interrogé, et c'est le début d'un mandat municipal qui est propice pour bâtir un schéma cohérent qui sera celui de la ville de demain, sobre et saine, dans laquelle il fera bon vivre, aussi bien au centre qu'en périphérie.

- 38 La médiatisation vécue vaut mieux que le silence des médias anglais alors que l'Angleterre était soumise à des niveaux de pollution analogues à condition qu'elle dépasse le stade de l'agitation médiatique pour mobiliser des actions durables.

BIBLIOGRAPHIE

- Aymoz G., Godefroy F. 2008. Caractérisation chimique des particules : métrologie des particules PM₁₀ et PM_{2.5}, INERIS DRC-08-94285-15186A.
- Favez O., El Haddad I., Christine P et al. 2010. Inter-comparison of source apportionment models for the estimation of wood burning aerosols during wintertime in an Alpine city (Grenoble, France). *Atmos. Chem. And Phys.*, n° 10, p. 5295-5314.
- Piotj C., Besombes L., Jaffrezo J.-L. et al. 2012. Particul'Air : étude interrégionale de la pollution particulaire en zone rurale, *Pollution atmosphérique*, numéro spécial, novembre, p.183-188.
- Favez O., Petit J.-E., Bessagnet B. et al. 2012. Caractéristiques et origines principales des épisodes de pollution hivernauxaux PM₁₀ en France, *Pollution atmosphérique*, numéro spécial, novembre, p. 163-182.

NOTES

- 1 Haut Conseil de la Santé Publique (<http://www.hcsp.fr/>).
- 2 http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/communiqu%C3%A9_presse_pdp_130703.pdf
- 3 Fabrice Joly, Cécile Honoré, Olivier Perrussel, Pierre Pernot, Fabrice Dugay, Frédéric Mahé et Anne Kauffmann « Évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 », *Pollution atmosphérique* [En ligne], n° 220, mis à jour le : 20/01/2014, URL : <http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=2535>.
- 4 Isabelle Roussel et Lionel Charles. (2013). « Les carburants : essence, gasoil, éthanol ? Carburants, transports, santé en France : quelle cohérence ? », *Pollution atmosphérique* [En ligne], n° 217, mis à jour le : 18/04/2013, URL : <http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=783>.

5 La nature et l'origine des particules fines observées sur la région Ile-de-France sont analysées par le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) sur le plateau de Saclay ("supersite" atmosphérique Sirta de l'Institut Pierre-Simon Laplace).

6 Festy B, Le Moullec Y. (2012). Le carbone-suie (ou BC) des particules atmosphériques peut-il constituer un indicateur sanitaire additionnel aux particules fines :
http://www.appa.asso.fr/_docs/1/fckeditor/file/Revues/PollutionAtmospherique/Hors-serie-particules-novembre-2012/p--%20Festy.pdf

7 Source : <http://www.notre-planete.info/actualites/3976-origine-particules-pollution-IDF>

AUTEUR

Isabelle Roussel