

## Notes techniques

# FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES: RECOMMANDATIONS POUR CAPTER LES POUSSIÈRES

Classées comme cancérogènes supposés pour l'homme, les poussières issues de matériaux composés de fibres céramiques réfractaires inquiètent. Afin d'aider les entreprises concernées à réduire l'exposition de leurs salariés, cet article propose des conseils pour installer des systèmes de captage adaptés aux différents équipements et opérations rencontrés dans l'industrie.

FRANÇOIS-XAVIER KELLER  
INRS,  
département  
Ingénierie  
des procédés

Quelles solutions les entreprises peuvent-elles mettre en place pour réduire l'exposition aux poussières de fibres céramiques réfractaires (FCR) (cf. Encadré 1)? La question mérite d'être posée, au vu des dangers que représentent ces matériaux pour la santé humaine. Les FCR sont en effet classées cancérogènes supposés pour l'homme (catégorie 1B) par l'Union Européenne<sup>1</sup>. Elles ont de ce fait été ajoutées sur la liste des substances extrêmement préoccupantes candidates à l'autorisation de mise sur le marché. Il est donc indispensable de réduire les expositions des salariés au plus faible niveau possible, et en dessous de la valeur limite réglementaire contraignante<sup>2</sup> de 0,1 fibre/cm<sup>3</sup>. Le chemin pour y parvenir passe nécessairement par le captage à la source des poussières, principalement générées lors des opérations de sciage, tournage, fraisage, ponçage et autres techniques d'usinage. Une seconde source d'émission, souvent négligée, provient de la manipulation par les opérateurs des pièces en FCR. Afin d'aider les entreprises à agir, une étude a été conduite pendant trois ans sur plusieurs machines d'usinage très répandues dans l'industrie. L'objectif était d'évaluer le gain apporté par les systèmes de captage installés en termes d'émission de poussières de FCR. Détaillées plus loin, ces réalisations exemplaires sont porteuses de bonnes pratiques à suivre pour tous les professionnels du secteur concernés par la prévention des risques professionnels: employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT. En complément, il est recommandé de consulter les différents guides pratiques

de ventilation existants (téléchargeables sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)) [1] et de faire appel à une entreprise spécialisée dans le domaine avant la mise en place de ces installations de ventilation.

Pour rappel, les locaux dans lesquels s'exercent des travaux d'usinage de FCR sont des « locaux à pollution spécifique », ce qui entraîne, pour l'employeur, l'obligation de capter les poussières « au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible, notamment en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants de l'air ainsi que des mouvements de l'air »<sup>3</sup>.

### ENCADRÉ 1 LES FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES (FCR)

Les fibres céramiques réfractaires sont, selon la directive européenne n° 97/69/CE du 5 décembre 1997, des fibres de silicate vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage d'oxydes alcalins et alcalino-terreux ( $[Na_2O] + [K_2O] + [CaO] + [MgO] + [BaO]$ ) est inférieur à 18%. Conçues pour des applications dépassant 1000 °C et commercialisées depuis les années 1950, elles sont principalement utilisées pour l'isolation thermique de fours industriels, de hauts fourneaux, de moules de fonderie, de tuyauteries et de câbles, mais également pour la protection contre l'incendie dans des applications automobiles et aéronautiques.

## RÉSUMÉ

Principalement utilisées pour l'isolation thermique de fours industriels, les fibres céramiques réfractaires (FCR) sont classées cancérigènes supposés pour l'homme par l'Union Européenne (catégorie 1B). Ce risque nécessite de réduire les expositions des salariés au plus faible niveau possible, et en dessous

de la valeur limite réglementaire contraignante de 0,1 fibre/cm<sup>3</sup>, fixée depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2009. Afin d'aider les entreprises à atteindre cet objectif, des dispositifs de captage des poussières de FCR ont été testés sur plusieurs types d'équipements, au cours d'une étude réalisée pendant 3 ans. Il s'agissait d'évaluer la

réduction des émissions apportée par ces aspirations. Détaillées dans cet article, ces réalisations exemplaires sont porteuses de bonnes pratiques à suivre pour tous les professionnels du secteur concernés par la prévention des risques professionnels : employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT.

### *Refractory ceramic fibres: recommendations for capturing dust*

*Refractory ceramic fibres (RCF) are mainly used for industrial furnace thermal insulation and are classed as having carcinogenic potential for humans by the European Union (Category 1B). This risk imposes reduction of employee exposure to the lowest possible level below the*

*restrictive regulatory limit value of 0.1 fibre/cm<sup>3</sup> in force since 1<sup>st</sup> July 2009. To assist companies in achieving this goal, RCF collection systems were tested on several types of equipment during a 3-year study. Its aim was to evaluate the reduction in emissions ensured by these suction systems.*

*Detailed in this article, these practical examples embody the best practices to be implemented by all occupational risk prevention professionals in this sector: employers, occupational physicians, employees, prevention specialists and corporate health and safety committee (CHSCT) members.*

## Localisation des sources

L'identification des sources d'émission de poussières au niveau des postes de travail est une étape préalable au captage. Elle peut se faire de deux manières. La première repose sur l'observation du poste et des opérations qui sont réalisées sur les pièces. La source de poussières est alors localisée au point de contact entre l'outil et la pièce. Dans ce cas, la visualisation du panache de poussières peut se faire à l'aide d'un fumigène ou en utilisant des techniques d'éclairage. L'enregistrement vidéo ou photographique permet pour sa part de localiser le point et l'instant d'origine du panache, mais aussi de suivre son déplacement.

Un deuxième moyen de localisation des sources de poussières consiste à mesurer leur concentration au niveau du poste de travail. Cette mesure peut être faite, soit en utilisant la méthode normalisée (cf. Encadré 2), soit à l'aide d'un appareil optique à lecture directe qui permet de connaître le niveau d'empoussièrement relatif [2]. La première méthode est réglementaire mais ne permet pas d'obtenir des résultats de manière instantanée. En effet, une fois la mesure de l'empoussièrement au poste de travail effectuée, le comptage des fibres se fait en laboratoire. La seconde méthode, non normalisée, donne accès à une réponse rapide et rend possible la détection des zones où sont générés les pics de poussières autour du poste de travail.

Une fois cette analyse du risque effectuée, l'installation de systèmes de captage peut être mise en œuvre. Celle-ci répond toutefois à certains principes généraux qu'il faut respecter :

- le flux d'air pollué doit être capté au fur et à

### ENCADRÉ 2

#### CONTRÔLE DE L'EXPOSITION AUX FCR ET DES INSTALLATIONS DE VENTILATION

Le contrôle de la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) des fibres céramiques réfractaires est effectué par prélèvement individuel et conformément aux prescriptions de la norme XP X 43-269 [3] et du Code du travail. Les exigences du Code du travail relatives à l'aération et à l'assainissement des locaux de travail imposent au chef d'établissement la constitution et la tenue à jour d'un dossier d'installation pour chaque dispositif de ventilation. Un contrôle annuel des installations de ventilation et de captage doit être réalisé. Pour des informations complémentaires on se référera au guide pratique de ventilation « Le dossier d'installation de ventilation » (INRS, ED 6008, 2007).

mesure de sa production, transporté vers une centrale de traitement de l'air et ensuite rejeté à l'extérieur, évitant ainsi sa diffusion dans l'atmosphère du local de travail ;

- cette aspiration doit se faire en utilisant les mouvements naturels des polluants, avec des vitesses d'air suffisantes et bien réparties, sans courant d'air parasite et avec une entrée d'air de compensation ;
- l'aspiration doit se faire au plus près du point d'émission, ceci afin de maximiser l'efficacité du système et de minimiser les débits nécessaires [3] ;
- l'air pollué doit ensuite être rejeté, après filtration en dehors des zones où s'effectuent les prises d'air neuf, afin d'éviter de réintroduire une partie de la pollution dans le local ;



- le recyclage de l'air, même après filtration, est à proscrire.

Un encoffrement de la machine ou de l'outil peut aussi être envisagé en mettant en place des barrières physiques (cloisons, parois, capotage) qui empêchent le polluant de se propager dans l'atmosphère. Il peut s'agir d'un cloisonnement total intégrant, lorsque cela est possible, une ouverture destinée aux interventions à l'intérieur de l'enceinte (captage enveloppant), pour fixer la pièce à usiner sur la machine par exemple. Il peut également s'agir d'un encoffrement partiel (simple paroi) limitant l'émission (captage inducteur).

Concrètement, plusieurs solutions de captage peuvent être installées en fonction des équipements d'usinages utilisés.

### Scie à ruban

Ce type de machine est typiquement utilisé dans l'industrie du bois. Elle permet la mise aux cotes des pièces brutes produites par sciage. Les pièces, dans l'exemple traité ci-dessous, sont posées contre une butée sur une table mobile. L'opérateur pousse la table contre la scie afin d'usiner la pièce.

Deux systèmes d'aspiration principaux sont disposés sur cette scie à ruban. Le premier est connecté au bloc bas-moteur afin de capter les poussières provenant de la partie basse de la lame de scie qui se trouve enclouée dans le carter-machine. La fente permettant la circulation de la table mobile et quelques trous percés dans la table permettent d'aspirer les poussières autour de la lame. Le second système est relié à l'encoffrement supérieur qui a été réalisé sur la machine. Ce dernier permet de confiner les opérations de sciage tout en réduisant la propagation de poussière de fibres céramiques réfractaires dans l'usine.



Découpe de pièces en FCR sur une scie à ruban avec encoffrement.

Le débit total du système d'aspiration est de 18 000 m<sup>3</sup>/h. Une procédure de nettoyage du poste de travail à la fin des opérations, à l'aide d'un système d'aspiration à haute dépression a aussi été mise en place.

L'ensemble de ces dispositifs a abouti à une réduction du niveau d'empoussièremment au poste de travail. Les mesures réalisées depuis 2009 sont comprises entre 0,1 et 0,9 f/cm<sup>3</sup>.

Afin de réduire davantage la concentration en FCR, il est recommandé d'agir autour du poste de travail et particulièrement lors de la préhension des pièces en FCR. Des idées telles que des armoires (contenant les pièces brutes à usiner ainsi que les pièces usinées) cloisonnées et ventilées ainsi que des poubelles équipées d'anneaux aspirants sont des solutions simples à mettre en place et efficaces.

### Ponceuse large bande

Cet outil est utilisé pour usiner l'épaisseur de plaques contenant des fibres céramiques réfractaires. Plusieurs passes sont parfois nécessaires pour obtenir les dimensions demandées. Un système de captage des poussières est installé à l'avant et à l'arrière de la machine.

Afin de réduire les niveaux de concentration en FCR, une zone de stockage sous aspiration des pièces avant et après ponçage a été installée. Le système d'aspiration sur la machine a un débit de l'ordre de 12 000 m<sup>3</sup>/h. Il lui a été ajouté un mur aspirant en sortie de ponceuse avec un débit de l'ordre de 20 000 m<sup>3</sup>/h. Les valeurs de concentration mesurées au poste de travail sont comprises depuis 2010 entre 0,1 et 0,3 f/cm<sup>3</sup>.

Différentes adaptations du poste de travail peuvent aussi contribuer à une diminution de l'empoussièremment. Ainsi, la mise en place d'une



| SCIE À RUBAN  | VITESSE DE L'AIR DANS LES OUVERTURES D'ASPIRATION |
|---|---|
| 4 points principaux d'aspiration répartis sur la machine (un sur l'encoffrement, un sur la partie haute de la machine, 2 sur le carter bas) | 20 m/s à 25 m/s                                   |



Ponceuse large bande et mur aspirant.

table élévatrice est utile pour maintenir les pièces à hauteur et limiter les frottements lors de la prise en main des pièces à usiner. Le contrôle du débit d'aspiration s'avère nécessaire pour détecter les bouchages (colmatages) du système de captage. Il faut également s'assurer que la manipulation des pièces usinées dans la zone de stockage se fait sous aspiration.

### Tour

Cette machine sert à ajuster les cotes sur des pièces cylindriques. L'émission de poussières a été réduite grâce à l'ajout d'un capot de protection faisant face à l'opérateur. Un système d'extraction a aussi été installé au plus près de la zone d'usinage, afin de capter efficacement les poussières générées. Le débit total au niveau du système d'aspiration est de l'ordre de 20000 m<sup>3</sup>/h. Les valeurs de concentration mesurées au poste de travail se situent depuis 2010 entre 0,1 f/cm<sup>3</sup> et 0,3 f/cm<sup>3</sup>.

### Déballage/Pulpeur

Ce poste se compose d'une table basculante permettant de déverser dans un mélangeur des rebuts de pièces en FCR et d'une machine permettant de manutentionner et de vider les sacs plastiques contenant des fibres céramiques réfractaires en vrac. Le déversement des rebuts et du vrac se fait dans un pulpeur dans lequel est préparé le mélange

| PONCEUSE LARGE BANDE  | VITESSE DE L'AIR DANS LES OUVERTURES D'ASPIRATION |
|---|---|
| Cinq points principaux d'aspiration répartis sur la machine | 15 m/s à 25 m/s                                   |

utilisé pour fabriquer les produits à base de fibres céramiques réfractaires. Le basculeur est équipé d'une hotte d'aspiration supérieure avec détecteur automatique de présence de l'opérateur. Le débit d'aspiration est de l'ordre de 2300 m<sup>3</sup>/h. La dessacheuse est équipée d'un système d'extraction des poussières avec un débit de 1700 m<sup>3</sup>/h.

### POUR EN SAVOIR +

- *Aide mémoire technique: Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*, INRS, 2012, ED 984.
- *Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance*, INRS, 2010, ED 6084.
- *Fibres céramiques réfractaires Isolation et protection thermique en milieu industriel*, INRS, 2011, ED 6085.
- *Captage de fibres céramiques réfractaires sur poste fixe*, INRS, 2013, ED 6156.

Ces documents sont téléchargeables sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)



À gauche:  
poste de  
préparation du  
mélange dans le  
pulpeur.  
À droite:  
découpe  
manuelle de  
nappe.



Au niveau de la dessacheuse, les valeurs sont passées de 0,59 f/cm<sup>3</sup> à 0,05 f/cm<sup>3</sup> après la mise en place du dispositif de ventilation. L'ensemble des charges est porté à l'aide d'un manipulateur de charges. Les mesures d'empoussièrement à ce poste de travail sont comprises entre 0,2 f/cm<sup>3</sup> et 0,4 f/cm<sup>3</sup>.

### Découpe en fin de ligne et mise de pièces sur étagère

Situé en fin de ligne de fabrication, ce poste consiste à découper des plaques contenant des FCR à l'aide d'une scie circulaire. Celle-ci fonctionne sous un système d'aspiration. Les plaques sont déplacées sur des rouleaux afin de faciliter leur manutention et un captage niveau-bas permet d'aspirer les poussières générées lors de leur déplacement. En bout de ligne, une table élévatrice – avec déplacement vertical automatique – permet de stoker les

plaques sans manipulation particulière. Un dosseret aspirant est placé au niveau du casier-support pour aspirer les FCR lors de la phase de stockage. Les valeurs sont passées de 0,45 f/cm<sup>3</sup> à 0,05 f/cm<sup>3</sup> après l'installation de ces dispositifs.

### Découpe de nappe

Pour cette opération de découpe, la table de travail a été équipée d'un dosseret aspirant et d'un plénum soufflant. Les poubelles ont également été munies d'un anneau aspirant pour contenir les poussières à l'intérieur du bac de rejets.

De manière générale, les études montrent que les améliorations préconisées ci-dessus sur des postes d'usinage ne permettent pas toujours de descendre en dessous de la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire contraignante fixée à 0,1 f/cm<sup>3</sup>. Le port des équipements de protection individuelle reste donc obligatoire pour l'ensemble de ces postes. Dans tous les cas, les actions engagées pour réduire l'exposition des salariés font partie d'un processus d'amélioration continu intégrant un suivi régulier des expositions. De plus, les personnes qui mettent en œuvre les FCR doivent être informées des risques liés aux FCR et formées à la prévention de ces risques. ●

1. Cette catégorisation 1B est issue de la réglementation sur la classification, l'étiquetage et l'emballage (Règlement CLP), applicable en France.

2. En France, la valeur limite de moyenne d'exposition réglementaire contraignante pondérée sur 8 heures de travail est de 0,1 fibre/cm<sup>3</sup> depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2009.

3. Aération et assainissement des lieux de travail. Aide-mémoire juridique. INRS, TJS, 2007, 36 p.

## BIBLIOGRAPHIE

[1] GUIDE PRATIQUE DE VENTILATION N°0, INRS, ED 695.

[2] E. KAUFFER, P. MARTIN, M. GRZEBYK, M. VILLA, J.C. VIGNERON, *Comparison of two direct-reading instruments (FM-7400 and Fibercheck FC-2) with phase contrast optical microscopy to measure the airborne fibre number concentration*, Ann. Occup. Hyg. 47, pp 413-426, 2003.

[3] NORME XP X 43-269 - Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvements sur filtre à membrane pour la détermination de la concentration en nombre de fibres par les techniques de microscopie: MOCP, MEBA et META. Comptage par MOCP. Avril 2012, 41 p.



# PRÉVENIR LES COLLISIONS ENGINS-PIÉTONS

19  
NOV  
2013

## Journée technique

organisée par l'INRS,  
avec le support  
de la FNTF et la FNADE

**Maison de la RATP**  
Espace du Centenaire  
189, rue de Bercy  
75012 Paris

### Les accidents de personnes travaillant à proximité des engins mobiles restent encore trop nombreux.

Cette journée sera l'occasion d'échanger et de présenter aux entreprises,  
aux préventeurs, aux constructeurs de matériel, les connaissances actuelles sur :

- Les accidents de collisions engins-piétons
- L'approche de prévention
- Les technologies de détection de personnes

Une large place sera consacrée à des retours d'expérience.

Un espace d'exposition sera réservé aux fabricants de dispositifs de détection.

### Participation gratuite mais inscription obligatoire

sur [www.inrs-preventioncollisions.fr](http://www.inrs-preventioncollisions.fr)

Contact : [prevention.collisions@inrs.fr](mailto:prevention.collisions@inrs.fr)

[WWW.INRS.FR](http://WWW.INRS.FR)

  
Institut National de Recherche et de Sécurité