

FIBRES CERAMIQUES REFRACTAIRES ET OPERATIONS DE THERMOFORMAGE

N. Delaunay

AIMT du Bas-Rhin - 1, rue de Hangenbieten 67 120 Duttlenheim

L'utilisation des fibres minérales artificielles (FMA) s'est diversifiée et intensifiée, au cours des 50 dernières années. Plus de 5 millions de tonnes de FMA sont produites annuellement à travers le monde par 100 usines en 1994. La production de fibres céramiques est de 160 000 tonnes en France en 1995 (1).

Les fibres céramiques (FC) ne sont apparues que vers la fin des années 1960. Comme toutes les FMA elles se différencient de l'amiante par leurs caractéristiques physiques, elles sont amorphes et elles ne se séparent pas en fibrilles dans le sens de la longueur mais elles se rompent transversalement en donnant naissance à des fibres plus courtes.

Leur diamètre nominal est de l'ordre de 0,1 à 3 microns.

Elles peuvent cristalliser partiellement en silice (cristobalite) quand elle sont exposées suffisamment longtemps à des températures de 900 °C.

Quant à l'analyse chimique des FC, il montre que la silice reste leur principal constituant mais elles sont beaucoup plus riches en alumine que les fibres de verre et les laines isolantes. Enfin, leurs propriétés physico-chimiques expliquent leurs diverses applications industrielles. Leur résistance thermique peut atteindre 1400 voire plus de 1600 °C en cas de haute teneur en alumine. C'est ainsi qu'elles sont utilisées en remplacement de l'amiante dans les fours industriels à très hautes températures, l'ignifugeage et la protection contre le feu (1,2). Elles sont aussi utilisées dans des applications plus artisanales comme le thermoformage du verre.

REGLEMENTATION

Les fibres céramiques réfractaires (FCR) comme les laines minérales et les fibres à usage spécial font l'objet depuis la fin de l'année 1998 d'une réglementation relative à leur classification et à leur étiquetage.

Cette réglementation fait suite à la directive européenne 97/69/CE du 05 décembre 1997 transcrite en droit français par l'arrêté du 28/08/98, introduisant ces fibres dans la liste des substances dangereuses. Seules sont prises en compte les «fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire» (FVA). (Les fibres à orientation parallèle (ou filaments continus) ne relèvent pas de cette directive).

Deux types de paramètres sont pris en compte : le diamètre et la composition chimique des fibres.

Les fibres céramiques réfractaires et les fibres à usage spécial dont :

le diamètre géométrique moyen pondéré par la longueur - 2 erreur-type $\leq 6 \mu\text{m}$ et la somme [oxydes alcalins + alcalino-terreux] $< 18 \%$

sont classés en cancérigène de catégorie 2

Leur étiquetage devra indiquer le symbole T (toxique), les phrases de risque R49 «peut causer le cancer par inhalation» et R38 «Irritant pour la peau» ainsi que les conseils de prudence S53 «éviter l'exposition se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation» et S45 «En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

Les FVA dont le diamètre géométrique moyen pondéré par la longueur - 2 erreur-type > 6 µm ne sont pas classés par rapport aux effets cancérigènes mais doivent être étiquetés Xi (irritant), R 38.

ETUDE

Dans ce contexte, une étude de poste et une évaluation de l'exposition aux fibres céramiques réfractaires ont été réalisées dans un atelier de thermoformage démuné de prévention collective, d'une entreprise spécialisée dans la transformation et le façonnage du verre,

Cette technique qui permet de travailler la forme d'un produit de base, en l'espèce, le verre est appliquée en France depuis une quinzaine d'années. Au départ, ce procédé était surtout utilisé par les artisans. Mais actuellement, il est très prisé par les décorateurs d'intérieur ou par les architectes (pour les éléments en verre dans les aéroports, les stations de métro...) ou par les artistes (pour la création de rosace de cathédrale en remplacement des vitraux...) et tend à s' industrialiser.

L'atelier de thermoformage est occupé par deux salariés. Il est divisé en deux parties non séparées. Une partie étant réservée à la préparation des moules de fibres (découpage au cutter...) et la seconde est équipée de deux fours à gaz (de dimensions 1,80mx3m et 3mx5m) pour la cuisson des volumes.

Au cours du processus de production l'opérateur constitue d'abord un moule avec les fibres céramiques réfractaires. Selon le motif désiré le moule se présente sous forme de plaques d'épaisseur 50 mm, de feuilles d'épaisseur 1 mm ou de fibres en vrac.

Puis moule et verre sont cuits jusqu'à une température de 850 °C par paliers successifs de chauffage, sur une période de 3 heures.

A la sortie du four, les plaques de verre sont débarrassés des résidus de FCR par simple broissage. Le moule de FCR n'est donc pas réutilisable.

Lors de ces opérations de broissage les opérateurs se plaignaient d'irritations cutanées, oculaires et des voies aériennes supérieures.

L'analyse des fiches de données de sécurité des moules de fibres céramiques réfractaires montrent que :

- elles contiennent 45-60 % de silice (SiO₂) et 40-55% d'alumine (Al₂O₃) (fibre vitreuse d'aluminosilicate);
- les fibres ont un diamètre géométrique moyen inférieur à 6 µm (compris entre 2,5 et 3 µm);
- que leurs teneurs en alcalins et alcalino-terreux est inférieur à 18 %.

Ces plaques fibreuses ne contiendraient pas de liants.

PRELEVEMENTS

Les prélèvements individuels et d'ambiance ont été réalisés par le laboratoire Interrégional de Chimie de l'Est (LICE) dans l'atelier de thermoformage. Ils ont été réalisés avec des capteurs munis de filtres cellulosiques quadrillés de 25 mm de diamètre montés sur des pompes GILIAN type HFS 113 réglées à des débits de l'ordre de 2l/mn. Chaque filtre a été analysé par microscopie optique en contraste de phase pour la numération des fibres respirables (Norme NFX 43-269), ainsi qu'en microscopie électronique à transmission (norme NFX-43-050) pour l'identification des fibres céramiques.

Les indicateurs d'activité n'ont pu être fournis par l'entreprise. On peut considérer que le jour des prélèvements l'activité était minimale. En période de chantiers importants, il peut y avoir jusqu'à 5 à 6 cuissons par jour.

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION

Depuis le 1er janvier 1997, les valeurs limites d'exposition ont été fixées à **0,6 fibres /cm³ pour les fibres céramiques** et 1 fibre/cm³ pour les fibres de verre, de roche et de laitier (Circulaire du Ministère du Travail DRT n°95-4 du 12/01/95).

Ces valeurs correspondent à des valeurs indicatives pour la fraction des fibres respirables évaluées en moyenne pondérées sur 8 heures (VME).

Bien qu'il n'existe pas de seuil d'exposition établi au-dessus duquel les substances cancérogènes ne présentent plus aucun risque.

RESULTATS

Les résultats sont résumés dans les tableaux I et II.

TABLEAU I : résultats des prélèvements individuels effectués sur un opérateur dans l'atelier de thermoformage.

N° du prlv	Horaires du prélèvement	Opération (s) du salarié	Nombres de fibres comptables /cm ³	Fibres céramiques comptables F/cm ³
1	14h35-15h16	réalisation d'un moule avec les fibres céramiques «modèle papier»	0,04	0,05
2	14h16-16h46	opération de brossage d'une plaque de verre (2m x 0,80 m) après cuisson et préparation d'un moule	1,00	1,41

TABLEAU II: résultats des prélèvements d'ambiance effectués dans l'atelier de thermoformage.

Emplacement	Horaires de prélèvement	Nombre de fibres comptables (F/cm ³)
A proximité du poste de préparation des moules	14h36-16h56	0,07
A proximité du poste de nettoyage des moules après cuisson	14h42-17h01	0,25

Les résultats des prélèvements individuels mettent en évidence une exposition importante de l'opérateur durant le brossage des plaques de verre après cuisson.

Quant aux résultats des prélèvements d'ambiance, ils sont inférieurs aux valeurs limites d'exposition.

Au vu de ces résultats et suite aux conseils de prévention du médecin du travail, de l'ingénieur chimiste et du contrôleur de sécurité de la CRAM, l'entreprise s'est dotée de certaines mesures techniques de prévention collective et individuelle.

PREVENTION COLLECTIVE

- acquisition d'un aspirateur industriel équipé d'un filtre à haute efficacité pour les opérations de broissage des plaques de verre en sortie du four avec mouillage;
- emballage et étiquetage spécifiques des déchets de FCR : T, R49-38.
- signalisation de la zone de travail exposée aux fibres céramiques réfractaires avec interdiction d'y fumer;

PREVENTION INDIVIDUELLE

- lors des opérations de broissage port d'un masque adapté (classe P3)
- port d'une combinaison de travail ample mais suffisamment ajustée au cou, aux poignets et aux chevilles;
- prise d'une douche en fin de poste de travail;
- attribution aux opérateurs de vestiaire à double compartiment.

Parallèlement une campagne d'information sur les risques liés au FCR a été réalisée par le Médecin du Travail à l'employeur et aux opérateurs concernés.

Le mieux serait que l'entreprise se dote d'une cabine de ventilation pour effectuer ces opérations de broissage, ce qui éviterait également une dispersion des fibres dans l'atmosphère, l'idéal serait que les salariés puissent travailler en vase clos.

Pour des raisons économiques l'entreprise n'achètera pas pour l'instant une telle cabine. Sa priorité est de rechercher activement des produits de substitution aux fibres céramiques réfractaires. Il est difficile de dire s'il s'agit pour elle d'éviter de probables conséquences médicales liées à l'emploi de FCR ou plus matériellement d'une optimisation du procédé de production par la recherche de moules réfractaires réutilisables.

LITTERATURE ET FCR

D'après la littérature, les FCR (silice - alumine) biopersistantes provoquent chez l'animal des tumeurs pulmonaires et des mésothéliomes comparables à ceux induits par l'amiante. Au vu de ces éléments les FCR sont cancérigènes (elles sont classées dans le groupe 2B du CIRC) et fibrosantes par inhalation (4,5).

En ce qui concerne les effets de surexposition chez l'homme, il est difficile pour l'instant de conclure. Aucune étude épidémiologique de mortalité des ouvriers exposés aux FCR n'a été réalisée; on ne peut donc entreprendre aucune évaluation de la mortalité dans ce domaine.

Une étude de morbidité a été menée sur 708 ouvriers répartis dans 7 usines (France, Grande-Bretagne, Allemagne); le temps moyen d'emploi était de 10,2 années et l'exposition cumulée s'étendait de 0 à 23 fibres x années par ml. Les auteurs de l'étude ont conclu après ajustement pour tenir compte des facteurs de confusion à un probable effet des FC sur la fonction respiratoire des fumeurs et des anciens fumeurs (3).

Enfin, les résultats d'une autre étude portant sur 5 usines américaines productrices de FC ont trouvé une association statistiquement significative ($P=0,002$) après correction relative à l'exposition à l'amiante entre le temps passé depuis l'emploi en production et la présence de plaques pleurales. Le risque était lié à la durée (Lemasters et al., 1994).

CONCLUSION

En conclusion, il est important de rester vigilant face aux salariés exerçant des métiers dits «artistiques» qui manipulent des produits chimiques souvent toxiques sans précaution et qui ne relèvent pas toujours de la Médecine du Travail. Curieusement le thermoformage n'est pas mentionné dans la littérature comme poste de travail exposant aux fibres céramiques réfractaires.

Comme le recommande l'INSERM dans son communiqué de presse du 07 juillet 1998: «... il faut poursuivre les recherches pour mieux connaître l'exposition des personnes et le niveau de contamination des lieux. Développer notamment des études concernant les utilisateurs de fibres de substitution, population large pour laquelle on ne dispose d'aucune information et veiller à ce que les niveaux d'exposition pour les utilisateurs soient aussi faibles que possible».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - **Abecassis JC.** Laines minérales et santé. Revue de Médecine du Travail, 1998, XXV (4).
- 2 - **Baud JP.** Les fibres minérales artificielles. Revue de Médecine du Travail, 1991; XVII (5).
- 3 - **Trethowan WN.** et all. Study of respiratory health of employees in seven European plants that manufacture ceramic fibres. Occup Env Med 1995; 52:97-104.
- 4 - Rapport G2 SAT, INRS, 1996. <http://www.inrs.fr/actualité/amiante/te46-3.htm>
- 5 - Rapport INSERM. Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante, 1998.