

Éditorial

Isabelle MOMAS⁽¹⁾, Gilles BERGAMETTI⁽²⁾

La matière atmosphérique particulaire est constituée d'un mélange complexe de composés solides et aqueux injectés, soit directement dans l'atmosphère sous forme condensée, soit formés au sein du réservoir atmosphérique suite à la transformation de précurseurs gazeux. Seulement 15 % (en masse) de ces particules ont une origine anthropique. Néanmoins, compte tenu de leur taille, en moyenne plus petite que celle des particules naturelles, et de leur composition chimique particulière (sulfates, métaux, suies, matière organique variée...) celles-ci ont des effets importants, notamment sur le climat et la santé.

Ainsi, ces particules interagissent pendant leur séjour dans l'atmosphère avec les rayonnements solaire et tellurique modifiant le bilan radiatif terrestre. Majoritairement, ces particules rétrodiffusent vers l'espace une partie du rayonnement solaire et ont donc plutôt un effet refroidissant. Néanmoins, certaines d'entre elles, comme celles constituées de carbone-suie, ont la capacité d'absorber les rayonnements et donc de réchauffer les couches atmosphériques dans lesquelles elles se trouvent. Par ailleurs, ces particules, en particulier celles ayant des propriétés *ad hoc* en termes de taille et d'hygroscopicité vont affecter la taille des gouttelettes nuageuses, modifiant leurs propriétés optiques et leur durée de vie. Au cours des vingt dernières années, de nombreuses campagnes de mesures internationales ont été menées dans divers milieux, de nouveaux outils d'observation embarqués sur satellite ont été déployés, des modèles climatiques de plus en plus sophistiqués ont été développés pour tenter de comprendre et quantifier plus précisément l'effet de ces particules sur le climat. Malgré des avancées certaines dans de nombreux domaines, force est de constater que les aérosols restent encore une des sources majeures d'incertitudes concernant l'évolution future du climat.

Les modèles de qualité de l'air ont également fortement progressé ces dernières années, au point de fournir pour un certain nombre de polluants-cibles des prévisions à court terme très fiables. Pour les particules, des améliorations doivent encore être apportées aux modèles numériques, notamment pour mieux prendre en compte certaines sources et mieux reproduire la formation des aérosols organiques secondaires. En effet, aujourd'hui encore, près de la moitié de la matière particulaire organique est mal simulée et sa spéciation demeure très mal connue. De même, l'identification, et plus encore la quantification de la contribution des différentes sources anthropiques et naturelles aux concentrations particulières atmosphériques, constituent toujours un vrai challenge.

En effet, si au cours du temps de nouveaux traceurs de source sont apparus et ont prouvé leur efficacité, les profils d'émission de nombreuses sources restent mal caractérisés.

L'impact sanitaire des particules dépend de leur granulométrie et de leur composition chimique. Si les particules les plus grosses (PM_{10} dont le diamètre aérodynamique médian est inférieur à 10 microns) sont retenues par les voies aériennes supérieures, les particules les plus fines ($PM_{2.5}$ et PM_{1}) pénètrent profondément dans les poumons et sont potentiellement les plus toxiques. À l'origine de phénomènes inflammatoires et de stress oxydatif, elles peuvent aussi présenter des propriétés mutagènes et cancérogènes ; c'est notamment le cas des particules émises par les moteurs diesel que le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'Organisation mondiale de la santé vient de classer, en juin 2012, parmi les cancérogènes certains pour l'homme.

Une abondante littérature épidémiologique incrimine les particules. Les études écologiques relient les covariations temporelles, d'une part, des concentrations ambiantes quotidiennes en PM_{10} ou $PM_{2.5}$ et, d'autre part, des effectifs journaliers de décès cardiopulmonaires, d'admissions hospitalières aux urgences, etc. Les études individuelles associent exposition aux particules et exacerbation voire survenue d'asthme, de symptômes respiratoires et réduction des performances ventilatoires. Ces travaux servent de base aux évaluations d'impact en termes de mortalité, d'espérance de vie, de morbidité et de dépenses de santé.

En dépit d'une indéniable avancée des connaissances, de nombreuses questions subsistent. Les mécanismes biologiques ne sont pas complètement élucidés. Les effets à long terme méritent d'être précisés. L'estimation de l'exposition humaine à ces particules reste mal documentée. Or il faut absolument mieux quantifier et caractériser cette exposition aux particules, notamment aux PM_{1} et à leurs constituants (carbone-suie...) pour mieux tenir compte des disparités spatiales et temporelles. La fiabilité des relations doses-réponses, ainsi que de l'évaluation de l'impact sanitaire et des coûts associés en dépend. Enfin, clarifier la contribution des particules à l'impact sanitaire des multi-expositions est le prochain défi à relever.

Face aux enjeux sanitaires, environnementaux et climatiques des particules, l'amélioration des connaissances passe par la mobilisation des communautés scientifiques de chimie atmosphérique, toxicologie, épidémiologie, économie... sur de vastes programmes collaboratifs.

(1) Université Paris-Descartes.

(2) Institut National des Sciences de l'Univers INSU.