MISE EN PLACE ET CARACTERISATION D'UN BANC DE GENERATION D'AEROSOLS DE FIBRES D'AMIANTE A PARTIR DE MPCA

S. Ritoux[1*], Ch. Motzkus[1], Ch. Ollivier[1], M. Draghi[1], D. Samri[1]

[1]Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 84 avenue Jean Jaurès – 77420 Champs sur Marne

*Courriel de l'orateur : sebastien.ritoux@cstb.fr

TITLE

Elaboration of an experimental device to produce airborne asbestos fibers from asbestos-containing products

RESUME

Dans le cadre de la prévention du risque amiante, les innovations et programmes de recherches sont régulièrement orientés vers des systèmes de détection voire mesure rapide de l'amiante.
La mise au point de tels systèmes constitue un enjeu pour la filière afin de sécuriser les travailleurs vis-à-vis de l'exposition à ces fibres minérales délétères. L'évaluation objective des performances de ces systèmes destinés à être déployés sur le terrain nécessitent de les confronter à des échantillons réalistes d'empoussièrement. C'est dans cette logique que le CSTB a développé un banc spécifique sécurisé permettant de produire des aérosols issus de sollicitations mécaniques de MPCA.

ABSTRACT

Within the framework of asbestos risk prevention, innovations and research programs are regularly oriented towards systems for the detection or rapid measurement of asbestos.
The development of such systems is a challenge for the industry in order to protect workers from exposure to these hasardous mineral fibers. The objective evaluation of the performance of these systems, intended to be deployed in the field, requires to confront them with realistic dust samples. In this aim the CSTB has developed a specific secured bench allowing to produce aerosols resulting from mechanical solicitations of asbestos-containing materials.

MOTS-CLÉS : amiante, fibres, MPCA aerosol, empoussièrement réaliste, sollicitations mécaniques / **KEYWORDS:** asbestos containing products, fibers, aerosol, realistic dusting, mechanical stress

1. INTRODUCTION

La présence d'amiante dans les bâtiments construits avant 1997 et le caractère cancérogène avéré de ce matériau ont conduit à la mise en place de nombreuses dispositions réglementaires pour prévenir l'exposition de la population générale et des travailleurs. A visée de diagnostic ou de mesures d'empoussièrements lors d'interventions sur des bâtiments susceptibles de contenir de l'amiante, les moyens métrologiques actuels reposent sur des prélèvements sur filtre et leur analyse par microscopie. Or cette méthode réglementaire semble montrer ses limites à répondre à la demande forte, de la maitrise d'œuvre et de la maitrise d'ouvrage, d'informations rapides, fiables et peu coûteuses, sur la présence d'amiante dans les matériaux et dans l'air.
Afin de répondre à ce besoin, des solutions alternatives sont proposées.
L'évaluation objective des performances de ces systèmes destinés à être déployés sur le terrain, nécessite de les confronter à des échantillons réalistes d'empoussièrement.
Ainsi, un banc expérimental a été développé par le CSTB pour produire, en laboratoire, des aérosols issus de Matériaux et Produits Contenant de l'Amiante (MPCA).
Ce banc, détaillé dans le présent article, met en œuvre des sollicitations mécaniques des MPCA. Il se distingue ainsi de celui développé par Skogstad *et al*. (1996) qui utilisait un lit fluidisé pour produire des aérosols à partir de fibres d'amosite en solution. Il est à noter que le principe de lit fluidisé appliqué à des fibres d'amiante en solution a été mis en œuvre par l'INRS (Freville *et al.*, 2010).

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Présentation du banc de production d'aérosol à partir de MPCA

Le banc expérimental a vocation à produire à partir de MPCA, dans des conditions sécurisées, des aérosols d'amiante, représentatifs des empoussièrements de chantiers amiantés. Il comporte une chaine de production basée sur une sollicitation mécanique de ces MPCA et une zone de mesure et prélèvement de l'aérosol généré.

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28324 Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

La chaîne de production de l'aérosol comprend :

- Un abrasimètre linéaire (TABER modèle 5750), associant un tampon abrasif maintenu au bout d'une tige mobile, et un bloc moteur paramétrable vis-à-vis de la longueur de course, la vitesse de déplacement et la durée de l'abrasion. Ce système a été utilisé pour la production d'aérosols à partir de peintures (Motzkus *et al.,* 2018).
- Une chambre d'abrasion étanche dans laquelle est positionnée l'éprouvette de MPCA à solliciter. Un soufflage d'air comprimé assure la mise en suspension des particules produites.
- Une sphère d'homogénéisation vers laquelle est acheminé l'aérosol et sur laquelle est connectée une arrivée d'air de dilution.
- Un volume de prélèvement au niveau duquel sont connectés un compteur de particules (COP Grimm 1.108), un dispositif de collecte et une cassette de filtration.

Pour sécuriser les manipulations, la chambre d'abrasion et la partie mobile de l'abrasimètre sont installées dans un volume en plexiglas étanche et maintenu en dépression. L'ensemble du banc est positionné dans une hotte (Figure 1).

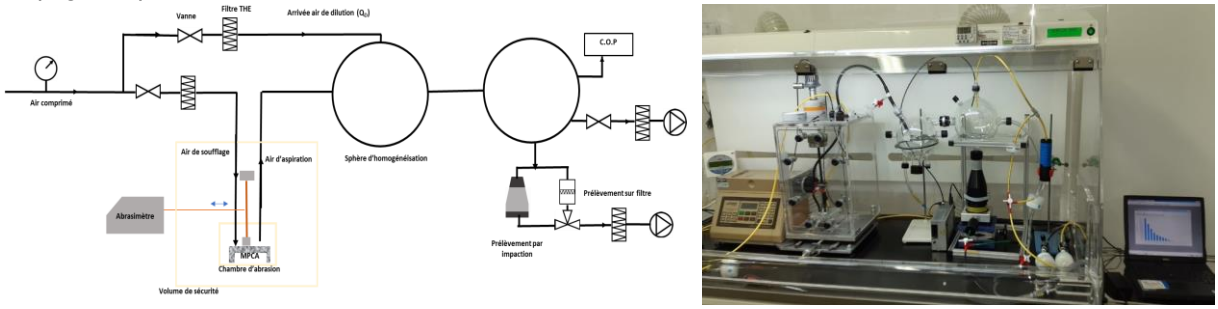


Figure 1 : Schéma et photographie du banc de production d'aérosols d'amiante à partir de MPCA

2.2. Choix des MPCA

Trois MPCA, couramment retrouvés dans les bâtiments, et différenciés par leur teneur en amiante et leur matrice ont été utilisés (Figure 2) :

- Un joint de bride, d'environ 60% massique d'amiante chrysotile,
- Une dalle de sol, d'environ 40% massique d'amiante chrysotile,
- Un fibrociment, d'environ 10% massique d'amiante chrysotile.

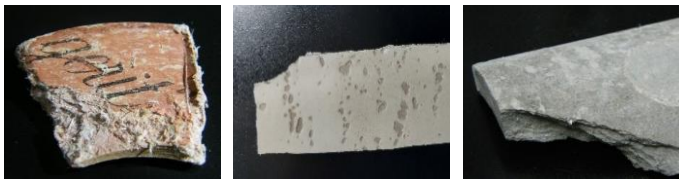


Figure 2: Photographies des trois MPCA. De gauche à droite : joint, dalle de sol et fibrociment.

2.3. Méthodes analytiques

Charge en fibres de l'aérosol

Une méthode intégrant collecte, observation, et comptage des fibres aérosolisées a été développée.
Les prélèvements, à un débit de 7L/min, sont réalisés avec une cassette de filtration antistatique, en polypropylène. Le design de ce dispostif a été modifié pour assurer une répartition homogène de l'aérosol sur le filtre [Isopore 0,4µm HTTP / 37mm (Millipore)].
Les filtres sont observés par Microscopie électronique à balayage (MEB JEOL JSM 5600 LV – X2000). Les particules et fibres observées sont classifiées et comptées selon la norme ISO 14966.

Charge en amiante de l'aérosol

Afin de déterminer la charge en fibres d'amiante de l'aérosol généré, des prélèvements par filtration (filtres MCE – Mixed Cellulose Ester) ont été réalisés en vue d'une analyse quantitative réglementaire, par META (NF X 43-050).

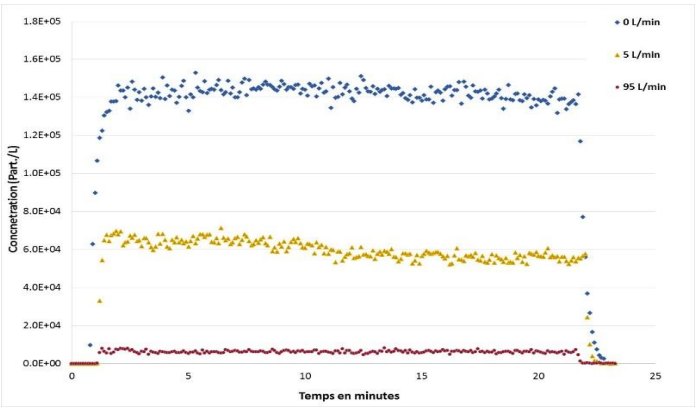
DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28324 Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

3. RESULTATS ET DISCUSSION

La capacité à produire différentes concentrations particulaires d'aérosol en vue de maitriser la charge en fibres et notamment en amiante a été étudiée. Les résultats présentés dans cette partie concernent les aérosols produits à partir de l'abrasion du joint de bride amianté.

3.1. Maitrise du niveau de concentration particulaire

Dans la perspective de faire varier la charge particulaire prélevée, la capacité du banc à générer des concentrations en particules différentes a été testée. Pour ce faire, différents débits de dilution ont été appliqués.
La Figure 3 présente la concentration en nombre de particules générées lors de l'abrasion continue du joint de bride au cours du temps et les profils granulométriques associés pour trois niveaux de dilution.



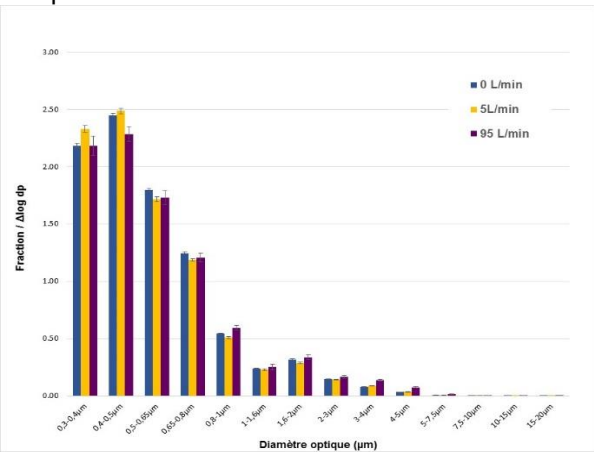


Figure 3 : Suivi dynamique (COP) de la concentration particulaire générée lors de l'abrasion du joint de bride pour trois débits de dilution (0, 5, 95 Litres / min) et Profils granulométriques relatif des aérosols générés lors de l'abrasion du joint de bride pour trois débits de dilution

D'après ces résultats, la concentration particulaire est d'autant plus faible que le débit d'air de dilution appliqué augmente avec une relation de proportionnalité entre le taux de dilution et la concentration particulaire moyenne, avec $1{,}43.10^5$ part/L sans dilution et $6{,}2.10^3$ part/L pour la dilution la plus élevée.
Pour chaque condition de dilution, la concentration d'aérosol généré est stable (coeff variation < à 10 %) jusqu'à, au moins, 20 minutes. Par ailleurs, les profils granulométriques, en nombre, de l'aérosol sont conservés quel que soit le niveau de dilution.
De plus, ces profils révèlent une production de particules submicroniques majoritaires, les particules de diamètre compris entre 0,3 et 0,8 µm (diamètre optique) représentent en effet de 80 à 83% de la production particulaire sur la gamme granulométrique investiguée (0,3 -20 µm).

Afin de valider la répétabilité de l'essai, la génération de l'aérosol « non dilué » a été répété (n=4). Ces résultats mettent en évidence, un coefficient de variation de 10% pour une concentration moyenne de $1{,}6.\ 10^5$ part/L.

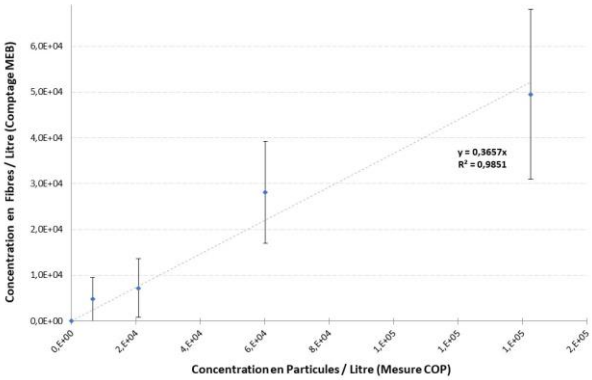
3.2. Charge en fibres et en amiante de l'aérosol

Cette partie présente les résultats concernant la charge de l'aérosol en fibres totales et en fibres d'amiante en fonction de la concentration en particules mesurée avec le COP.
La Figure 4 présente :

- la corrélation entre les concentrations en fibres dans l'aérosol estimées par les comptages MEB (ramené au volume d'air prélevé) et les concentrations particulaires moyennes mesurées avec le compteur optique sur la durée du prélèvement. Les écart-types présentés sont calculés à partir du nombre moyen de fibres/champs ramené au volume d'air prélevé,

- la corrélation entre les concentrations en amiante dans l'aérosol, déterminées par META, et les concentrations particulaires moyenne (COP). Les écart-types présentés sont ceux indiqués par le laboratoire en charge de l'analyse.

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28324 Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs



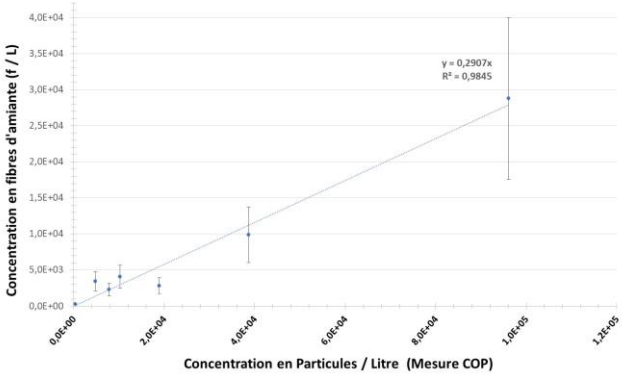


Figure 4: (de gauche à droite) Concentration en fibres de l'aérosol en fonction de la concentration particulaire et Concentration en fibres d'amiante de l'aérosol en fonction de la concentration particulaire

D'après ces résultats une corrélation linéaire est observée entre :

- le comptage particulaire et la concentration en fibres totales (comptage MEB) (a=0,3657 et R^2= 0,9851),
- le comptage particulaire et la concentration en fibres d'amiante (analyse META) (a=0,2907 et R^2= 0,9845).

Ces expérimentations ont permis de valider la capacité du banc d'aérosolisation élaboré à générer des fibres d'amiante, à différents niveaux de concentrations, à partir de l'abrasion de MPCA de façon maitrisée et sécurisée.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Un banc original dédié à la génération d'aérosols à partir de sollicitations mécaniques de MPCA a été élaboré. Les potentialités de cet outil à produire un empoussièrement réaliste contrôlé en fibres d'amiante ont été démontrées avec des concentrations en amiante pouvant varier d'environ 100F/L à plus de 20000 F/L. Ces niveaux de concentrations permettent de simuler les 3 niveaux réglementaires d'empoussièrements de chantiers de désamiantage tels que définis dans le décret n°2015-789.
Les perspectives de cet outil sont d'évaluer des systèmes de collecte et de mesure visant la détection et/ou la mesure de l'amiante dans l'air.

5. REMERCIEMENTS

Ce projet a bénéficié du soutien financier du Plan de Recherche et Développement Amiante (PRDA). Le CSTB remercie la Direction de l'Habitat de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP).

6. REFERENCES

Skogstad, A. R., Eduard, W., & Huser, P. O. (1996). A laboratory method for generation of replicate filter samples of asbestos fibers in air. American Industrial Hygiene Association Journal, 57(8), 741-745.

Freville, L., Moulut, J. C., Grzebyk, M., & Kauffer, E. (2010). Producing samples for the organization of proficiency tests. Study of the homogeneity of replicas produced from two atmosphere generation systems. *Annals of occupational hygiene*, *54*(6), 659-670.

Motzkus, C., Gaie-Levrel, F., Feltin, N., Ji, Y., & Delaby, S. (2018) – Etude de relargage particulaire lors de vieillissement de peintures nano-additivées de dioxyde de titane, Congrès Français sur les Aérosols 2018, Paris

NF X 43-050 (1996) Qualité de l'air - Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie

ISO 14966 (2019) Air ambiant - Détermination de la concentration en nombre des particules inorganiques fibreuses - Méthode par microscopie