

Distribution de HAP et du plomb en fonction de la dimension des particules atmosphériques

C.M.P. Favez et T. Vu Duc

Institut universitaire de médecine sociale et préventive (Dir.: Prof. A. Delachaux)
Centre de recherche sur l'environnement professionnel et les polluants chimiques (Dr M. Guillemin)
1052 Le Mont-sur-Lausanne

1. Introduction

Plusieurs études ont montré que la concentration des composants chimiques des poussières atmosphériques peut varier considérablement avec la dimension des particules qui constituent l'aérosol urbain (1)(2). La caractérisation de la taille de ces particules et de leurs compositions chimiques est importante pour identifier leurs sources et pour comprendre leurs effets sur la santé. La pénétration et la rétention des particules dans le système respiratoire dépend de leurs formes, tailles ou densités et on considère que les particules inférieures à 7 μm pénètrent dans les voies respiratoires et que celles inférieures au micron peuvent se déposer dans les alvéoles.

Notre institut s'est particulièrement intéressé à la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les poussières (3) et nous avons entrepris une étude de la distribution de ces HAP en fonction de la dimension et du site de prélèvement. Dans ce premier travail nous avons examiné les distributions des poussières, du plomb, du benzo(a)pyrène (BaP) (cancérogène potentiel) et du benzo(ghi)pérylène (BghiPER).

2. Partie expérimentale

Echantillonnage

Trois sites de prélèvement de la poussière en suspension ont été considérés: le site 1 en zone urbaine confinée avec trafic automobile important, le site 2 en zone urbaine bien ventilée à trafic intense en été seulement et le site 3 au premier sous-sol d'un garage parking souterrain. Les échantillons urbains ont été récoltés en juillet-août 1977 et février 1978, ceux du garage en novembre-décembre 1977. L'appareil de prélèvement est un impacteur en cascades à 5 étages Andersen 2000 Inc. qui s'adapte sur les échantillonneurs de forts volumes GMWL-Accu Vol. Cet assemblage permet un prélèvement des poussières à 1,2 m. du sol avec un débit de 33,98 m^3/h , ce qui fractionne l'échantillon en 5 domaines de dimensions aérodynamiques:

Etage 1	$\geq 7,0 \mu\text{m}$
Etage 2	3,3 - 7,0 μm
Etage 3	2,0 - 3,3 μm
Etage 4	1,1 - 2,0 μm
Etage 5	$< 1,1 \mu\text{m}$

Les particules s'impactent sur 4 filtres circulaires perforés et le filtre rectangulaire conventionnel de l'échantillonneur fonctionne comme dernier étage de filtration (back-up filter). Tous ces filtres sont conditionnés en vue de leur analyse gravimétrique et chimique, puis stockés au froid et à l'abri de la lumière.

Analyse

Après pesée, le 1/4 de chaque filtre (ou 1/8 du filtre rectangulaire) est découpé en morceaux d'environ 1 cm^2 , puis soumis à une agitation aux ultra-sons (Bransonic 55 kHz) dans de l'acide nitrique 0,1 N. Le plomb en solution est dosé par absorption atomique sans flamme. L'autre portion de filtre est extraite au Soxhlet (250 siphonnages) par du cyclohexane et l'extrait résultant purifié selon la méthode de Grimmer (4). Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont analysés par chromatographie liquide haute performance (HPLC).

3 Résultats et discussion

Présentation des résultats

La distribution des dimensions d'un aérosol est généralement représentée sous forme d'une relation entre masse cumulative de matière déposée et dimension des particules. Comme la plupart de la matière en suspension suit une distribution log-normale, on reporte sur du papier log-probabilité la valeur limite de séparation ECD (Effective Cut-Off Diameter) pour chaque étage en fonction de la masse cumulative inférieure ou égale à l'ECD de chaque étage (exprimée en pourcent). Ce mode de présentation permet d'obtenir: le diamètre correspondant à la masse moyenne des particules DMM, la déviation standard géométrique σ_G de la distribution ($\sigma_G = \text{diamètre à } 84,13\% / \text{diamètre à } 50\%$) et la concentration des particules pour n'importe quel domaine de dimensions. La figure 1 représente un exemple des distributions d'un aérosol prélevé dans un garage souterrain.

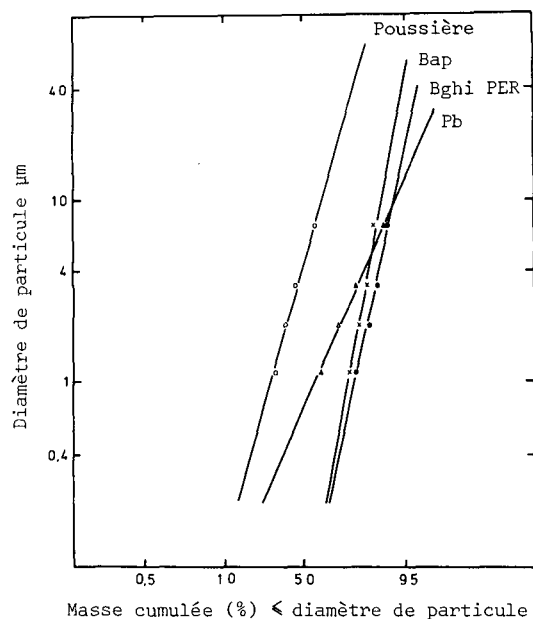


Figure 1

EXEMPLE D'ANALYSE DE DIMENSIONS POUR UN PRELEVEMENT DANS LE GARAGE PARKING SOUTERRAIN

Distribution des poussières et du plomb

Les concentrations moyennes de poussière en suspension et de plomb, ainsi que les paramètres de dimensions ont été reportées dans le tableau 1. Toutes les distributions examinées sont approximativement log-normales. En atmosphère extérieure il apparaît que la concentration en poussière atteint des valeurs assez élevées qui varient de 43 à 176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ suivant le site et la saison. Les variations de concentrations en plomb traduisent probablement les fluctuations de trafic; le diamètre moyen des particules de plomb (0,6 μm) est caractéristique d'une pollution automobile. Avec un diamètre proche de 0,6 μm (3 μm pour les poussières) on peut s'attendre à ce que 87 % du plomb (67 % des poussières) pénètrent dans le système respiratoire et que 60 % du plomb (30 % des poussières) atteignent les alvéoles. Les déviations standards géométriques observées indiquent une faible dispersion de l'aérosol. Toutes

Tableau 1

DIMENSIONS ET FRACTIONS RESPIRABLES DES POUSSIÈRES ET DES PARTICULES DE PLOMB POUR LES TROIS SITES (moyenne ± écart type)

Site	N	Conc. µg/m ³	DMM µm	σ _G	< 1,1 µm %	< 7 µm %
1 E	5 P	92±41	3,1±0,8	8,9±3,6	32±4	66±4
	5 Pb	0,9±0,5	0,6±0,1	8,9±1,3	63±3	87±2
1 H	3 P	176±30	4,8±2,9	10,8±3,8	30±10	60±15
	3 Pb	1,6±0,7	0,9±0,3	9,0±3,8	54±5	83±1
2 E	3 P	43±18	2,0±0,8	8,6±2,1	40±7	73±6
	3 Pb	0,7±0,4	0,4±0,1	10,2±1,0	68±2	89±2
2 H	3 P	114±30	2,6±0,1	7,8±1,0	34±1	69±2
	3 Pb	1,0±0,4	0,8±0,2	8,6±0,4	58±3	85±1
3 H	7 P	435±214	3,5±1,8	9,8±4,5	36±10	68±15
	7 Pb	17±8	0,6±0,1	6,7±1,8	63±5	91±4

N : nombre d'échantillons
 DMM : diamètre correspondant à la masse moyenne
 σ_G : déviation standard géométrique
 E : été, H : hiver
 P : poussière
 BaP : Benzo(a)pyrène Bghi : Benzo(ghi)pérylène

Tableau 2

DIMENSIONS ET FRACTIONS RESPIRABLES DES POUSSIÈRES CONTENANT DES HAP DANS LES TROIS SITES

Site	N	Conc. ng/m ³	DMM µm	σ _G	< 1,1 µm %	< 7 µm %
1 E	1 BaP	1,5	0,10	19	75	90
	Bghi	7,4	0,25	10	73	92
1 H	1 BaP	2,9	1,30	38	48	68
	Bghi	10,8	0,14	29	72	88
2 H	1 BaP	1,4	0,80	19	53	76
	Bghi	6,1	0,15	22	74	89
3 H	4 BaP	47	0,06	48	79	91
	Bghi	185	0,06	37	82	94

ces valeurs sont très proches des moyennes mesurées par Lee et coll.(1) pour plusieurs villes des Etats-Unis. Notons que les fortes concentrations détectées en atmosphère intérieure représentent des prélèvements effectués pendant plusieurs courtes périodes avec trafic relativement important. La nuit et certains dimanches les concentrations diminuent considérablement.

Distribution des HAP

Les résultats des mesures de HAP pour les différents sites sont rassemblés dans le tableau 2. Le petit nombre d'échantillons incite à considérer prudemment ces valeurs. Toutefois on constate que le DMM des particules associées aux HAP varie en fonction du site et de la saison, mais qu'il reste généralement inférieur à 1 µm. Ceci suggère que 70 à 80 % des HAP considérés pénètrent dans le système respiratoire et que 50 à 70 % atteignent les alvéoles. Ces valeurs sont très voisines de celles reportées pour d'autres villes (2)(5)(6) et pour d'autres HAP.

Conclusion

La source principale de pollution dans les zones

étudiées étant le trafic automobile, nos mesures tendent à montrer que la grande partie des particules émises par les véhicules à moteur se trouvent dans le domaine des très faibles dimensions.

Résumé

Une analyse de la nature et de la distribution des particules atmosphériques urbaines en fonction de leur diamètre aérodynamique a été entreprise pour différents sites. Les résultats montrent que 67 % des poussières, 87 % du plomb et 70 à 80 % des HAP pénètrent dans le système respiratoire.

Zusammenfassung

Verteilung der paKW und des Bleis in Luftpartikeln.

Eine Untersuchung der Zusammensetzung und der Verteilung der Luftpartikel je nach ihrem aerodynamischen Durchmesser wurde an verschiedenen städtischen Orten vorgenommen. Die Resultate zeigen, dass 67 % des Staubs, 87 % des Bleis und 70 bis 80 % des polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffs (paKW) eingeatmet werden.

Summary

Size distribution of PAH and lead in airborne particulate

An analysis of an atmospheric urban aerosol with regard to the nature and particle size distribution for different locations has been undertaken. Results indicate that 67 % of total suspended matter, 87 % of lead, and 70-80 % of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) penetrate the respiratory tracts.

Bibliographie

- (1) LEE R.E., Jr., GORANSON S. Environ.Sci.Technol. 6 1019 (1972) Ibid 6, 1025 (1972), Ibid 10, 1022 (1976)
- (2) PIERCE R.C. and KATZ M. Environ.Sci.Technol. 9, 347 (1975)
- (3) VU DUC T. et NEUKOMM S. Méd.Soc.Prév. 21, 126 (1976)
- (4) GRIMMER G., HILDEBRANDT A. and BÖHNKE H. Zbl.Bakt. Hyg.- O-Abt.Orig. B 158, 35 (1973)
- (5) KERTESZ-SARINGER M., MESZAROS E., VARKONYI T. Atmos.Environ. 5, 429 (1971)
- (6) ALBAGLI A., OJA H. and DUBOIS L. Environ.Letters 6, 241 (1974)

Adresse des auteurs

C.M.P. Favez Dr ès Sc., T. Vu Duc, Dr ès Sc., Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Centre de recherche sur l'environnement professionnel et les polluants chimiques, Route de la Clochette 1052 Le Mont-sur-Lausanne