



Captage de fibres céramiques réfractaires sur poste fixe

Guide de prévention

Captage de fibres céramiques réfractaires sur poste fixe

Guide de prévention

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cram, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

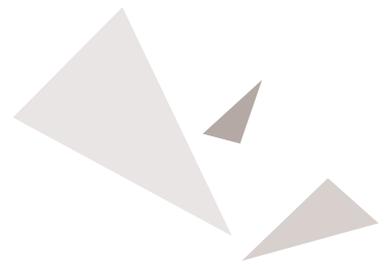
Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressants l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), les caisses régionales d'assurance maladie (Cram) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

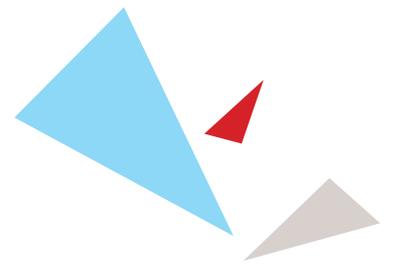
Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).



Sommaire

Objectifs	3
1 Réglementation	4
2 Description de la méthodologie	5
3 Liste de postes types	9
4 Notions de ventilation	10
5 Manipulation	13
6 Contrôle des installations, maintenance	14
7 Nettoyage des postes	14
8 Équipements de protection	14
9 Gestion des déchets	15
10 Dossiers techniques	16
Bibliographie	22
Annexe	24

Ce guide a été élaboré par un groupe de travail composé de représentants des Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Normandie, Rhône-Alpes, Auvergne et Bretagne, de l'INRS et de l'Association européenne représentant l'industrie des laines d'isolation haute température (ECFIA).
Coordination : François-Xavier Keller, INRS, département Ingénierie des Procédés.



Objectifs

Ce guide est destiné à informer et à donner des réponses pratiques et des conseils de prévention pour la réalisation de systèmes de captage de poussières lors de l'usinage de produits à base de fibres céramiques réfractaires (FCR) sur des postes de travail fixes. Les entreprises concernées sont les fabricants de FCR et les utilisateurs qui mettent en œuvre ces matériaux.

Il s'adresse à la totalité des professionnels concernés par des usinages – découpe, ponçage, mise en forme avec outil de coupe ou générateur de poussière – de produits à base de fibres céramiques réfractaires (entreprises, employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT).

Dans ce document, sont présentés différents processus de transformation que l'on peut rencontrer dans l'industrie. La méthodologie de développement et de réalisation de systèmes de captage efficace est détaillée. Enfin, des exemples et cas pratiques sont analysés et servent de référence pour l'ensemble de la profession.

Pour des informations précises concernant la définition, la composition et les caractéristiques des fibres céramiques réfractaires, nous faisons référence aux documents suivants, édités par l'INRS : « Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel » et « Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance » [8, 9], où sont regroupées des informations sur :

- ▶ *la réglementation en vigueur,*
- ▶ *les effets sur la santé,*
- ▶ *les mesures d'exposition professionnelle,*
- ▶ *les produits et installations susceptibles de contenir des FCR,*
- ▶ *les opérations de maintenance pouvant exposer aux FCR,*
- ▶ *la recherche du danger ainsi que les mesures de prévention générales.*

1. Réglementation

Les fibres céramiques réfractaires sont classées cancérogènes de catégorie 1B par l'Union européenne (cancérogène supposé pour l'homme), selon la réglementation sur la classification, l'étiquetage et l'emballage (règlement CLP), applicable en France. Nous rappelons qu'en France, la valeur limite de moyenne d'exposition réglementaire contraignante, pondérée sur 8 heures de travail, est de 0,1 fibre/cm³ depuis le 1^{er} juillet 2009. On se référera, pour une information complète, au guide INRS référencé ED 6084 [9]. Notons que les FCR ont été ajoutées sur la liste des substances extrêmement préoccupantes, candidates à autorisation de mise sur le marché.

Le caractère cancérogène de ces fibres nécessite de rechercher la réduction des expositions au plus faible niveau possible, y compris en dessous de la valeur limite réglementaire de 0,1 fibre/cm³.

Les actions engagées pour réduire l'exposition font parties d'un processus d'amélioration en 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.

L'aération et l'assainissement de l'atmosphère des lieux de travail font l'objet des textes suivants issus du code du travail : articles R. 4212-1 à 7, R. 4222-1 à 22, R. 4722-1 et 2 et R. 4724-2 et 3, relatifs à l'aération et à l'assainissement. 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 » (articles R. 4422-12 du code du travail).

Ces textes réglementaires font l'objet de commentaires et de précisions contenus dans la circulaire du 9 mai 1985 du ministère du Travail, relative au commentaire technique des décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail.

Le contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement fait l'objet de l'arrêté du 8 octobre 1987 du ministère du Travail.

1 f/cm³ = 1 f/ml



2. Description de la méthodologie

La génération de poussière issue de produits et matériaux à base de FCR (appelé poussière dans la suite du document)

Lorsque nous analysons les différents mécanismes d'émission de poussière lors des opérations qui sont traitées dans ce guide, nous constatons qu'ils ont deux principales origines :

- ▶ Une première génération de poussière provient des **opérations** qui sont effectuées sur les pièces contenant des FCR – lors des usinages – sciage, tournage, fraisage, ponçage. Ces opérations sont plus ou moins génératrices de poussière. Les paramètres qui influent sur la quantité de poussière sont liés aux machines, aux outils de coupe, au poste de travail (positionnement des pièces sur la machine, facilité de mise en place des pièces), au type d'usinage effectué, aux équipements du poste de travail (poussée, fixation).

- ▶ Une seconde source de poussière provient du **déplacement**, de la **préhension** et du **frottement** lors de la **manipulation** des pièces en FCR. Elle est générée principalement pendant la phase de mise en place des pièces sur la machine et lors de leur emballage. L'ergonomie du poste de travail, ainsi que les mouvements de l'opérateur permettent d'en limiter l'effet. La problématique se retrouve aussi à la réouverture des cartons contenant les pièces en FCR chez l'utilisateur.

Afin de réduire efficacement l'empoussièrement au poste de travail, le captage à la source de la génération de poussière s'impose.

● Fibres céramiques réfractaires observées en microscopie électronique à balayage.



© INRS

Mesure de l'exposition aux fibres céramiques réfractaires

Le contrôle de la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) des fibres céramiques réfractaires, fixée à l'article R. 4412-149 du code du travail, est effectué par prélèvement individuel et conformément aux prescriptions de la norme.

Afin de déterminer le niveau d'empoussièrement d'un poste de travail, une méthode de référence est utilisée pour le prélèvement et la mesure de la concentration en fibres (norme XP X 43-269 [3]) et le comptage par MOCP (microscopie optique à contraste de phase). Cette norme préconise l'utilisation d'un porte-filtre ouvert, de diamètre 25 mm. Les cylindres protecteurs (col long) sont prohibés du fait d'une sous-estimation de la concentration engendrée par un dépôt sur les parois. Afin d'assurer une répartition uniforme de l'air à travers le filtre primaire, l'utilisation d'un support secondaire de porosité supérieure est requise. Les membranes filtrantes, quadrillées en mélange d'esters de cellulose de diamètre de pore de 1,2 µm ou moins, sont recommandées.

La stratégie de prélèvement consiste donc à évaluer l'exposition des salariés par des mesures d'empoussièrement par prélèvement individuel, réalisées sur différents groupes d'exposition homogènes. Pour les prélèvements sur filtre, un volume d'air mesurable est pompé en continu. Dans le cadre des prélèvements atmosphériques, l'air est ainsi échantillonné grâce à des pompes. Les analyses sont menées selon le protocole s'appuyant sur la méthode normalisée (norme NF EN 689 [14]).

Identification des sources d'émission et principes généraux de captage

La méthode précédemment citée 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. Afin d'analyser un poste de travail, les sources de FCR peuvent être identifiées de plusieurs manières.

► La première est **l'observation** du poste et des opérations qui sont réalisées sur les pièces. La source de poussière est localisée au point de contact entre l'outil et la pièce. À ce niveau, un captage des poussières le plus proche de la source est à mettre en place. Le flux de polluant capté est transporté vers une installation de ventilation de récupération ou d'élimination, évitant ainsi sa diffusion dans l'atmosphère du local de travail. Elle 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'air pollué doit être rejeté, après filtration éventuelle, en dehors des zones où s'effectue le captage de l'air neuf, afin d'éviter de réintroduire une partie de la pollution dans le local. Cette 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 [10] – Précisons que le recyclage de l'air issu de la filtration d'un CMR est à proscrire.

Un encoffrement de la machine / de l'outil peut aussi être envisagé en mettant en place des barrières physiques (cloisons, parois, capotage) qui empêchent le polluant mis en cause de se propager dans l'atmosphère. Il peut s'agir d'un encoffrement total, avec ponctuellement une ouverture possible pour une intervention à l'intérieur de l'enceinte, 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. L'encoffrement est toujours couplé à un système de captage, afin d'en améliorer son efficacité.

La visualisation du panache de poussière peut aussi être faite à l'aide de fumigène ou en utilisant des techniques d'éclairage¹. L'enregistrement vidéo ou photographique peut alors servir de moyen d'analyse de la génération et du déplacement du panache de poussière.

Le suivi du panache de poussière aide à la localisation de son point et son instant d'origine. L'analyse de son déplacement permet de mieux appréhender les solutions de réduction de poussière à mettre en place.

¹ Sur internet HSE MDHS 82 – The dust lamp.



● Scie à ruban avec dispositif de captage.

► Un deuxième moyen de localisation des sources de FCR est la **mesure** de la concentration au niveau du poste de travail. Cette mesure peut être faite soit en utilisant la **méthode normalisée** – décrite plus haut – soit à l'aide d'un appareil optique à **lecture directe**, qui permet de connaître le niveau d'empoussièrement relatif (méthode non normalisée). La localisation des sources est alors possible

dans l'espace et dans le temps. Les compteurs à lecture directe ont l'avantage de donner une réponse rapide, permettant la mise en place de solution de captage sur le terrain de manière efficace. Ils rendent possible la détection des zones où sont générés les pics de poussières autour du poste de travail. Les appareils suivants sont les plus fréquemment utilisés : Fiber monitor FM 7400 AD et Fibrecheck FC-3 [5].

Appareil à lecture directe.



© SERGE MORILLON/INRS

Forme des pièces

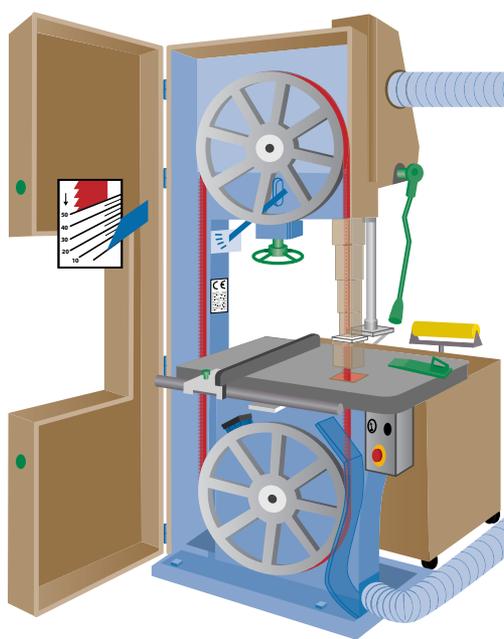
La forme des pièces influence l'usinage et la génération de poussière. Le dispositif installé doit prendre en compte les différences géométriques des produits à usiner. Le type de captage varie en fonction de la nature et de la forme de la pièce.

Les matériaux contenant des fibres céramiques réfractaires peuvent se retrouver sous des formes extrêmement variées : vrac (élutriation, séparation des shots de la fibre par lavage et par centrifugation), nappe, papier, panneau, pièces de forme, tissus, tresse et cordes, béton, ciment, silicones, colles, durcisseur [9].

3. Liste de postes types

Les différents postes d'usinage rencontrés lors de la fabrication et la mise en forme de pièces contenant des FCR sont principalement :

- ▶ scie à ruban, ponceuse large bande, scie circulaire, ponceuse longue bande, ponçage manuel, ébavurage,
- ▶ fraiseuse et tour,
- ▶ postes à commande numérique, découpe au jet d'eau, découpe manuelle,
- ▶ postes d'emballage / déballage, mise en carton.



● Scie à ruban avec dispositifs de captage en partie haute, basse et au plus proche de la source d'émission.

Les principales opérations relatives à ces machines sont décrites dans la fiche de poste, dont un exemple est donné en fin de guide.

4. Notions de ventilation

Dispositifs de captage

Afin de définir une stratégie pour optimiser le captage des poussières lors de la réalisation d'opérations d'usinage sur des pièces en FCR, une analyse du poste de travail est nécessaire. Effectivement, les mouvements de l'opérateur, la préhension des pièces ainsi que leur encombrement, taille et forme, influent sur la génération de poussières lors des usinages. La position du système de captage au plus proche de la source est une des recommandations principales. Le débit d'aspiration est ainsi optimisé et permet le transport des poussières efficacement (*voir tableau 1*). Une liste non exhaustive des paramètres à analyser est la suivante [11] :

- ▶ Analyse du point d'émission des poussières.
- ▶ Capteur adapté à la source.
- ▶ Optimisation de la forme du capteur.
- ▶ Distance par rapport au point émission.
- ▶ Détermination du débit et vitesse d'aspiration nécessaire (20 ms^{-1} dans les tuyaux du système d'aspiration de manière à éviter les dépôts dans les conduits tout en assurant une aspiration efficace au poste de travail / entre 2.5 et 10 ms^{-1} au niveau du système de captage).
- ▶ Vérification de la vitesse de transport en conduit.
- ▶ Vérification de la vitesse entrée capteur.

La mise en marche du réseau d'aspiration automatiquement au démarrage de la machine permet de s'assurer du bon fonctionnement du système lors de l'usinage.

Conduits

Les conduits sont soumis au phénomène d'abrasion lors de l'aspiration de poussières contenant des fibres céramiques réfractaires. Ainsi nous recommandons d'analyser la forme des conduits afin de limiter les coudes (ou d'en atténuer la courbure en respectant la préconisation d'un rayon de courbure compris entre 1,5 et 5 fois le diamètre du conduit) et les réductions. Des revêtements adaptés peuvent être ajoutés dans les zones d'usure, dans le but de renforcer les tuyaux, notamment dans les coudes. Ces plaques d'usure – démontables et remplaçables – permettent une maintenance efficace des réseaux d'aspiration. Il est recommandé

Tableau 1 – Exemples de valeurs minimales des vitesses de captage (ms^{-1}) à mettre en jeu au point d'émission [10, 12, 13]

Conditions de dispersion du polluant	Exemples	Vitesse de captage
Émission sans vitesse initiale en air calme	Évaporation de réservoirs Dégraissage	0,25 - 0,5
Émission à faible vitesse en air modérément calme	Remplissage intermittent de fûts Soudage Brasage à l'argent Décapage Traitement de surface	0,5 - 1,0
Génération active en zone agitée	Remplissage de fûts en continu Ensachage de sable pulvérisé Métallisation (toxicité faible)	1,0 - 2,5
Émission à grande vitesse initiale dans une zone à mouvement d'air très rapide	Meulage Décapage à l'abrasif Machine à surfacier le granit	2,5 - 10

de prévoir des trappes de visite dans le réseau de ventilation, notamment à proximité des singularités. Les tuyaux en PVC sont à proscrire en raison de problèmes électrostatiques pouvant provoquer le colmatage de poussière et pourraient être un problème en zone ATEX [15]. Une étude préalable pour déterminer la matière des conduits afin de minimiser l'abrasion et la corrosion est recommandée.

Dépoussiéreur

L'installation de dépoussiéreur à manches ou à cartouches, avec un système de décolmatage, s'applique à la filtration des FCR (Filter media – Intensiv – SF-Filter). Il est à mettre en place de préférence en extérieur, ou à défaut dans un local dédié, avec traitement de l'air rejeté (en respectant les normes de rejets fixées par la réglementation sur la protection de l'environnement). Pour les efficacités de filtration, on se référera à la norme NF EN 60335-2-69 [6]. Le ventilateur d'aspiration pourra avoir un traitement spécifique des pales, afin d'en augmenter la durabilité, et devra être placé de préférence après l'étape de dépoussiérage. Les systèmes de cyclone sont à proscrire pour cause de perforation (sablage). Le cyclone peut être mis en amont du dépoussiéreur, mais présente une perte de charge importante. L'étanchéité des cyclones est un point à surveiller. Il est recommandé de prévoir un système à double ligature sur les sacs de déchets, voire même un double ensa-

chage. La mise en place d'une procédure de changement des sacs et d'un système de détection automatique de remplissage est nécessaire.

Température

Des risques liés à la chaleur sont probables lorsqu'il y a présence de résine phénolique (ou autres liants organiques) servant de liant pour des produits sous forme de feutre ou de nappe. Certains feutres sont formés avec des FCR mélangées à du latex (8 à 12 %). Si des amalgames se forment au niveau des parois de conduits, des phénomènes électrostatiques peuvent survenir. Le choix de procédés utilisant des solutions humides (pulvérisation d'eau) et de contenant en PVC (laveur en PVC) réduit ce risque.

Aspirateurs

Les aspirateurs destinés au nettoyage de locaux pollués par des poussières de FCR doivent être :

- ▶ de classe H suivant la norme NF EN 60335-2-69 [6],
- ▶ conçus pour l'aspiration de poussières combustibles,
- ▶ équipés d'un système de décolmatage du filtre, cuve fermée sans émission de poussières ; ce dispositif sera automatique ou manuel avec indicateur de colmatage

● Dépoussiéreur.



du filtre,

- ▶ conçus de façon à faciliter le changement des filtres et le vidage de la cuve de stockage des poussières (des poches en matériaux antistatiques sont proposées par les fabricants) ; la cuve de stockage est conçue de façon à être détachée et remise en place facilement,
- ▶ équipés de filtres et d'accessoires (flexible, canne...) antistatiques,
- ▶ si un aspirateur devait être utilisé dans une zone ATEX [15], il devra être adapté à la zone concernée.

Des aspirateurs portables (NILFISK, CFM, Pharaon...) peuvent être reliés à des brosses aspirantes mobiles. Une attention particulière est nécessaire pour éviter l'usure prématurée des brosses due à l'érosion causée par les FCR, ainsi que l'usure de la pièce au passage des brosses.

5. Manipulation

Les phases de manipulation des pièces en FCR sont généralement émettrices de poussières. La nature friable des produits en est principalement la cause. Une attention particulière doit être portée lors des opérations de manipulation de ces pièces.

L'opérateur a besoin de prendre la pièce pour la positionner sur le poste de travail ainsi qu'à la fin de l'usinage pour la remettre dans un contenant.

Pour déceler les phases d'émission de poussières, une analyse du poste et du travail réel est nécessaire, dans le but d'adapter les mouvements de l'opérateur.

Nous pouvons préconiser la mise en place d'armoire et d'étagère ventilées utilisées pour le stockage des pièces avant et après usinage.

Un nettoyage des pièces sous un captage localisé permet d'enlever une part importante des poussières et évite leur propagation lors du transport des pièces.

Un cloisonnement du poste évite le déplacement des fibres vers les autres postes de travail.



© CAËL KERBAOU/INRS

● Manipulation lors de la mise en carton de pièces finies.

Les phases d'emballage et de mise en carton sont aussi génératrices de poussière lorsque les pièces frottent contre les cartons par exemple. Une préconisation efficace consiste à mettre les pièces sous film ou à utiliser des parois (papier à bulles) placées entre chaque pièce pour limiter l'émission des fibres.

L'utilisation de phase d'humidification par brumisation n'apporte par forcément une bonne efficacité et crée fréquemment un mauvais environnement au niveau du poste de travail.

6. Contrôle des installations, maintenance

Lors des interventions de maintenance sur site, il est nécessaire d'équiper les personnes (se référer au guide de prévention [9]). Nous préconisons par ailleurs une bonne coordination entre les équipes de maintenance et les équipes de production car les opérations mettant en présence des fibres céramiques sont fortement abrasives et augmentent les risques d'usure prématurée des équipements mis en œuvre (intervention sur les machines, dans les réseaux d'aspiration, au niveau du captage des fibres céramiques et des systèmes de filtration). Le dossier d'installation doit être mis en place et sert de référence durant toute la durée de vie de l'installation. Dans le cadre de la sous-traitance, il est rappelé qu'un plan de prévention est obligatoire et que celui-ci doit identifier le risque.

7. Nettoyage des postes

Le nettoyage des postes de travail est une étape importante pour la réduction de l'empoussièrement. Il est nécessaire de développer, dans les unités de production, les bonnes pratiques de nettoyage de postes et de former les opérateurs. L'intégration de cette opération de nettoyage à la fiche de poste – de manière à maintenir le poste propre – afin qu'elle fasse partie de la mission des personnes, permet d'en augmenter son efficacité. L'utilisation d'aspirateurs localisés facilite cette tâche [14].

8. Équipements de protection

Pour toute information concernant les équipements de protections individuelles ou collectives, on se référera aux guides de préventions, dans lesquels sont décrites précisément les démarches à suivre [8, 9].

9. Gestion des déchets

Les déchets de produits à base de FCR doivent être éliminés dans une installation de stockage de déchets dangereux (ISDD, ancienne classe 1)².

Il est important de mettre en place une gestion des déchets directement sur le poste de travail sous aspiration et pensant à son intégration.

Les opérations de maintenance dans les dépoussiéreurs doivent être planifiées tout comme la collecte des déchets. L'enlèvement des sacs double sache étanches s'effectue en anticipant la libération de poussière lors de la fermeture du sac au moment de sa désolidarisation du dépoussiéreur.

Pour les petites quantités (manipulables manuellement), nous préconisons des poubelles avec couvercle (avec partie ouverte en caoutchouc mou par exemple) ainsi que des poubelles sous aspiration. Les sacs de déchets doivent être fermés avant manipulation en vue du regroupement précédant l'élimination.

Pour des informations complémentaires, on se référera aux guides de prévention – Fibres céramiques réfractaires « Isolation et protection thermique en milieu industriel » et « Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance » [8, 9].

²Voir le site : www.SINOE.org



● Bac de déchets avec anneau aspirant en partie supérieure.

© CAËL KERBAOLINIS

10. Dossiers techniques

Constat général

Les différents dossiers techniques décrivent des améliorations effectuées sur des postes d'usinage qui ne permettent pas de descendre en dessous de la valeur limite d'exposition fixée à $0,1 \text{ f/cm}^3$.

Le port des équipements de protection individuelle est obligatoire pour l'ensemble de ces postes.

L'utilisation de machines dédiées à l'usinage du bois (scie à ruban, ponceuse large bande) ne peut pas s'effectuer sans aménagements pour l'usinage de pièces contenant des FCR. Dans les exemples suivants, différentes solutions possibles sont traitées dans le but d'améliorer le captage de poussières en FCR et de baisser autant que possible les valeurs d'empoussièremment.

Scie à ruban

Cette machine est typiquement utilisée dans l'industrie du bois. Elle permet la mise aux cotes des pièces brutes produites par sciage. Les pièces sont posées contre une butée sur une table mobile. L'opérateur pousse la table vers 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 encoffronnée

dans le carter-machine. La fente prévue pour 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 qui a été réalisé sur la machine. Cet encoffrement n'existait pas à l'origine, il permet de confiner les opérations de sciage et de réduire la propagation de poussières de fibre céramique réfractaire dans l'usine.

L'évolution de la concentration en FCR au cours des dernières années montre une tendance à la réduction du niveau d'empoussièremment au poste de travail. **L'encoffrement** de la scie à ruban a été réalisé en 2009. Une mise en place d'une aspiration localisée

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



proche de la zone de sciage, ainsi qu'une procédure de nettoyage du poste de travail à la fin des opérations à l'aide d'un aspirateur ont été appliquées. La table de la machine a été perforée et une aspiration dans le caisson par l'intermédiaire d'une fente aspirante a été adaptée. Le débit total du système d'aspiration est de 18 000 m³/h.

Nous remarquons que depuis cette date les résultats des mesures se situent en dessous de 1 f/ml. Aujourd'hui, 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 cloisonnées et ventilées** ainsi que des **poubelles équipées d'anneaux aspirants**, sont des solutions simples à mettre en place pour réduire les niveaux d'empoussièrement.

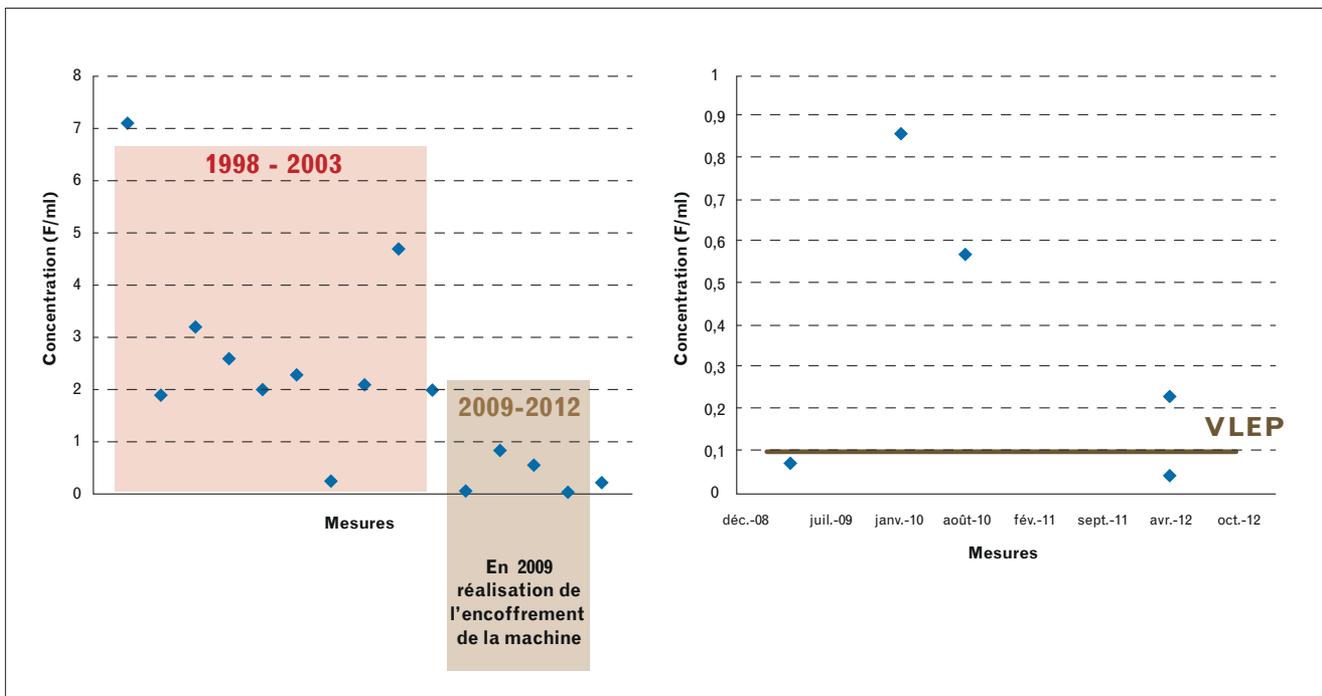


© INRS

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

● Évolution des mesures de la concentration en FCR pour la période 1998-2012.

Figure 2



Ponceuse large bande

Une ponceuse large bande est utilisée 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.

Nous voyons sur la courbe (*voir figure 3*) l'évolution des niveaux de concentrations autour de la ponceuse large bande pour la période 2008-2012. Afin de réduire ces niveaux, une zone de stockage des pièces sous aspiration avant et après ponçage est nécessaire. Le système d'aspiration sur la machine a un débit de l'ordre de 12 000 m³/h, auquel a été ajouté un mur aspirant en sortie de ponceuse avec un débit de l'ordre de 20 000 m³/h.

Différentes adaptations du poste de travail permettraient une diminution de l'em-poussièremment :

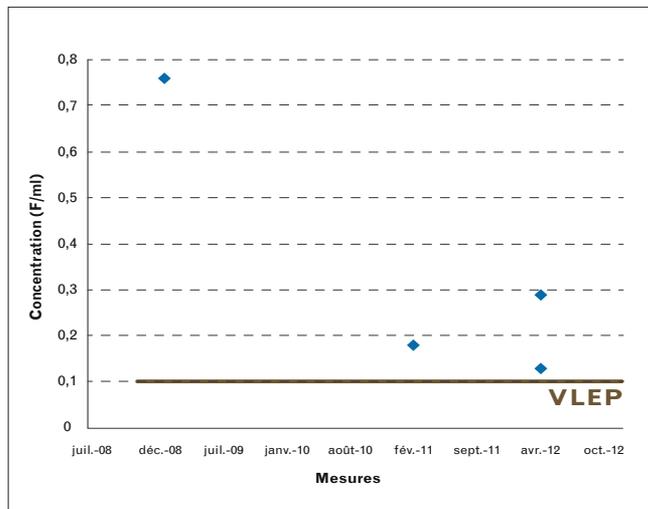
- ▶ mise en place d'une table élévatrice, afin de maintenir les pièces à hauteur pour limiter les frottements lors de la prise en main des pièces à usiner ;
- ▶ contrôle du niveau d'aspiration, pour détecter les bouchages du système de captage ;
- ▶ en sortie de ponceuse, s'assurer qu'une manipulation minimale se fera sous aspiration dans la zone de stockage des pièces usinées – table élévatrice.

● Ponceuse à bande.



● Évolution des mesures de la concentration en FCR pour la période 2008-2012.

Figure 3



Tour

Un tour, mis en place en vue d'ajuster les cotes sur des pièces cylindriques contenant des FCR, a été amélioré par l'ajout d'un capot de protection faisant face à l'opérateur. Un système d'extraction des poussières a été installé au plus près de la zone d'usinage afin de capter efficacement les poussières générées. Les valeurs d'empoussièrément sont regroupées dans les graphiques suivants (voir figure 4) :

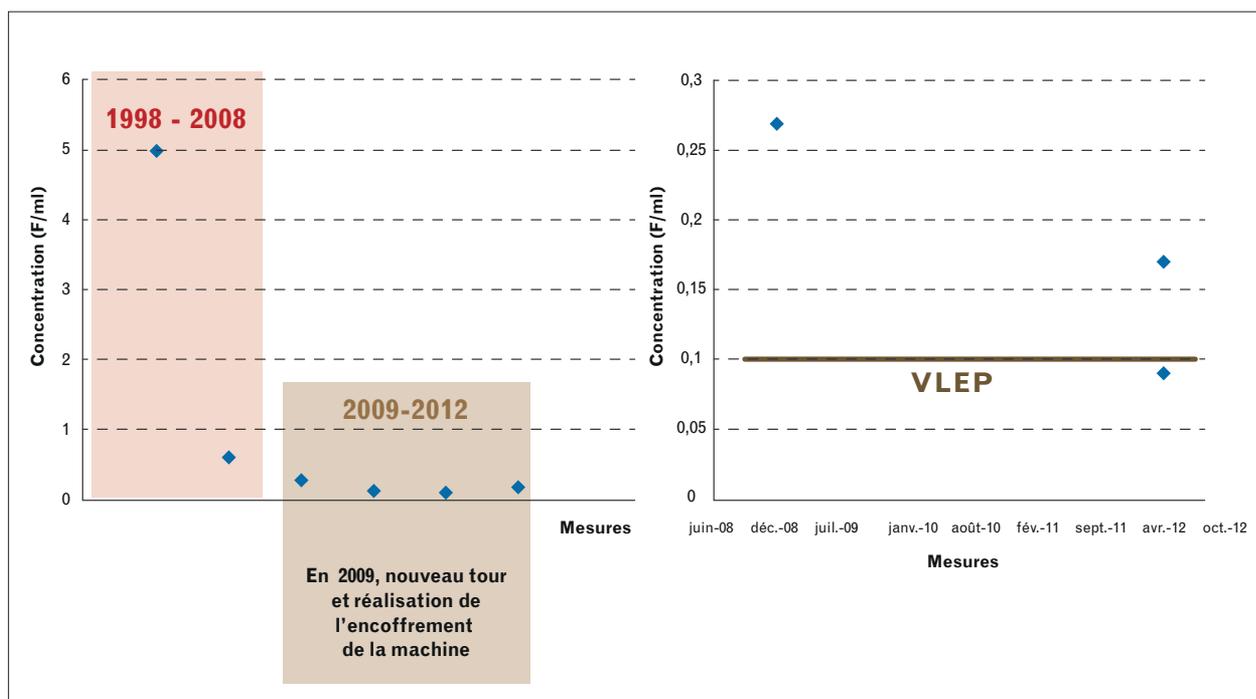
L'encoffrement de la machine, ainsi que les améliorations réalisées sur le tour en 2009, ont permis de réduire fortement les concentrations de FCR au poste de travail. Le débit total au niveau du système d'aspiration est de l'ordre de 20 000 m³/h.



● Tour avec capotage.

● Évolution des mesures de la concentration en FCR pour la période 1998-2012.

Figure 4



Déballage / Pulpeur

Ce poste se compose d'une table basculante pour déverser des rebuts de pièces en FCR et d'une machine permettant de retirer les sacs plastiques contenant des fibres céramiques réfractaires en vrac. Le déversement des rebuts et du vrac se fait dans un pulpeur où est préparé le mélange utilisé pour fabriquer les produits à base de fibres céramiques réfractaires. Le basculeur est équipé d'une hotte d'aspiration supérieure - mise en service en 2008 - avec détecteur automatique de présence de l'opérateur. Le débit d'aspiration est de l'ordre de 2 300 m³/h. La dessacheuse est équipée d'un système d'extraction des poussières avec un débit de 1 700 m³/h. L'ensemble des charges est porté à l'aide d'un manipulateur de charges installé en 2010. Les mesures d'empoussièremment à ce poste de travail sont comprises en 0,2 f/cm³ et 0,4 f/cm³.



● Poste de préparation.



Découpe en fin de ligne et mise de pièces sur étagère

Ce poste se situe en fin de ligne de fabrication de plaques contenant des FCR. Une scie circulaire est mise en place pour les découper aux dimensions requises. La scie 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 en FCR générées lors de leur déplacement. En bout de ligne une table élévatrice – avec déplacement vertical automatique – permet de stocker les plaques sans manipulation particulière. Un dossier 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/cm³ en juin 2007 à 0,05 f/cm³ en octobre 2007, après l'installation de la table élévatrice.



● Découpe en fin de ligne.

Découpe de nappe



Cette opération est faite sur une table de travail équipée d'un dossier aspirant et d'un plénum soufflant. Une poubelle pour les déchets avec anneau aspirant permet de contenir les poussières FCR à l'intérieur du bac de rejets.

● Découpe manuelle de nappe.



BIBLIOGRAPHIE

- [1]** Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques.
- [2]** Directive européenne n° 97/69/CE du 5 décembre 1997 - JCOE L-343 du 13 décembre 1997.
- [3]** Norme XP X 43-269 - Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement 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.
- [4]** Emploi des matériaux pulvérulents. Paris, INRS, ED 767, coll. Guide pratique de ventilation n° 17, 2003, 32 p.
- [5]** 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. *Annals of Occupational Hygiene*, 47, 2003, pp. 413-426.
- [6]** NF EN 60335-2-69 : 2005 – Appareils électrodomestiques et analogues. Sécurité. Partie 2-69 : règles particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage industriel et commercial.
- [7]** Le dossier d'installation de ventilation. Paris, INRS, ED 6008, coll. Guide pratique de ventilation n° 10, 2007, 20 p.
- [8]** Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel. Guide de prévention. Paris, INRS, ED 6085, coll. Guide de prévention, 2011, 72 p.
- [9]** Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance. Paris, INRS, ED 6084, coll. Guide de prévention, 2010, 64 p.
- [10]** Principes généraux de ventilation. Paris, INRS, ED 695, coll. Guide pratique de ventilation N° 0, 1989, 36 p.
- [11]** ED 841 – Conception des dispositifs de captage sur machines à bois. Paris, INRS, ED 841, 2001, 70 p.
- [12]** ACGIH – Industrial ventilation. A manual of recommended practice, 25 ed. Lansing, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2004, 350 p.
- [13]** Norme ANSI Z9.2-1979 – Fundamentals governing the design and operation of local exhaust systems. New York, American National Standards Institute, 1979.
- [14]** Norme NF EN 689 :1995 – Atmosphère des lieux de travail. Conseil pour l'évaluation de l'exposition aux agents chimiques aux fins de comparaison avec des valeurs limites et stratégie de mesure.
- [15]** Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX). Guide méthodologique. Paris, ED 945, 2011, 52 p.

ANNEXE

NOTICE DE POSTE Scie à ruban

PROTECTIONS

Collectives :

→ Dépoussiéreur industriel.

Individuelles :

→ Lunettes, chaussures de sécurité et vêtement de travail.



DANGER

- Présence de FCR
- Lame de scie
- Manipulation de fibres



RISQUES

- Exposition à un agent cancérogène cat. 1B
- Présence de fibres dans l'air
- Irritation lors de la manipulation des fibres
- Plaie, coupure ou section de doigts lors de l'utilisation de la scie



DÉFINITION

→ FCR (fibres céramiques réfractaires) cancérogène catégorie 1B : substances et préparations pour lesquelles il existe de forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances et préparations peut provoquer un cancer ou en augmenter la fréquence (définition de l'article R. 441-6 du Code du travail).

PROCÉDURE SÉCURITÉ/ HYGIÈNE



⚠ Obligation de porter une protection respiratoire du type ventilation assistée

- Fiche de description de poste
- Conseils de sécurité du manuel d'utilisation et d'entretien
- Réglage de la tension de la lame au nombre de tours de volant
- Le protecteur est à régler à chaque changement de hauteur de pièces.

⚠ Dès que la lame flotte ou vibre, arrêter la scie et vérifier l'état de la lame et retendre si possible.

⚠ Arrêt de la lame dès que l'on quitte le poste

⚠ Lorsque la lame est détendue, mettre l'affiche « détendue »

Douches obligatoires pour tout le personnel exposé aux FCR : voir règlement intérieur

Exemple de fiche de poste

Les fibres céramiques réfractaires (FCR) sont des produits d'isolation haute température. Elles sont utilisées pour des applications industrielles dans de nombreux secteurs d'activité (acier, céramique, chimie, aéronautique, ferroviaire, automobile, énergie, etc ...). Les fibres céramiques réfractaires sont classées cancérogènes possibles pour l'homme et ont été ajoutées sur la liste des substances extrêmement préoccupantes candidates à autorisation de mise sur le marché.

Ce guide est destiné à informer et à donner des réponses pratiques et des conseils de prévention pour la réalisation de systèmes de captage de poussières lors de l'usinage de produits à base de fibres céramiques réfractaires sur des postes de travail fixes. Les entreprises concernées sont les fabricants de FCR et les utilisateurs qui mettent en œuvre ces matériaux.

Il s'adresse à la totalité des professionnels concernés par des usinages – découpe, ponçage, mise en forme avec outil de coupe – de produits à base de fibres céramiques réfractaires (entreprises, employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT).



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 6156

1^{re} édition • juin 2013 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2087-4