

Poussières (PM₁₀ et PM_{2,5})

Sources d'exposition dans l'environnement

Les poussières (ou particules en général) sont classiquement présentes dans l'environnement, les sources d'exposition étant multiples. Les poussières atmosphériques ne représentent pas un polluant en tant que tel mais plutôt un amalgame de nombreux sous-groupes comprenant chacun des composés différents. Les particules se définissent avant tout suivant leur taille granulométrique ; de manière générale, les grosses particules sont formées par broyage et abrasion des surfaces et entrent en suspension dans l'atmosphère sous l'effet du vent mais aussi des activités anthropiques telles que l'activité minière et l'agriculture. Dans cette catégorie entrent également les particules d'origine biologique (spores fongiques, pollen, fragments d'insectes ou de plantes). Ces particules ont un diamètre compris entre 2,5 et 10 µm (PM₁₀), voire plus important.

Les fines particules (de diamètre inférieur à 2,5 µm ou PM_{2,5}) proviennent soit de la combustion de matériaux qui ont été vaporisés puis condensé à nouveau (particules primaires), soit de gaz précurseurs réagissant avec l'atmosphère (particules secondaires). Les nouvelles particules formées sont susceptibles de grossir par agglomération d'autres particules ou condensation de gaz à leur surface (matières adsorbées).

Les composés majoritaires de cette dernière catégorie sont les sulfates, les acides forts, l'ammonium, le nitrate, les composés organiques, les éléments rares (métaux), le carbone et l'eau. Elles sont donc de composition très variable. Leurs sources d'émission principales sont les centrales électriques et thermiques fonctionnant à l'énergie fossile, l'industrie et le trafic routier, la combustion de végétaux, la métallurgie. Ces sources sont donc très diverses et peu spécifiques. Ces particules peuvent rester en suspension de plusieurs jours à plusieurs semaines et être transportées sur de longues distances à l'inverse des particules plus grosses qui se déposent plus rapidement par gravitation.

Modalités d'absorption

En ce qui concerne les particules, la taille granulométrique constitue le facteur déterminant de l'absorption ; au regard des fines particules (PM_{2,5}), la principale voie d'exposition est la voie respiratoire inférieure. Par contre, les particules de taille plus importante (PM₁₀) pénètrent mal dans les bronchioles les plus fines du système respiratoire : elles se retrouvent généralement précipitées dans l'oropharynx (40 %) puis elles sont dégluties pour être absorbées.

Les effets biologiques des particules, et par conséquent sur la santé humaine, sont de manière globale de trois ordres : des effets immunotoxiques (dont certains allergiques), des effets génotoxiques (dont certains cancérigènes) et des réactions inflammatoires non spécifiques. Il est toutefois certain que la nature de ces effets est à mettre en relation avec les différents composés en présence sous forme particulaire.

Effets non cancérigènes

En ce qui concerne les effets à court terme d'une exposition par inhalation, les données ne sont pas suffisantes aujourd'hui pour décrire précisément les phénomènes physiopathologiques à l'origine de l'agression de la muqueuse respiratoire du fait de la faible spécificité des effets.

Néanmoins, de nombreuses études épidémiologiques ont avancé des résultats concordants quant aux relations entre les concentrations atmosphériques de particules et des effets sanitaires à court terme tels que l'accroissement de la mortalité quotidienne, l'accroissement du recours aux soins pour pathologie respiratoire, exacerbation des crises d'asthme, dépression de la fonction pulmonaire [Momas 1993].

Concernant les effets à long terme, tels que la mortalité cardio-vasculaire, les études sont plus rares et concernent essentiellement une pollution urbaine de fond [Dockery 1993, Pope 1995].

De manière générale, les différentes études épidémiologiques tendent à montrer que les $PM_{2,5}$ restent les particules les plus préoccupantes en terme de santé publique.

Relations dose-réponse :

Les effets observés ne permettent pas de définir clairement de seuil critique : il n'existe donc pas de concentration de référence connue en deçà de laquelle le risque serait nul. Le risque sanitaire dans ces résultats est toujours collectif et exprimé en excès de risque par unité de concentration : par exemple, une augmentation de $0,01 \text{ mg/m}^3$ de la concentration atmosphérique des PM_{10} entraînerait 3% de crises d'asthme supplémentaires.

Les valeurs guides proposées représentent un compromis entre des objectifs de santé publique et ce qu'il est techniquement possible d'obtenir. L'EPA a fixé pour les PM_{10} une valeur de référence en moyenne journalière de $15 \cdot 10^{-2} \text{ mg/m}^3$. Pour les $PM_{2,5}$, elle définit des valeurs limites de $15 \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$ en moyenne annuelle et de $65 \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$ pour la moyenne sur 24 heures [EPA 1997].

D'un point de vue législatif, l'article R.221-1 du Code de l'Environnement définit des valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour les PM_{10} et pour les $PM_{2,5}$:

♦ PM_{10} :

- $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de trente-cinq fois par année civile ;
- $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en moyenne annuelle civile.

♦ $PM_{2,5}$:

- $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en moyenne annuelle civile, augmentés des marges de dépassement suivantes pour les années antérieures au 1^{er} janvier 2015 :
 - $3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en 2011,
 - $2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en 2012,
 - $1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en 2013 et 2014.

L'article R.221-1 du Code de l'Environnement définit également un objectif de qualité de $30 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en moyenne annuelle pour les PM_{10} et de $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ pour les $PM_{2,5}$.

Effets cancérigènes

Le risque cancérigène des particules est fortement lié aux constituants chimiques, notamment certains éléments minéraux particuliers, tels que le nickel, l'arsenic, le chrome et le cadmium, ainsi que des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Toutefois, l'approche épidémiologique se heurte ici à de nombreuses difficultés telles que la nécessité de reconstituer une exposition très ancienne, des risques souvent faibles et proches du seuil de détection, une sensibilité accrue aux facteurs de confusion. Des études épidémiologiques de cohorte ont d'ores et déjà réussi à démontrer une association entre concentration particulaire et cancers du poumon.

Références

SFSP. L'incinération des déchets et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation du risque. Société Française de Santé Publique – Collection Santé et Société 1999 ;7:368 pages.

EPA. Air Quality Criteria for Particulate Matter. Environmental Protection Agency, 1997. <http://www.epa.gov>.

Momas I. Pollution atmosphérique et mortalité : une synthèse des études épidémiologiques publiées entre 1980 et 1991. Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique 1993;41:30-43.

Chiron M. La pollution atmosphérique d'origine automobile et la santé publique. Pollution Atmosphérique 1997;153:41-55.

Dockery DW, Pope AC, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, Ferris BG, Speizer FE. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. New Engl J Med 1993;329:1753-1759.

Pope AC, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE, Heath CW. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. Am J Respir Care Med 1995;Vol 151:669-674.

Article R221-1 du Code de l'Environnement, modifié par le décret n°2007-397 du 22 mars 2007 relatif à la partie réglementaire du Code de l'Environnement.