

→ J. Catani, Laboratoire inter-régional de chimie (LIC), Marseille ;
 J.F. Certin, LIC, Nantes ;
 M. Charretton, LIC, Lyon ;
 Y. Créau, LIC, Rouen ;
 P. Goutet, LIC, Nancy ;
 M. Guimon, Département Risques chimiques et biologiques, INRS, Paris ;
 A. Hou, LIC, Bordeaux ;
 E. Kauffer, R. Vincent, Département Métrologie des polluants, INRS, Vandœuvre-lès-Nancy ;
 J. Laureillard, LTI, Paris ;
 A. Soyez, LIC, Lille

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO REFRACTORY CERAMIC FIBRES

PREVENTION MEASURES DURING USE

Measurements of exposure to refractory ceramic fibres were performed in 101 establishments belonging to different sectors of activity by the eight Inter-Regional Chemistry Laboratories of the CRAMs and INRS. The analysis of 869 personal samples yielded an estimation of exposure levels per category of work and per profession. The highest exposures were encountered during work involving the removal and application of materials composed of refractory ceramic fibres and during finishing work on the production of items made of refractory ceramic fibres. Refractory ceramic fibres fall within the scope of Decree 2001-97 of 1 February 2001 relative to specific rules for the prevention of risks linked to substances classified as carcinogens, mutagens or toxic to reproduction. This document presents the prevention measures to be applied during their use.

● refractory ceramic fibre ● occupational exposure ● measurement ● case study ● prevention measure

Exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires

Mesures de prévention lors de l'utilisation

Des mesures d'exposition aux fibres céramiques réfractaires ont été réalisées dans 101 établissements appartenant à différents secteurs d'activité, par les huit Laboratoires interrégionaux de Chimie des CRAM (LIC) et l'INRS. L'analyse de 869 prélèvements individuels permet d'estimer les niveaux d'exposition par catégorie de travaux et par profession. Les expositions les plus élevées sont rencontrées lors des travaux de retrait et de pose de matériaux en fibres céramiques réfractaires ainsi que lors des travaux de finition au cours de la fabrication de pièces en fibres céramiques réfractaires.

Les fibres céramiques réfractaires sont concernées par l'application du décret 2001-97 du 1^{er} février 2001 relatif aux règles particulières de prévention des risques cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction. Ce document présente les mesures de prévention à mettre en œuvre lors de leur utilisation.

● fibre céramique réfractaire ● exposition professionnelle ● mesure ● étude de cas ● mesure de prévention

Les fibres céramiques réfractaires (FCR), ont été et sont toujours beaucoup utilisées, souvent en remplacement de l'amiante, pour des applications d'isolation thermique.

Leur caractère cancérogène a conduit les laboratoires des CRAM et de l'INRS à mener une évaluation des niveaux d'exposition dans de nombreuses situations de travail où sont mises en œuvre ces fibres. Pour compléter les données recueillies depuis 1990, une campagne de prélèvements a été menée en 2000 et 2001.

L'exploitation des résultats, à partir de la base de données COLCHIC, a conduit à hiérarchiser le risque suivant les types de tâches et les secteurs d'activités. Une comparaison avec les autres données de la littérature sur le sujet a donc été possible.

En complément, les mesures de prévention à mettre en œuvre sont présentées, illustrées d'exemples.

I. Rappels

1.1. Présentation générale

Définitions

Qu'appelle-t-on « Fibres céramiques réfractaires » ?

Selon la Directive européenne n° 97/69/CE du 5 décembre 1997, publiée au JOCE L-343 du 13 décembre 1997, transposée par l'arrêté du 28 août 1998 :

« Fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux ($[\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}] + [\text{CaO}] + [\text{MgO}] + [\text{BaO}]$) est inférieur à 18 % ».

Les fibres céramiques réfractaires sont des fibres de silicates d'aluminium conçues pour des applications dépassant 1 000 °C et commercialisées depuis les années 1950. Elles appartiennent à la

famille des fibres inorganiques synthétiques et sont classées dans la catégorie des Fibres minérales artificielles (fig. 1).

Elles sont élaborées à partir de mélange silice-alumine (Europe) ou de kaolinite (Amérique, Asie). Elles contiennent 47-54 % de silice et 35-51 % d'alumine. Des oxydes comme la zircone (0-17 %), des oxydes de bore ou de titane peuvent être ajoutés en fonction des propriétés recherchées.

Les fibres d'alumine cristallines, les fibres de silice, les whiskers monocristallins (ex. SiC, WO, MgSO₄), les filaments continus ne sont pas considérés comme des fibres céramiques réfractaires.

Fabrication

Les constituants sont fondus entre 1 500 et 2 100 °C puis la masse vitreuse fondue est transformée en fibres par un procédé rotatif ou par soufflage d'air. Les fibres sont collectées pour former un matelas. Ce matelas est soit conditionné, soit lubrifié et cousu pour former une nappe. La nappe est ensuite chauffée en étuve pour éliminer toute trace de lubrifiants puis coupée et conditionnée en fonction de l'application. Ces matériaux peuvent être directement utilisés ou sont retraités pour former d'autres produits tels que des modules, des feutres, des papiers, des panneaux, des pièces préformées, des mortiers, des colles, des bétons, des textiles (tresses, tissus, bourrelets...) (fig. 2).

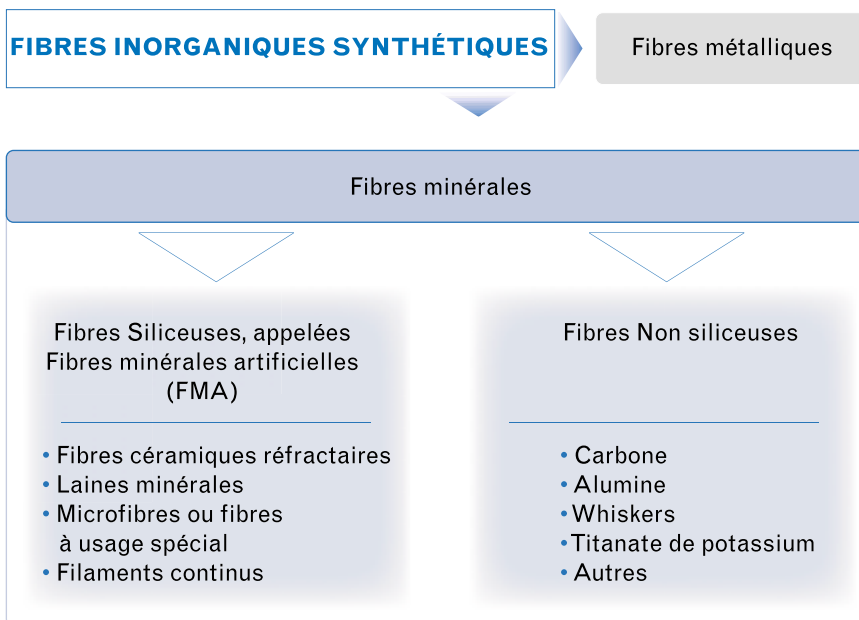
Propriétés physico-chimiques

Les fibres céramiques réfractaires ont un aspect blanc, cotonneux. Elles sont positionnées de manière aléatoire les unes par rapport aux autres. Des particules non fibreuses (shots) sont inévitablement produites lors de la fabrication des FCR et peuvent représenter 40 à 60 % en poids du matériau. A la différence de l'amiante, les FCR se coupent transversalement et ne peuvent pas se séparer longitudinalement en fibrilles de diamètres inférieurs. Le [tableau 1](#) présente certaines propriétés physico-chimiques des FCR comparées à l'amiante.

Ces différentes propriétés font des FCR un matériau de choix pour l'isolation thermique à haute température.

Dans la catégorie des Fibres minérales artificielles, les FCR sont parmi les fibres

Fig. 1. Fibres inorganiques synthétiques - Inorganic synthetic fibres



les moins solubles dans les milieux biologiques, elles sont dites biopersistantes.

Sous l'action de la chaleur, à des températures supérieures à 1 000 °C, les fibres céramiques réfractaires recristallisent et forment de la cristobalite (silice cristalline) et de la mullite. Cette dévitrification est d'autant plus importante que la température est élevée.

1.2. Utilisations et mise en œuvre

Environ 50 000 tonnes de fibres céramiques réfractaires sont utilisées annuellement en Europe dont 12 000 tonnes en France.

Selon les résultats de l'étude CAREX [1], le nombre de salariés potentiellement exposés aux FCR en Europe durant la période 1990-93 s'élevait à environ 60 000. En France [2], les estimations effectuées dans le cadre de l'étude CAREX indiquaient une population potentiellement exposée de 15 à 20 000 salariés.

Les principaux producteurs européens sont Unifrax (anciennement Carborundum et Kerlane), Thermal Ceramics (groupe Morgan Crucible) et Rath.

Une liste non exhaustive de dénominations commerciales est donnée en [annexes 1 et 2](#) à titre indicatif.



Photo ECFIA

Fig. 2. Produits à base de fibres céramiques réfractaires - Products based on refractory ceramic fibres

TABLEAU I

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES - *PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES*

PROPRIÉTÉS	FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES	AMIANTE CHRYSOTILE
Diamètre moyen des fibres	1 - 3 µm	0,1 - 1 µm
Longueur des fibres	quelques microns à quelques cm	quelques microns à quelques cm
Diamètre des fibrilles	pas de fibrilles	0,02 µm
Type de cassure	transversale	longitudinale en fibrilles de diamètres inférieurs
Résistance à la température (°C)	1 260 1 450 si zircone	600
Masse volumique (g/cm ³)	2,6 - 2,7	2,5
Conductivité thermique	faible	faible
Chaleur spécifique	faible	faible
Résistance chimique	aux acides	aux bases
Résistance aux chocs thermiques	bonne	bonne
Résilience et flexibilité	bonne	bonne

Les fibres céramiques réfractaires sont principalement utilisées dans des applications industrielles pour l'isolation thermique de fours industriels, de hauts fourneaux, de moules de fonderie, de tuyauteries, de câbles pour la fabrication de joints, mais également dans des applications automobiles et aéronautiques et dans la protection incendie.

Les fibres céramiques réfractaires sortent des usines de fabrication soit en vrac, soit sous forme de nappes.

■ Les **nappes** peuvent servir de revêtements isolants pour des parois de fours, de réacteurs, de cogénérateurs. Dans ce cas, elles peuvent être mises en œuvre directement, sans transformation particulière. Elles sont en général livrées en rouleaux, découpées aux ciseaux ou à l'aide d'outils type cutter, puis positionnées manuellement, tassées, et éventuellement maintenues en place par des picots ou des agrafes.

■ Les **fibres en vrac** sont utilisées pour la fabrication de pièces moulées (modules, coquilles), de panneaux, de cartons, de feuilles ou de mastics. Ces fabrications se font en général en milieu humide, les fibres sont incorporées aux autres composants dans des appareils type mélangeurs

ou pulpeurs, puis mises en forme par laminage, ou compression dans des moules. Les opérateurs peuvent être exposés aux fibres lors du chargement des appareils, de la manipulation des sacs de fibres, y compris des sacs vides, et lors du nettoyage des appareils. Une fois secs, les panneaux, les feuilles ou les pièces peuvent être découpés, ébavurés et entretenus, ce qui peut aussi exposer aux fibres les ouvriers concernés.

À signaler que certains pré-mélanges peuvent être réalisés à sec, comme dans le cas de la fabrication des matériaux de friction qui peut faire appel à des fibres céramiques incorporées dans des résines avec d'autres charges complexes.

Les fibres en vrac sont aussi utilisées pour la fabrication de fils et de tissus. Dans ce cas, elles sont cardées, puis tressées et bobinées. Les fils obtenus peuvent ensuite être repris pour la fabrication de bourrelets, ou tissés, pour la fabrication des tissus qui seront mis en œuvre ultérieurement. L'exposition des opérateurs est possible à tous les stades de ces fabrications.

■ Les **pièces** ou les **matériaux** issus de ces premières transformations des fibres, comme les panneaux, les feuilles, les cor-

donnets, les tresses, sont ensuite usinés. Ces phases d'usinage comprennent diverses opérations libérant des fibres (par exemple : le sciage, la découpe, le fraisage, le rainurage, le perçage).

L'assemblage des pièces contenant des fibres céramiques réfractaires peut être réalisé à l'aide de courroies, agrafes, rubans, colles et fixations métalliques.

Dans tous les cas, ces travaux peuvent exposer aux fibres. Ils produisent aussi des déchets, dont la manipulation et le transport sont des sources d'exposition potentielle aux fibres céramiques.

1.3. Dangers pour la santé

Les dimensions des fibres, leur composition chimique, leurs propriétés de surface et leur capacité à persister en milieu pulmonaire jouent un rôle dans les mécanismes toxiques. Pour produire un effet pathogène, les fibres doivent pénétrer dans le poumon profond. Chez l'homme, seules les fibres de diamètre inférieur à 3 microns atteignent cette zone.

Les fibres céramiques réfractaires ont fait l'objet d'une évaluation toxicologique dans le cadre d'une expertise collective conduite par l'INSERM en 1998 et par le CIRC ⁽¹⁾ en 2002 [3, 4], dont les principales conclusions sont les suivantes :

Dermatoses

Des dermites irritatives ont été observées même à de faibles concentrations de fibres dans l'atmosphère (0,2 fibre/cm³).

Pathologies respiratoires non malignes

Un risque de survenue de plaques pleurales et d'altération de la fonction respiratoire (obstruction des voies aériennes chez les fumeurs) a été rapporté.

Les études épidémiologiques n'ont pas mis en évidence l'existence de fibroses pulmonaires, mais les expositions cumulées aux fibres étaient très faibles.

En expérimentation animale, les fibres céramiques réfractaires ont montré un potentiel fibrosant.

⁽¹⁾ INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale, Paris.
CIRC : Centre international de recherche contre le cancer, Lyon.

Cancers

Chez l'homme, l'existence d'un risque accru de cancers n'est pas évaluable actuellement, les études épidémiologiques étant en cours.

L'expérimentation animale a mis en évidence un pouvoir cancérogène (mésothéliomes, cancers broncho-pulmonaires,...) des fibres céramiques réfractaires.

1.4. Réglementation et valeur limite

■ La directive européenne 97/69/CE du 5 décembre 1997, transposée par l'arrêté du 28 août 1998 et sa circulaire DRT 99/10 du 13 août 1999, a ajouté les fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire dans la liste des substances dangereuses. Elle a défini la classification et l'étiquetage des laines minérales, des fibres céramiques réfractaires et des fibres à usage spécial. Seules sont concernées les fibres de diamètre inférieur à 6 µm (2).

Les fibres céramiques réfractaires sont classées cancérogènes de catégorie 2 (substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme). Elles sont étiquetées Toxique (T), avec les phrases de risque R 49 « Peut causer le cancer par inhalation » et R 38 « Irritant pour la peau » (cf. fig. 3).

Les préparations contenant plus de 0,1 % en poids de FCR doivent également être étiquetées Toxiques (T), avec les phrases de risque R 49 « Peut causer le cancer par inhalation » et R 38 « Irritant pour la peau ».

L'étiquetage comprend les conseils de prudence suivants :

- S 53 « éviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation » ;
- S 45 « en cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette) ».

La France a choisi d'appliquer ces règles d'étiquetage à tous les produits contenant des FCR (circulaire DRT 99/10 du 13 août 1999), dès lors qu'il existe un risque de libération de fibres lors de l'utilisation (par exemple : pour les produits prédécoupés, ou non, mais pouvant faire l'objet de découpes ou d'ajustement et pour les ciments pulvérulents).

(2) Diamètre moyen géométrique pondéré par la longueur, moins deux erreurs types.

La mise sur le marché de FCR ou de produits en contenant doit être accompagnée d'une fiche de données de sécurité.

■ Le décret 2001-97 du 1^{er} février 2001 (articles R. 231-56 et suivants du Code du travail) précise les règles relatives aux agents cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction. Ces règles sont applicables aux fibres céramiques réfractaires

■ En France, la valeur limite de moyenne d'exposition pondérée sur huit heures (VME) est de 0,6 fibre/cm³ (f/cm³) pour les fibres céramiques réfractaires.

2. Mesures d'exposition aux FCR

L'exposition aux FCR a été estimée à partir de deux sources :

- une analyse des résultats de mesures archivés dans la base de données COL-CHIC depuis 1990 [5] ;
- une campagne spécifique de mesures d'exposition aux FCR organisée durant la période 2000-2001.

Durant cette campagne, la description des facteurs d'exposition a fait l'objet d'une saisie d'informations codifiées. Tous les dossiers des interventions réalisées avant la période 2000-2001, ont été ensuite codifiés de la même manière. Ces mesures ont été effectuées par les huit Laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM (LIC) et ceux de l'INRS lors d'interventions menées dans 101 établissements appartenant à divers secteurs d'activités.

Au total 869 mesures d'exposition réalisées par prélèvement individuel de l'air des lieux de travail ont été exploitées. La majorité des prélèvements a été exécutée durant la période 1996-2001 (64,7 %).

2.1. Techniques de prélèvement et d'analyse

Les mesures ont été effectuées, par prélèvement individuel de l'air des lieux de travail, à l'aide de cassettes ouvertes équipées d'un filtre quadrillé en ester de cellulose, d'un diamètre de 25 mm. Les résultats de ces mesures correspondent à des concentrations en fibres de FCR dans la zone respiratoire des salariés, mais ne reflètent pas l'exposition réelle des salariés qui, dans certains cas, utilisaient une protection respiratoire : 43,2 % des prélèvements ont été réalisés alors que le salarié portait une protection respiratoire jugée adaptée. Seuls les prélèvements dont le débit se situait dans la plage recommandée (0,5-2 l/min ± 10 %), ont été sélectionnés pour l'exploitation. Après application de ce critère sélectif, 839 résultats sont exploitables. Les conditions de débit et de durée de cette série de prélèvements individuels figurent dans le [tableau II](#).

La valeur médiane des durées de prélèvement est pratiquement de deux heures, ce qui permet généralement d'estimer de manière représentative l'exposition sur la durée du poste de travail.



T - Toxique

R : 49-38

S : 53-45

Fig. 3. Étiquetage - Labelling

TABLEAU II

DESRIPTIF DES CONDITIONS DE PRÉLÈVEMENT
DESCRIPTION OF THE SAMPLING CONDITIONS

Prélèvements individuels (n = 839)	Moyenne	Médiane	Étendue
Durée (min)	119	109	3 - 417
Débit (l/min)	1,21	1,02	0,45 - 2,18

Des prélèvements de courte durée ont été effectués lorsque le niveau d'empoussièrement était, a priori, considéré comme très élevé.

Les fibres ont été comptées par microscopie optique en contraste de phase (MOCP) suivant la norme X 43-269 [6]. Les fibres retenues pour le comptage sont les fibres de longueur supérieure à 5 µm, de rapport longueur/largeur supérieur à 3 et de largeur au plus égale à 3 µm.

Seuls ont été pris en compte les résultats concernant une mono-exposition aux FCR. Cette monoexposition aux FCR a été confirmée par la connaissance des fibres utilisées (78,3 %), par une analyse complémentaire des filtres en microscopie électronique à balayage (19,7 %) et par l'analyse d'échantillons de matériaux fibreux (1 %). Dans 1 % des cas, la méthode utilisée pour spécifier une exposition exclusive aux FCR, n'a pas été précisée.

2.2. Exploitation des résultats

Analyse Globale

La distribution en fréquence cumulée de l'ensemble des mesures d'exposition effectuées durant la période 1990 à 2001 est représentée sur la *figure 4*.

Ce graphique ne concerne que les résultats ayant une valeur inférieure ou égale à 2 f/cm³, sachant que les résultats de cette série variaient de moins de 0,01 f/cm³ à 27 f/cm³.

Les distributions de résultats sont légèrement différentes (*fig. 5*) suivant que les mesures ont été effectuées durant la période 1990-95 (397 mesures) ou 1996-2001 (442 mesures). Pour la période 1996-2001, la valeur maximale mesurée atteignait 27 f/cm³ contre 20,6 f/cm³ pendant la période 1990-95.

Analyse détaillée

De manière à analyser les résultats de mesures d'exposition aux FCR, des critères descriptifs ont également été renseignés afin de caractériser les différents groupes d'exposition similaires : nature des travaux réalisés, type de matériaux, métier des salariés...

Les résultats ont été notamment caractérisés en fonction des catégories de travaux réalisés par les salariés sur la base d'une grille d'analyse fréquemment utilisée pour caractériser l'exposition aux FCR [7 à 9]. La définition de ces huit catégories de travaux figure dans le *tableau III (page suivante)*.

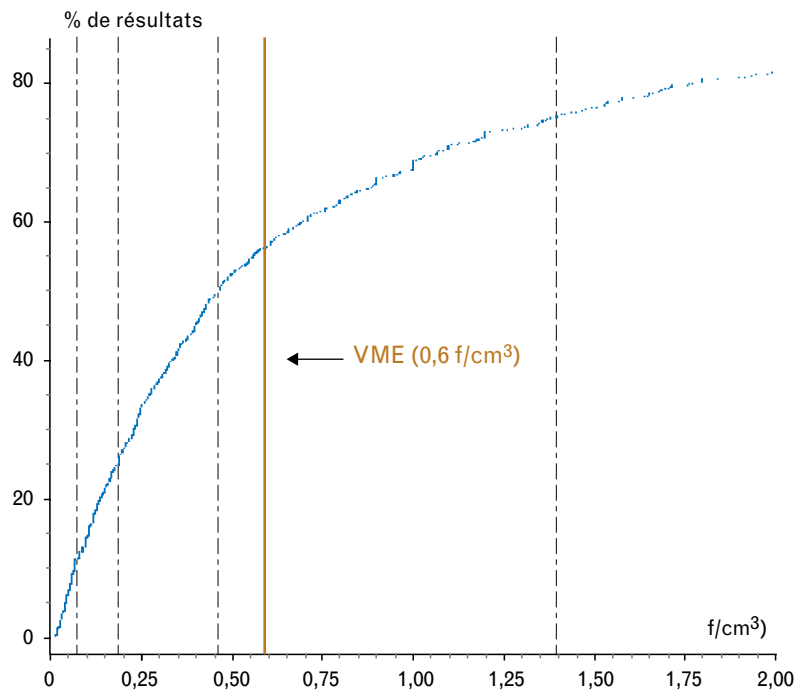


Fig.4. Distribution en fréquence cumulée de l'ensemble des résultats de mesures d'exposition aux FCR. Les fibres verticales sur le graphique correspondent aux valeurs des percentiles 10 (0,07 f/cm³), 25 (0,19 f/cm³), 50 (0,46 f/cm³), 75 (1,39 f/cm³). La valeur du percentile 90 est de 3,64 f/cm³ (non représentée). 56 % des résultats sont inférieurs à la VME de 0,6 f/cm³.

- Cumulative frequency distribution of all the results of the RCF exposure measurements. The vertical fibres on the graph correspond to the 10 (0.07 f/cm³), 25 (0.19 f/cm³), 50 (0.46 f/cm³) and 75 (1.39 f/cm³) percentile values. The 90 percentile value was 3.64 f/cm³ (not shown). 56 % of the results were below the VME (mean exposure value) of 0.6 f/cm³.

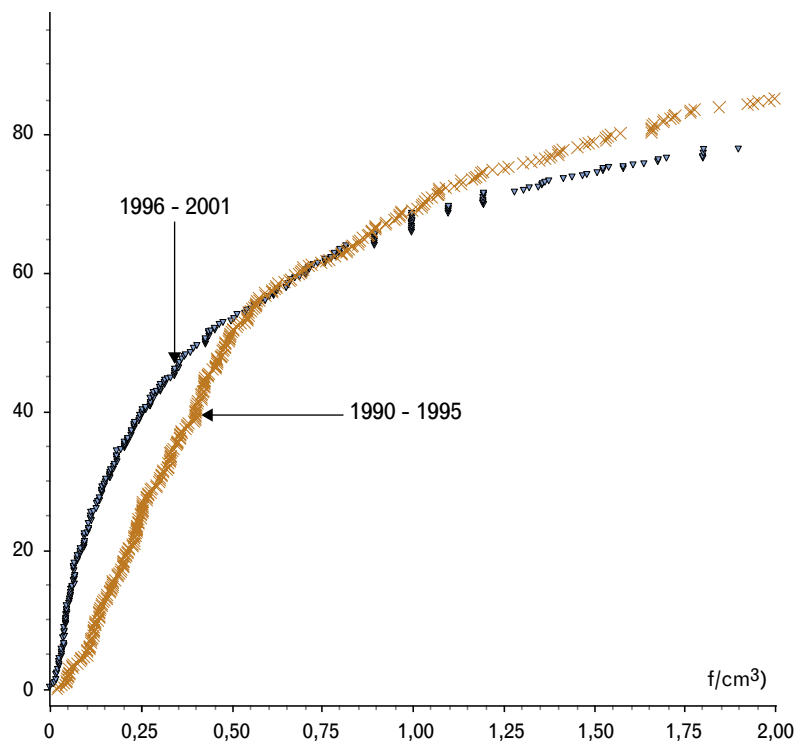


Fig.5. Distribution en fréquence cumulée de l'ensemble des résultats de mesures d'exposition aux FCR en fonction de la période. Pour la période 1996-2001, le profil de distributions des expositions aux FCR est légèrement différent de celui observé pour la période 1990-1995.

- Cumulative frequency distribution of all the results of the RCF exposure measurements as a function of period. For the period 1996-2001, the RCF exposure distribution profile is slightly different from that observed for the period 1990-1995.

TABLEAU III

DÉFINITION DES CATÉGORIES DE TRAVAUX
- DEFINITION OF THE WORK CATEGORIES

CATÉGORIE	DESCRIPTION DES TRAVAUX
C1 Fabrication de FCR	Production de FCR en vrac ou en nappes. Cette catégorie inclut tous les postes de travail de la ligne de fabrication, depuis les opérations de mélange des matières premières jusqu'au conditionnement des FCR en fin de ligne, sauf le personnel d'encadrement.
C2 Fabrication de pièces en FCR	Fabrication en milieu humide de pièces moulées sous vide, de panneaux, de feutre et de papier. Cette catégorie inclut également les opérations de mélange de FCR dans des mastics, des produits chimiques et des produits à mouler. Mélange à sec des matières premières. Pesage, préparation et mélange des matières premières destinées à la fabrication. Manipulation de pièces humides.
C3 Finition lors de la production de pièces en FCR	Découpage et usinage de matériaux en FCR après fabrication à l'aide d'outils manuels (y compris les outils portatifs) et/ou de machine-outils. Emboutissage, estampage de nappes FCR, de papier sauf les opérations de ce type effectuées dans le secteur de l'automobile. Sciage, rainurage, ébarbage, ponçage de pièces et de matériaux en FCR : nappes, plaques, panneaux. Reconditionnement de matériaux et pièces en FCR. Découpage et ébarbage de pièces en FCR destinés à divers appareils. Fraisage, détourage de panneaux en FCR ou d'autres pièces moulées sous vide. Sont inclus dans cette catégorie les salariés exposés indirectement aux FCR (n'utilisant pas de FCR) lors de travaux de finition, sauf s'ils exercent une fonction de surveillance ou d'encadrement.
C4 Opérations d'assemblage	Opérations d'assemblage de matériaux FCR avec d'autres matériaux (autres ou FCR), excepté l'assemblage de pièces pour l'automobile. Cette catégorie inclut l'assemblage en usine de composants de fours industriels lorsque les travaux sont réalisés à l'extérieur du four dans une zone où il est possible de mettre en place des dispositifs de captage. Assemblage d'appareils électroménagers, remplacement de garnitures FCR dans des appareils, découpe de matériaux FCR pour fabrication de pièces, assemblage de silencieux, ébarbage de pièces et assemblage, stratification de papier FCR...
C5 Installation	Construction ou fabrication de fours ou chaudières industrielles, équipements pour raffineries, industries chimiques, industries de la céramique, fonderies, générateurs électriques, incinérateurs sur sites d'utilisation et construction de fours ou d'éléments de fours en usine sans utilisation de protections collectives. Cette catégorie ne concerne pas la construction de petits éléments de four quand les travaux sont réalisés dans une zone où existent des protections collectives. Découpage, ébavurage sur site des éléments à assembler, enrobage de moule avec des FCR (fonderie), découpage et mise en place de nappes FCR, pulvérisation de matériaux FCR...
C6 Enlèvement	Enlèvement de matériaux FCR de fours usagés. Remplacement des matériaux FCR de fours en service. Déshabillage de moules et opérations de décochage. Nettoyage et élimination des FCR lors d'opérations d'enlèvement.
C7 Opérations auxiliaires	Il s'agit des opérations réalisées par des salariés exposés indirectement aux FCR durant leur poste de travail, y compris le personnel d'encadrement, et dont l'exposition n'est pas a priori comparable à celle des salariés exposés directement aux FCR. Cette catégorie inclut des tâches ou métiers au cours desquels des FCR peuvent être manipulées mais avec une très faible exposition : manipulation de matériaux ou pièces en FCR emballées, magasinier, caristes, confection de cartons d'emballage pour FCR en fin de ligne de production, contrôle qualité, sortie du four et emballage d'objets moulés en FCR sans opérations de finition, manutention de moules entourés de FCR lors de chargement de camions et opérations de stockage.
C8 Autres	Toutes les autres opérations effectuées lors de la production de papier FCR, de textiles, d'équipements pour l'industrie automobile ou dans d'autres secteurs industriels. Toutes les opérations non définies dans les catégories ci-dessus : conducteur de machine à carder, à tisser, utilisation de FCR lors d'opérations de soudage, de coulée de métal en fonderie...

2.3. Résultats

L'exposition aux FCR par catégorie de travaux

Les résultats en fonction des catégories de travaux figurent dans le *tableau IV* et en *figure 6 (page suivante)*. Dans le tableau IV sont également mentionnés les secteurs d'activités auxquels étaient affiliés les établissements où se sont déroulées les mesures. Les renseignements concernant

les types de matériaux FCR manipulés par les salariés lors des mesures, ainsi que leur état, l'utilisation d'une protection individuelle respiratoire, jugée efficace par le technicien effectuant les mesures d'exposition sont également indiqués.

Pour réaliser les calculs statistiques, les résultats dont la valeur était exprimée sous la forme : " $\leq x$ fibres/cm³" ont été remplacés par " $x/2$ " (exemple : $\leq 0,06$ f/cm³ est remplacé par la valeur 0,03 f/cm³).

L'exposition aux FCR par profession

Lors des interventions en entreprises, la profession des salariés, ayant fait l'objet d'une mesure d'exposition, a été codifiée en utilisant le répertoire opérationnel des métiers et des emplois (ROME) [10] de l'Agence nationale pour l'emploi (ANPE).

TABLEAU IV

EXPOSITION AUX FCR PAR CATÉGORIE DE TRAVAUX - RCF EXPOSURE BY WORK CATEGORY

Catégorie de travaux	Nbre de résultats	Statistiques en fibres/cm ³				P (*)	Secteurs d'activités (code NAF)	Matériaux FCR		Protec. indiv.	
		Moy. arithm.	Moy. géom.	Médiane	Étendue			Type (%)	État (%)	Oui (%)	Non (%)
C1 Fabrication de FCR	101	0,49	0,40	0,41	0,05-2,21	22,7	Fabrication de produits céramiques réfractaires (26.2 L)	Nappes (51) Vrac (33)	Friable neuf (85)	20	80
C2 Fabrication de pièces en FCR	55	0,80	0,32	0,27	0,05-9,54	14,5	Fabrication de produits céramiques réfractaires (26.2 L)	Pièces (49) Feutres (25) Nappes (11)	Neuf et compact (49) Friable (47)	13	87
C3 Finition lors de la production de pièces en FCR	163	2,50	1,46	1,57	0,06-24,50	78,5	Fabrication de produits céramiques (26.2) Fabrication de verre et d'articles en verre (26.1)	Pièces (47) Panneaux (22) Nappes (15)	Neuf friable (46) Compact (48)	37	63
C4 Opérations d'assemblage	168	0,73	0,28	0,24	0,02-15,30	29,2	Fabrication de machines et équipements (29) Industrie du caoutchouc et des plastiques (25) Fabrication de machines et appareils électriques (31)	Nappes (59) Panneaux (27) Textiles (10)	Neuf friable (84)	38	62
C5 Installation	97	1,40	0,55	0,51	0,02-20,60	44,3	Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil (45.2) Métallurgie (27)	Nappes (86) Vrac (9)	Neuf friable (64) Compact (32)	80	20
C6 Enlèvement	129	3,54	1,28	1,53	0,03-27,00	69,8	Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil (45.2) Métallurgie (27) Fabrication d'autres produits minéraux (26)	Nappes (62) Vrac (19)	Friable usagé (87)	86	14
C7 Opérations auxiliaires	101	0,35	0,17	0,16	0,01-2,50	13,9	Fabrication de produits céramiques (26.2) Fabrications de tuiles et briques en terre cuite (26.4)	Non précisé (65) Nappes (19)	Friable usagé (19)	10	90
C8 Autres	25	0,20	0,08	0,06	$\leq 0,01$ -1,37	12	Production de métaux non ferreux (27.4) Fonderie (27.5) Fabrication de charpentes et menuiseries (20.3)	Nappes (64) Textiles (24)	Neuf friable (52) Usagé friable (40)	48	52

(*) P représente le pourcentage de résultats supérieurs à la VME de 0,6 f/cm³.

Fig.6. Exposition aux FCR par catégorie de travaux [graphique en boîtes] (ce type de graphique permet de représenter les percentiles 10, 25, 50 (médiane), 75 et 90 de la distribution d'une variable. Les valeurs situées au-delà des percentile 10 et 90 sont représentées par des points. L'étrangement de la boîte correspond à l'intervalle de confiance à 95 % autour de la médiane) - *Exposure to RCFs per category of work [box graphs]. (This type of graph allows presentation of the 10, 25, 50 (median), 75 and 90 percentiles of the distribution of a variable. The values situated beyond the 10 and 90 percentiles are represented by dots. The narrow section of the box corresponds to the 95 % confidence interval around the median)*

Les niveaux d'exposition pour les professions les plus fréquemment codifiées sont reportés dans le [tableau V](#) et la [figure 7](#). Les professions indiquées dans ce tableau représentent 80 % des mesures d'exposition aux FCR.

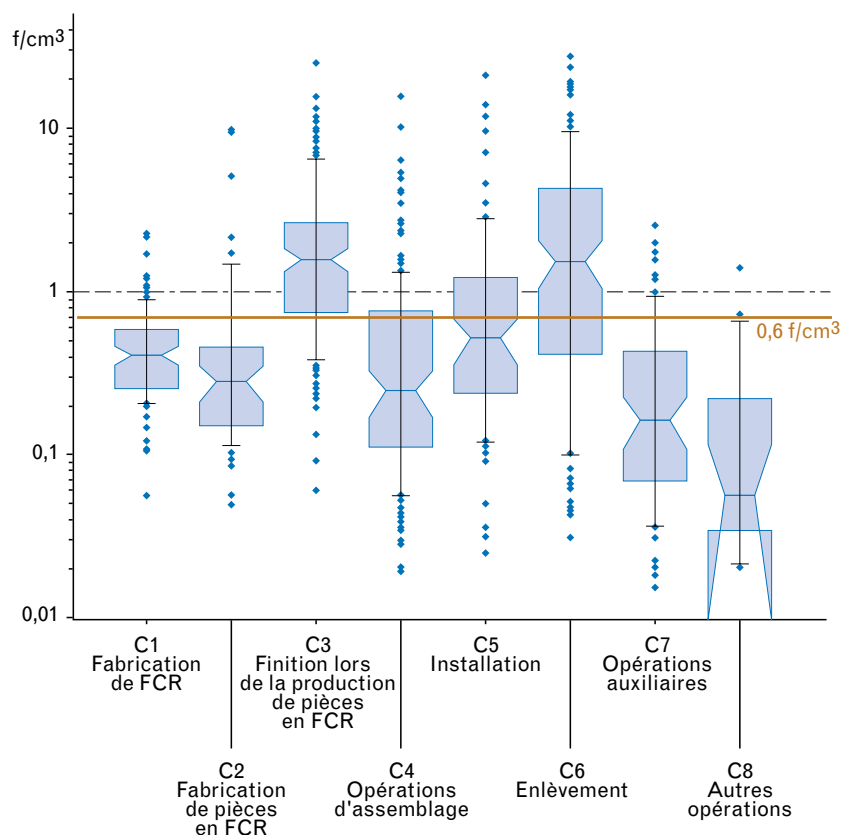
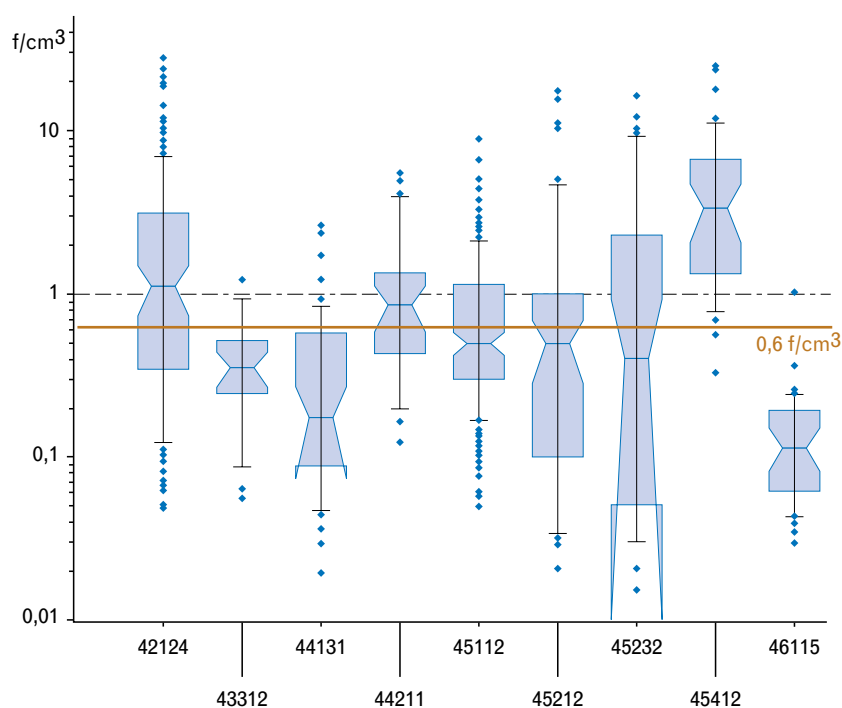


Fig.7. exposition par type de profession (code ROME) lors de la mise en œuvre de FCR - *Exposure per type of profession (ROME code) when using RCFs*



2.4. Discussion

Les données d'exposition au FCR présentées dans cet article sont très comparables à celles collectées lors de programmes d'évaluation des expositions menés en Europe [7, 8] ou aux États-Unis [9].

L'exposition professionnelle aux FCR mesurée dans les établissements français, pendant la période de 1990 à 2001 varie entre moins de 0,01 f/cm³ et 27 f/cm³. Les expositions mesurées dans différents établissements européens et dans le cadre du programme CARE [7], pendant les années 1996 et 1997 variaient entre moins de 0,01 f/cm³ et 53,6 f/cm³.

L'analyse des résultats par catégorie de travaux permet de cibler les situations de travail les plus exposées aux FCR :

- la finition lors de la production de pièces en FCR (78,5 % de résultats supérieurs à 0,6 f/cm³) ;
- l'enlèvement (69,8 % de résultats supérieurs à 0,6 f/cm³) ;
- l'installation (44,3 % de résultats supérieurs à 0,6 f/cm³).

Pendant la période de l'enquête, si l'on constate fréquemment un port de protection individuelle respiratoire pour les catégories de travaux enlèvement et installation, il n'en est pas de même pour les opérations de finition lors de la production de pièces en FCR.

Pour toutes les autres catégories de travaux, des dépassements plus ou moins fréquents de la VME à 0,6 f/cm³ ont été constatés.

L'analyse des résultats en fonction de la profession des salariés utilisant des FCR met en évidence deux catégories de salariés particulièrement exposés :

- Les ouvriers affectés à des travaux de finition, contrôle et conditionnement (95,3 % de résultats supérieurs à 0,6 f/cm³) ;
- Les ouvriers de l'étanchéité et de l'isolation (65,6 % de résultats supérieurs à 0,6 f/cm³).

Pour les autres types de professions, l'exposition aux FCR peut également dépasser la VME.

Ces résultats permettent de cibler les catégories de travaux pour lesquelles devront être menées, en priorité, des actions correctives : remplacement des FCR, modification des procédés, mise en place de protections collectives...

3. Prévention

La réglementation française indique le type de démarche à suivre pour la prévention des risques liés aux FCR.

Les textes cités dans ce document fixent les principes à appliquer.

Les mesures de prévention technique, essentiellement la substitution des matériaux et la ventilation des postes de travail, sont développées.

Les mesures de protection individuelle complètent ces dispositions.

La formation et l'information des salariés, maillons essentiels de toute politique de prévention, terminent ce chapitre.

3.1. Principes, rappels de la réglementation

La loi du 31 décembre 1991 (article L. 230-2 du Code du travail) a fixé les principes généraux de prévention des risques. Ils constituent la trame de toute action de prévention :

- éviter les risques,
- évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités,
- combattre les risques à la source,
- adapter le travail à l'homme [...],
- tenir compte de l'évolution de la technique,
- remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux,
- planifier la prévention [...],
- prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle,
- donner des instructions appropriées aux travailleurs.

TABLEAU V

EXPOSITION PAR PROFESSION LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DE FCR - EXPOSURE BY PROFESSION WHEN USING RCFs

Code ROME	Libellé profession	Nbre de Résultats	Statistiques en fibres/cm ³				P (*)
			Moyenne arithm.	Moyenne géom.	Médiane	Étendue	
42124	Ouvrier de l'étanchéité et de l'isolation	128	2,83	1,06	1,10	0,05-27,00	65,6
43312	Agent de manutention	24	0,42	0,32	0,35	0,05-1,19	12,5
44131	Agent de montage, assemblage de la construction mécanique	65	0,38	0,20	0,17	0,02-2,56	21,5
44211	Agent de fabrication de matériel électrique et électronique	27	1,28	0,79	0,85	0,12-5,30	55,5
45112	Agent de fabrication des industries chimiques	253	0,89	0,56	0,50	0,05-8,55	43,1
45212	Ouvrier métallurgiste	46	1,70	0,36	0,50	0,02-17,00	41,3
45232	Ouvrier de production de céramique et de matériaux de construction	43	2,21	0,40	0,40	0,01-15,70	41,8
45412	Ouvrier de finition, contrôle, conditionnement	43	5,05	3,10	3,32	0,32-24,50	95,3
46115	Opérateur d'atelier de coupe des industries des matériaux souples	36	0,15	0,11	0,11	0,03-1,00	2,7

(*) P représente le pourcentage de résultats supérieurs à la VME de 0,6 f/cm³.

Par ailleurs le décret 2001-97 du 1^{er} février 2001 (articles R 231-56 et suivants du Code du travail), précise ces principes pour les agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction.

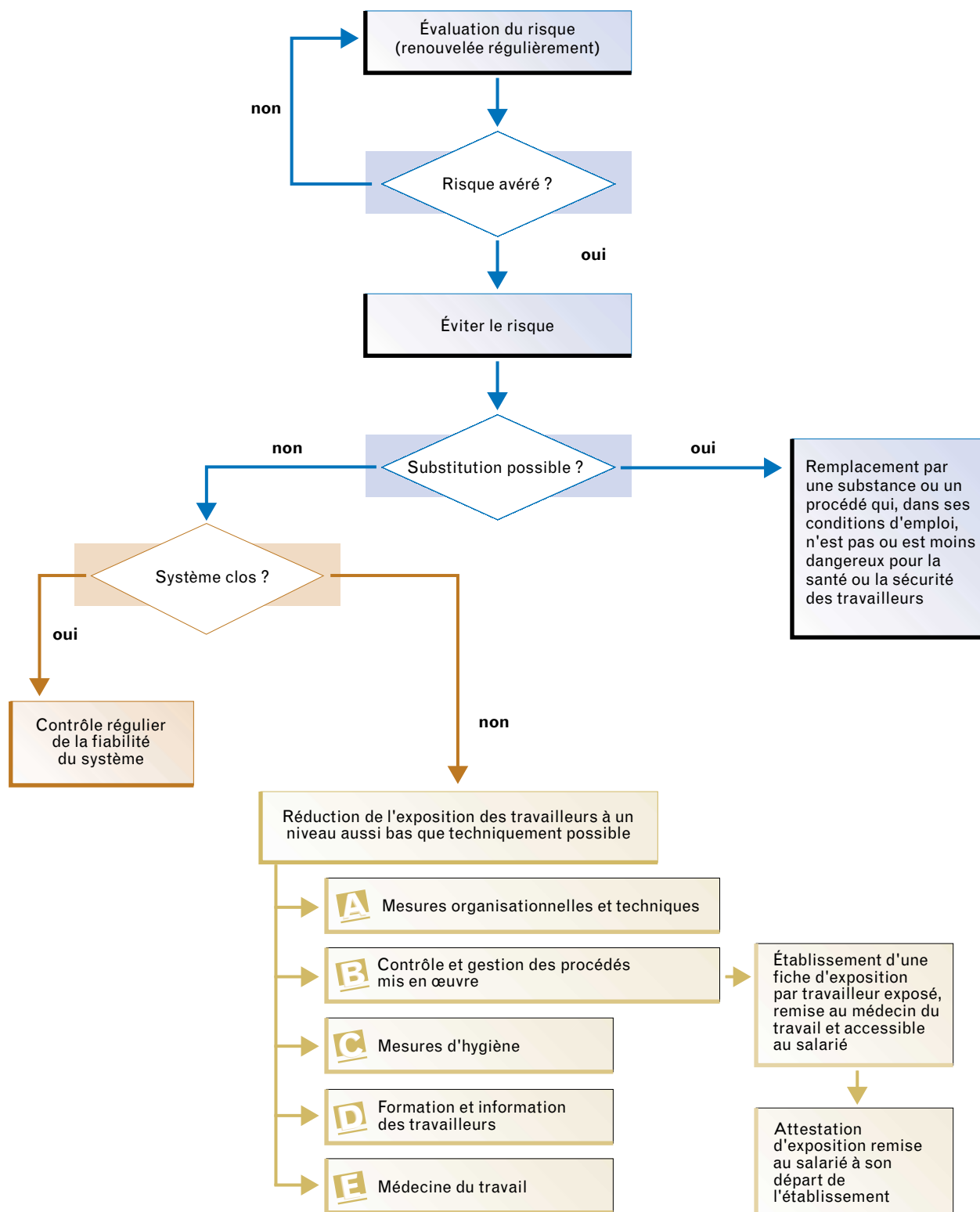
Les FCR appartiennent à la catégorie des cancérogènes (voir § 1.4), les règles énoncées dans ce texte leur sont donc applicables.

Elles sont synthétisées dans le logigramme (*encadré 1*).

Les principes énoncés par la réglementation pour la prévention des risques présentés par les FCR sont à la fois très complets et très clairs. Il convient désormais de les illustrer concrètement. Les éléments de prévention essentiels à tout utilisateur de FCR sont abordés dans un premier temps.

ENCADRÉ 1

PRÉSENTATION DES DISPOSITIONS



Dans un second temps, des exemples d'utilisations de fibres illustrent concrètement la mise en œuvre de moyens de prévention. Ces cas ne sont pas parfaits mais ils prouvent la faisabilité des mesures préconisées. Ils sont complétés par des améliorations possibles.

3.2. Préconisations

3.2.1. Substitution des FCR

Le remplacement des FCR par des matériaux moins dangereux ou des procédés évitant leur mise en œuvre doit prendre la

priorité sur les autres mesures de prévention. La première mesure de prévention est donc la suivante : utiliser les FCR uniquement dans les cas où elles sont techniquement indispensables.

C'est le critère de température qui est souvent prépondérant dans ce choix. Il est

DU DÉCRET DU 1^{ER} FÉVRIER 2001

A - MESURES ORGANISATIONNELLES ET TECHNIQUES

- ◆ Limitation des quantités sur le lieu de travail.
- ◆ Limitation du nombre de travailleurs exposés ou susceptibles de l'être.
- ◆ Mise au point de processus de travail et de mesures techniques permettant d'éviter ou de minimiser le dégagement de FCR.
- ◆ Évacuation des FCR, notamment au moyen de captage au plus près de leur source d'émission.
- ◆ Utilisation de méthodes appropriées de mesure, en particulier pour la détection précoce des expositions anormales résultant d'un événement imprévisible ou d'un accident.
- ◆ Application de procédures et de méthodes de travail appropriées.
- ◆ Mesures de protection collectives ou, lorsque l'exposition ne peut être évitée par d'autres moyens, mesures de protection individuelles.
- ◆ Délimitation des zones à risque et utilisation de signaux adéquats d'avertissement et de sécurité, y compris les signaux « défense de fumer » dans les zones où les travailleurs sont exposés ou susceptibles d'être exposés à des FCR.
- ◆ Mise en place de dispositifs pour les cas d'urgence susceptibles d'entraîner des expositions anormalement élevées, en particulier lors d'éventuelles ruptures du confinement des systèmes clos.
- ◆ Utilisation de moyens permettant le stockage, la manipulation et le transport sans risque des FCR notamment par l'emploi de récipients hermétiques étiquetés de manière claire, nette et visible.
- ◆ Collecte, stockage et évacuation sûrs des déchets.

B- CONTRÔLE ET GESTION DES PROCÉDÉS MIS EN ŒUVRE

- ◆ Respect des valeurs limites à vérifier par contrôle technique au moins une fois par an
- ◆ Gestion des incidents et accidents susceptibles d'entraîner une exposition anormale.
- ◆ Gestion des activités d'entretien.
- ◆ Accès restreint des zones où se déroulent les activités.

C - MESURES D'HYGIÈNE

- ◆ Interdiction de manger, de boire et de fumer dans les zones de travail concernées.
- ◆ Gestion des vêtements de travail.
- ◆ Mesures d'hygiène, notamment de nettoyage régulier des sols, murs et autres surfaces.

D - FORMATION ET INFORMATION DES TRAVAILLEURS

- ◆ Formation à la sécurité et information des travailleurs susceptibles d'être exposés.
- ◆ Information des travailleurs.
- ◆ Vérification des dispositions par les membres du CHSCT ou, à défaut, par les délégués du personnel.
- ◆ Information des membres du CHSCT, ou à défaut des délégués du personnel, ainsi que du médecin du travail, des expositions anormales.
- ◆ Tenue par l'employeur d'une liste actualisée des travailleurs exposés.
- ◆ Formation au port des EPI.

E - MÉDECINE DU TRAVAIL

- ◆ Examen préalable par le médecin du travail (fiche d'aptitude), renouvelé au moins une fois par an.
- ◆ Examen médical pour le personnel exposé, à l'appréciation du médecin du travail, en cas de maladie ou anomalie susceptible de résulter de l'exposition aux FCR.
- ◆ Tenue d'un dossier individuel par le médecin du travail, conservation de ce dossier 50 ans après la fin de l'exposition.

tout à fait regrettable de voir, pour des températures bien inférieures à 1 000 °C, une utilisation banalisée des FCR. Le recours aux FCR peut cependant devenir indispensable lorsque la température excède 1 100 °C en continu.

Fibres de remplacement

Il existe désormais sur le marché des fibres de substitution aux FCR. Il s'agit de laines d'isolation haute température, de fibres d'alumine, de mullite, de zircon, de wollastonite (*tableau VI*).

Les laines d'isolation haute température renferment un taux supérieur à 18 % d'oxydes alcalins et alcalino-terreux, qui leur confère une solubilité plus importante dans les milieux biologiques, notamment dans le poumon. Ces fibres n'appartiennent plus à la catégorie des FCR (voir § 1.1).

Elles sont également appelées fibres de verre aux oxydes, fibres de silicates d'alcalino-terreux ou AES (alkaline earth silicates).

Ces laines d'isolation haute température existent dans les mêmes présentations que les fibres céramiques.

On retrouve ainsi des fibres en vrac, des nappes, des nappes humides, des feutres, des panneaux, des panneaux rigides, des produits moulés sous vide, des papiers, des bandes et des tresses.

Les données de tenue en température diffèrent selon les fabricants et les produits (1 100 °C, 1 200 °C, 1 260 °C). Il convient donc pour les utilisations dans ces gammes de température, d'être vigilant et de procéder, le cas échéant, à des essais préalables.

La substitution avec les laines d'isolation haute température est simple car les procédés et habitudes de travail n'ont pas, en général, à être modifiés.

Autres solutions

D'autres solutions permettant d'éviter l'emploi des FCR existent également. Citons pour exemple le recours à des fours maçonnés à double paroi au lieu d'un revêtement intérieur en FCR.

Cette technique plus ancienne était tombée en désuétude ; elle se révèle de nouveau d'actualité, en raison de la toxicité des FCR et des moyens de protection à mettre en œuvre pour leur mise en place et leur retrait futur.

TABLEAU VI

COMPARAISON FCR/FIBRES DE REMPLACEMENT - COMPARISON RCFs/REPLACEMENT FIBRES

Fibres	Température maximale d'utilisation	Échelle de coûts
FCR	1 200	+
FCR Zircon	1 400	++
Laines minérales (verre, roche, laitier)	400 à 800	+
Wollastonite	1 000	++
Laines d'isolation haute température	1 000 à 1 200	++
Silice vitreuse	1 100	++++
Oxydes Al-Si-B	1 200 à 1 300	+++++
Alumine	1 600	+++
Mullite	1 600	++++
Zircon	1 800	+++++

3.2.2. Prévention collective, ventilation

Dans tous les cas, il convient de privilégier les moyens de prévention collective par rapport aux mesures de protection individuelle.

Mesures générales

Il convient de rechercher le niveau d'exposition le plus bas possible. Les situations les plus émissives doivent faire l'objet de mesures particulières :

- proscrire chaque fois que cela est techniquement possible l'utilisation de fibres en vrac ;
- proscrire tout travail de flochage mettant en jeu des FCR ;
- proscrire les découpes avec des outils tournant à vitesse rapide.

Principes généraux de ventilation

La ventilation locale par aspiration à la source doit être retenue en priorité. La ventilation générale ne peut être envisagée en tant que technique principale d'assainissement de l'air que si le recours à une ventilation locale est techniquement impossible.

La ventilation locale par aspiration à la source doit répondre à 9 principes simples :

- envelopper au maximum la zone de production des polluants ;
- capter au plus près de la zone d'émission ;
- placer le dispositif de manière que l'opérateur ne soit pas entre celui-ci et la source de pollution ;
- utiliser les mouvements naturels des polluants ;

- induire une vitesse d'air suffisante ;
- répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage ;
- compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes ;
- éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermiques ;
- rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf.

Pour plus de précision, on se reportera au document « Guide de ventilation 0, principes généraux de ventilation » [11].

3.2.3. Préconisations en fonction des travaux réalisés

Manipulation de matériaux en vrac

Elle intervient surtout dans la fabrication de pièces ou produits intermédiaires tels que les pièces moulées sous vide, les plaques, les cartons ou des ciments spéciaux. Il convient d'éviter l'utilisation de matériaux en vrac dans les opérations d'isolation ou de calorifugeage.

Dans les cas où les fibres sont mélangées à d'autres matériaux en milieu humide, il convient de limiter au maximum la manipulation des matériaux à sec. L'utilisation de sacs solubles dans l'eau constitue une bonne solution.

Le Guide de ventilation 17 [12], emploie des matériaux pulvérulents, fournit des solutions techniques dans de nombreux cas :

■ chargement manuel ou alimentation de trémie : des dispositifs enveloppants ou des anneaux aspirants peuvent convenir ;

■ ensachage : les procédés par désaéragage, chambre de décompression ou un captage à la source sont préconisés ;

■ production : l'utilisation d'enceintes ou de mélangeurs clos mis en dépression est recommandée.

Une attention particulière doit être portée à la gestion des sacs vides : humidification de l'intérieur des sacs pour éviter au maximum la dispersion des fibres, utilisation d'une aspiration pour le pliage.

Découpe

Chaque fois que cela est possible, il convient d'utiliser des pièces prédécoupées, ce qui évite des découpes in situ dans des conditions parfois difficiles. La zone de prédécoupe devra répondre aux

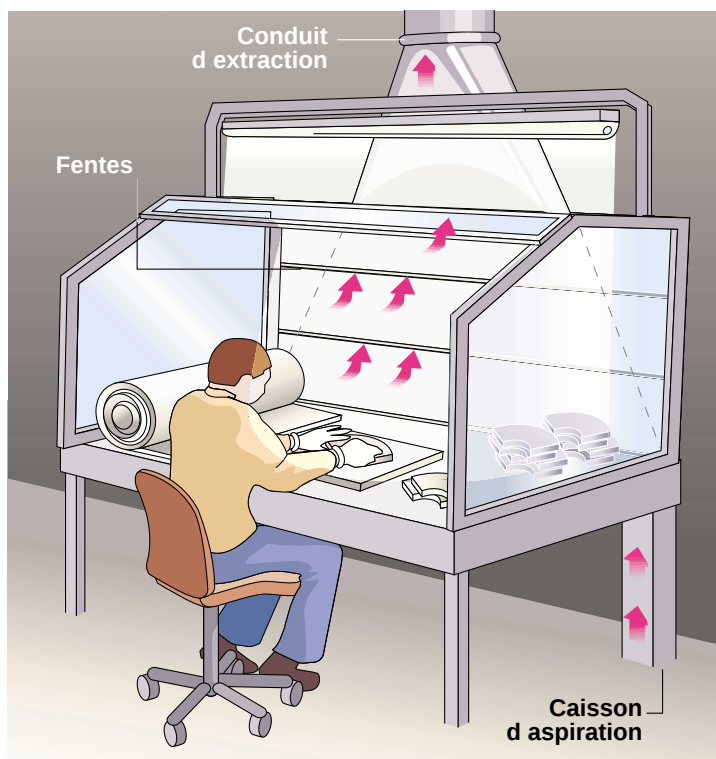
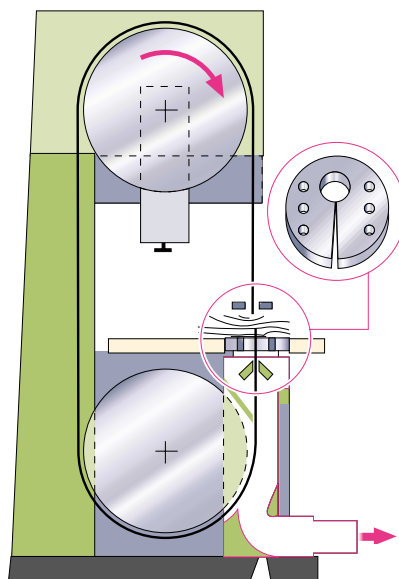


Fig.8. Table aspirante - Ventilated table

Fig.9. Scie à ruban - Band sawing machine



critères de prévention énoncés par ailleurs. La découpe peut se faire sur différents types de matériaux : nappes, panneaux rigides, carton etc. Les outils sont manuels (couteaux, cutters, massicot) ou mécaniques (scie à ruban).

La table aspirante (fig. 8) peut constituer une réponse adaptée pour les découpes manuelles. Compte tenu de la faible vitesse d'émission des polluants, une vitesse de captage de 0,5 m/s au point d'émission du polluant est suffisante. Cette table doit respecter les principes de ventilation, notamment l'enclassement maximum de la zone de travail.

Pour les scies à ruban (fig. 9), les dispositifs de captage préconisés pour les poussières de bois sont transposables aux FCR : privilégier dans ce cas les dispositifs qui captent les poussières directement en sortie de lame.

Fig. 10 et 11. Blocs emballés sur cinq faces - Blocks packed on five sides

Photo J.F. Certin

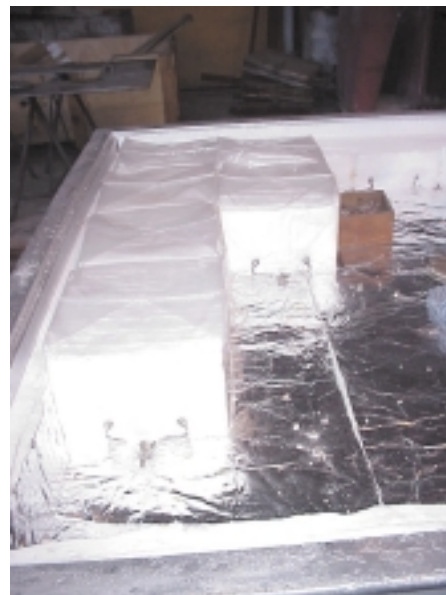


Photo J.F. Certin

Pose

La pose de FCR revêt des formes très différentes selon la présentation du produit et la fonction recherchée :

- mise en place de nappes en revêtement intérieur de four ;
- emmaillotage de moules de fonderie à cire perdue par des nappes ;
- garnissage de pièces métalliques en fonderie ;
- isolation de wagonnets destinés à entrer dans des fours de cuisson

Il n'existe pas une seule méthode de prévention pour des cas aussi divers. Néanmoins chaque fois que cela est possible, il convient d'humidifier le matériau pour éviter la dispersion des fibres. Il existe également des blocs emballés sur cinq faces permettant de confiner les fibres (figs 10 et 11). Le captage au plus près de la source doit être ensuite privilégié. Il est possible de le mettre en œuvre pour des opérations répétitives.

Dans le cas d'intervention dans les espaces confinés, des méthodes proches de celles utilisées pour l'enlèvement de l'amiante doivent être mises en œuvre. Elles associent l'isolement de la zone de travail, la mise en dépression de cette zone avec une filtration à très haute efficacité de l'air extrait et le port par le personnel intervenant, d'équipements de protection individuelle adaptés (voir § suivants).

Dépose et enlèvement

La dépose des FCR doit inciter à une vigilance accrue. En effet, les FCR peuvent se transformer partiellement, au cours de

différents cycles de chauffe et de refroidissement, en cristobalite, une variété de silice libre cristalline particulièrement toxique, classée par le CIRC « cancérogène pour l'homme en situation d'exposition professionnelle » et pouvant également induire des fibroses pulmonaires (silicoses).

Comme pour la pose, diverses situations peuvent se présenter. Dans ce cas cependant le recours au travail en phase humide ne pose en général pas de problème. Il convient alors de mouiller le matériau avec de l'eau additionnée d'un produit d'imprégnation.

L'expérience acquise sur les chantiers de retrait d'amiante doit être utile à l'enlèvement et à la dépose des FCR. Les obligations réglementaires ne sont certes pas aussi complètes (pas d'obligation de plan de retrait par exemple) mais les principes développés pour l'amiante sont transposables. Le Guide de prévention sur les travaux de retrait ou de confinement d'amiante ou de matériaux en contenant [13] comprend de nombreuses préconisations applicables au travail sur FCR.

Pour les chantiers les plus importants la marche à suivre est la suivante :

- isolement de la zone de travail,
- calfeutrement de la zone de travail,
- nettoyage des matériels à évacuer et de ceux restant en place,
- mise en place du confinement statique (pose des films en matière plastique),
- mise en place du confinement dynamique (extracteurs),
- tunnel d'entrée et de sortie,
- travaux de retrait,

- évacuation des déchets de la zone de travail,
- nettoyage,
- restitution de la zone.

Nettoyage, déchets

Le nettoyage doit se faire chaque fois que possible par voie humide. Il convient de proscrire absolument l'emploi de la soufflette ou d'autres procédés dispersant les fibres comme le balayage. Les aspirateurs doivent être équipés de filtres à très haute efficacité, dits absolus.

La banalisation des FCR conduit souvent à considérer les résidus comme des déchets industriels classiques. C'est ainsi qu'on les retrouve dans les bennes à déchet ou dans les poubelles sans aucun emballage.

Les déchets de FCR doivent être collectés dans des sacs spéciaux comportant la même étiquette que les emballages neufs et considérés comme déchets industriels spéciaux. Entrent dans la catégorie de déchet de FCR :

- les surplus, les chutes,
- les matériaux fibreux résultant de la dépose,
- les filtres des installations de ventilation,
- les sacs d'aspirateurs,
- les combinaisons, les masques, les filtres.

Ces déchets doivent ensuite être envoyés en centre d'enfouissement technique (CET) de classe I pour les déchets industriels spéciaux. Les adresses de ces centres peuvent être obtenues auprès des préfetures.

3.3. Protection individuelle

Protection respiratoire

Il convient d'utiliser des protections respiratoires lorsque la mise en œuvre des protections collectives décrites précédemment n'est pas possible.

Dans ce cas et en raison du danger des FCR, la classe de filtration sera toujours P3. Le type de protection dépend ensuite de l'importance des émissions de fibres, du temps estimé du port de l'équipement et des conditions de travail (effort physique important, travail à la chaleur, etc.).

Le *tableau VII* donne quelques indications pour le choix d'une protection adaptée. Pour des émissions de fibres plus importantes et/ou exigeant un effort physique important, le recours à un masque complet à adduction d'air s'avère indispensable.

Dans tous les cas, les salariés doivent être formés à l'utilisation des appareils de protection respiratoire. Les masques usa-

gés et les filtres seront considérés comme des déchets de FCR et traités comme tels (voir § 3.4).

Vêtements de protection

Afin d'éviter la dissémination des fibres, le port d'une combinaison de protection à capuche est recommandé. Le choix doit se porter sur des vêtements jetables, étanches aux poussières de type 5.

Après usage ils doivent être considérés comme des déchets de FCR et traités comme tels (voir § 3.4).

Gants

Compte tenu des risques de dermatoses et de dispersion des fibres, le port des gants est recommandé.

Un compromis doit être trouvé entre l'étanchéité des gants et les autres types de protection recherchée (coupure, résistance aux agents chimiques, etc.).

Lunettes

Lorsqu'un demi-masque est utilisé pour la protection respiratoire, le port de

lunettes équipées de protections latérales est recommandé.

3.4. Information des salariés, formation au poste de travail

Cette information et cette formation des salariés répondent aux objectifs suivants :

- donner aux salariés travaillant au contact des FCR une représentation la plus juste possible des risques qu'ils encourent ;
- les former à la mise en œuvre des moyens de prévention collective ;
- les former à l'utilisation (port, retrait et entretien) des équipements de protection individuelle (EPI) mis à leur disposition.

Le contenu doit être modulaire et s'adapter au public et aux conditions particulières de l'entreprise.

TABLEAU VII

PROTECTION RESPIRATOIRE FILTRANTE, ÉLÉMENTS DE CHOIX

- FILTER BREATHING APPARATUS, ELEMENTS OF CHOICE

Type de masque	Durée du travail	Exposition potentielle au poste de travail	Avantages et contraintes	Exemples
Pièce faciale filtrante FFP3	< 1 heure	Jusqu'à 6 f/cm ³	Doit être changé à chaque utilisation	Remplacement d'une tresse en FCR
Demi-masque à filtre P3	< 1 heure	Jusqu'à 6 f/cm ³	Nécessite une décontamination après chaque utilisation	Remplacement d'une tresse en FCR
Masque complet à filtre P3	< 1 heure	Jusqu'à 18 f/cm ³	Bonne efficacité mais faible champ de vision. Nécessite une décontamination après chaque usage. Pénibilité	Intervention pour une réparation ponctuelle d'un garnissage de four
Cagoule à ventilation assistée TH3 P	> 1 heure	Jusqu'à 18 f/cm ³	Large champ de vision. Confort de travail. Nécessite une décontamination après chaque usage.	Découpe de nappes
Masque complet à ventilation assistée TM3 P	> 1 heure	Jusqu'à 30 f/cm ³	Bonne efficacité mais faible champ de vision. Confort de travail. Nécessite une décontamination après chaque usage.	Enlèvement du garnissage d'un four

Quelques thèmes peuvent être indiqués :

- définitions (fibres céramiques, cancer, cancérigène, temps de latence, danger, exposition, risque etc.),
- facteurs de risques professionnels,
- facteurs de risques non professionnels,
- les moyens collectifs mis en place dans l'entreprise. Que faire en cas de panne ou de dysfonctionnement ?
- les moyens de protection individuelle,
- les mesures d'hygiène,

- les mesures à prendre en cas d'incident, d'accident, de déversement accidentel.

La formation est sous la responsabilité du chef d'entreprise.

Elle peut être élaborée par l'encadrement avec la participation du médecin du travail du CHSCT ou des délégués du personnel.

Elle peut être dispensée par :

- l'encadrement,
- l'animateur de sécurité,

- avec, le cas échéant, la participation du médecin du travail.

3.5. Surveillance médicale des salariés

La mission du médecin du travail s'articule autour de trois axes :

- une action en milieu de travail, où il participe à l'évaluation des risques, au

ENCADRE 2

ÉTUDE DE CAS RÉELS

DÉCOUPE DE NAPPES EN FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES

Activité

L'atelier est destiné à l'habillage des moules en fonderie.

Poste de Découpe (fig. 12)

Le matériau utilisé est une nappe en FCR que l'on découpe au cutter sur une table ventilée. La table de découpe (longueur = 3 m, profondeur = 1 m) est munie d'une aspiration frontale fonctionnant en permanence. Le déconditionnement de la nappe s'effectue sur la table aspirante.

EPI et Nettoyage du poste de découpe

Le personnel porte un masque FFP3, ainsi que des gants de protection.

Le nettoyage du poste est hebdomadaire avec un aspirateur mobile à très haute efficacité de filtration.

Mesures aérauliques

Les mesures effectuées en 9 points répartis dans la section verticale d'entrée de la table aspirante, conduisent à une vitesse moyenne de 0,35 m/s.

Prélèvements d'atmosphère (cf. tableau 1)

Commentaires :

Cette réalisation montre qu'il est possible de respecter la VME de 0,6 f/cm³ lors de la découpe de fibres céramiques. L'efficacité de la table aspirante sera encore meilleure avec une vitesse d'air de 0,5 m/s dans la section d'entrée.



Photo A. Hou

Fig. 12. table aspirante pour découpe de FCR - *Ventilated table for cutting RCFs*

TABLEAU 1

Points de prélèvements	Durée (min)	Comptage par microscopie à contraste de phase	comptage par microscopie électronique
		Fibres L > 5 µm, d < 3 µm (f/cm ³)	Fibres céramiques L > 5 µm, d < 3 µm (f/cm ³)
Niveau voies respiratoires de l'opérateur chargé de la découpe			
- Côté droit	49	0,17	0,21
- Côté gauche	49	0,21	

choix des mesures de prévention et à l'évaluation de leur efficacité ;

■ une action d'information et de formation en liaison avec le chef d'entreprise ;

■ un suivi médical lors de la visite médicale où il évalue les éventuels effets sur la santé des expositions professionnelles, dont certains sont reconnus en maladie

professionnelle, et détermine l'aptitude médicale au poste de travail.

Au cours de ce suivi médical, outre l'examen clinique, des examens complémentaires pourront être demandés.

L'aptitude au port de protections respiratoires est délivrée si nécessaire.

Pour les FCR, classées cancérogènes catégorie 2, l'employeur, en application de l'article R. 231-56-10 du Code du travail, établit une liste des travailleurs exposés et, pour chacun d'eux, une fiche d'exposition qu'il transmet au médecin du travail.

Une attestation d'exposition aux FCR, remplie par l'employeur et le médecin du travail est remise au travailleur à son départ de l'établissement.

Fig. 13. Poubelle ventilée pour déchets de FCR -
Ventilated bin for RCF waste



Photo A. Hou

Fig. 14 et 15. Habillage des moules - Mould covering



Photo A. Hou



Photo A. Hou

ÉTUDE DE CAS RÉELS (SUITE)

DÉCOUPE DE NAPPES ISOLANTES EN FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES

Matériau

Nappes de FCR

Outil

Cutter

Postes de travail (cf. fig. 16) :

- deux tables 3,2 m x 2 m avec fente périphérique de 50 mm obturée à 70 % ; débit de l'ordre de 2 000 m³/h, légèrement plus important à l'aspiration qu'au soufflage ;
- une table 3 m x 1,25 m avec fente périphérique de 50 mm obturée à 58 %.

EPI :

- masque FFP3,
- tabliers et manchettes en TYVEK jetables.

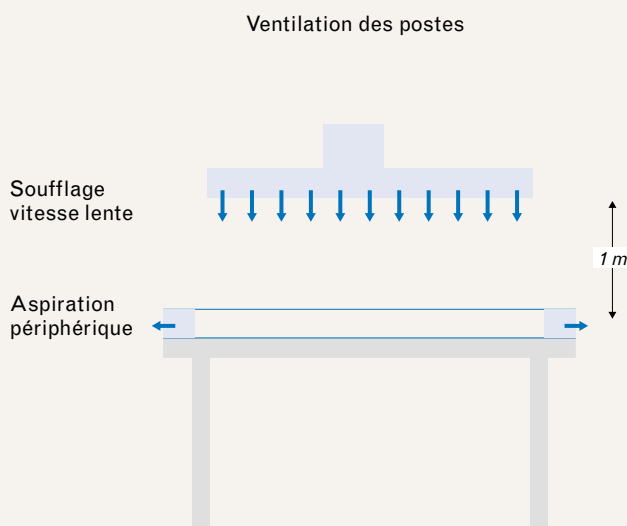
Nettoyage :

- aspiration haute efficacité, branchement sur réseau centralisé pour les tables,
- nettoyage hebdomadaire avec aspirateur mobile à très haute efficacité de filtration,
- poubelles avec couvercles pour les déchets.

Concentrations mesurées au poste de travail

- concentration en f/cm³ : 0,28 prélèvement individuel.

fig. 16. table ventilée par aspiration-soufflage - Table with push-pull ventilation system



ATELIER DE MOULAGE

- ◆ Activité de l'entreprise : réalisation de pièces spécialisées moulées sous vide.

Description de la phase de moulage, sources d'émissions de fibres (fig. 17)

Les étapes sont les suivantes :

- mise en suspension des fibres lors du mélange,
- moulage par aspiration à partir de la suspension,
- séchage au four à 120 °C.

Lors de l'étape de moulage proprement dit, les fibres sont dispersées en milieu humide ; il n'y a pas d'émission lors de l'élaboration de la pièce. Les expositions aux fibres sont uniquement dues à une pollution ambiante provoquée essentiellement par des produits humides qui, après séchage à l'air ambiant, dispersent des fibres dans l'air des lieux de travail sous l'action du passage des opérateurs, des chariots de manutention et des chariots automoteurs.

L'action de prévention a donc consisté à :

- éviter au maximum la production de débris humides susceptibles de se redéposer sur les structures ou au sol,
- conserver un environnement humide aux abords des postes de moulage, notamment par un nettoyage abondant à l'eau en fin d'opération,
- nettoyage constant de la zone à l'humide en utilisant en particulier une machine autotractée.

Par ailleurs, l'entreprise a constaté qu'une part importante de fibres pouvait être véhiculée par les chariots à claies après le passage dans le four de séchage. Les claies métalliques devenaient difficiles à nettoyer et les débris de pièces collées et séchées constituaient autant de sources potentielles d'émission lors du retour des chariots dans l'atelier moulage.

Fig. 17. Opération de moulage - Moulding operation



Photo Y. Créau

Fig. 18. Papier sulfurisé sur claies de séchage - Greaseproof paper on drying trays



Photo Y. Créau

Une astuce permet désormais de minimiser cette source de pollution : une feuille de papier sulfurisé résistant à 240 °C (le même que celui utilisé pour la pâtisserie) est placée sur la claie. Ce papier jetable conserve les claies dans un bon état de propreté.

Cet exemple montre que dans un atelier de ce type, la prévention consiste essentiellement à traquer toutes les sources de pollution en périphérie de l'activité principale de moulage. Cette rigueur a permis à l'entreprise de diminuer significativement les expositions dans cette zone de travail (*Tableau 2*).

RETRAIT

Opération à réaliser

Enlèvement de fibres céramiques réfractaires sur un four de pétrochimie (dimensions 10 x 6 x 12 m = 720 m³) :

- en zone de convection (boîtes chaudes),
- sur la voûte intérieure du four,

- sur les cross-overs,
- en zone de radiation (boîtes chaudes),
- sur la sole du four.

Protection collective

Balisateur du chantier avec panneau portant la mention : accès interdit, chantier de retrait de fibres céramiques, port des protections obligatoires.

◆ Renouvellement d'air : 2 extracteurs de capacité 5 000 m³/h équipés de pré-filtres et de filtres à très haute efficacité de filtration (filtres absolus).

◆ Sas de décontamination : véhicule spécial de décontamination à trois compartiments au plus près de la zone d'intervention.

◆ Mode opératoire :
 - dépose des fibres et conditionnement immédiat dans un sac ;
 - nettoyage des surfaces par aspiration à l'aide d'un aspirateur équipé de filtre à très haute efficacité de filtration (filtre absolu).

Protections individuelles :

- sous-vêtements jetables,
- combinaisons jetables à capuche, type 5,
- bottes de sécurité lavables,
- gants néoprène et gants de manutention jetables,
- masque complet à ventilation assistée TM3P,
- casque compatible avec le port du masque.

Au pied du four, l'opérateur chargé de la mise en double sac est équipé :

- d'une combinaison jetable de type 5,
- d'un demi-masque équipé de filtre P3.

Traitement et évacuation des déchets

Les déchets sont conditionnés en double sac au fur et à mesure de leur production, descendus au sol à l'aide d'une poulie et mis en big bags.

Les big bags sont dirigés vers une aire de stockage puis évacués en centre d'enfouissement technique de classe 1.

TABLEAU 2

EXPOSITION DES OPÉRATEURS DE MOULAGE - EXPOSURE OF MOULDING OPERATORS

Nbre de données	Médiane des concentrations (f/cm ³)	Étendue des concentrations (f/cm ³)
10	0,22	0,15 - 0,29

ÉTUDE DE CAS RÉELS (SUITE)

INFORMATION DES SALARIÉS

Activité

Fonderie d'alliages spéciaux par le procédé à cire perdue. Utilisation de fibres céramiques réfractaires pour l'enrobage des moules.

Action d'information

◆ Quand ?

- lors de l'embauche,
- lors de séances collectives d'information,
- après chaque campagne de mesurages.

◆ Qui ?

- les salariés directement en contact avec les fibres céramiques réfractaires,
- à l'enrobage des moules,
- les fondeurs et aide-fondeurs,
- au décochage.

◆ Par qui ?

- le responsable hygiène, sécurité, environnement.

Les supports

- ◆ un diaporama où sont abordés les rubriques suivantes :

- introduction,
- risques potentiels pour la santé,
- identifier les matériaux contenant des RCF,
- revue des impositions,
- procédures spécifiques.

- ◆ un livret d'information avec les rubriques suivantes :

- qu'est-ce qu'une fibre céramique ?
- effet des fibres céramiques sur la santé,
- limiter et éviter l'exposition ;
- utiliser les équipements de protection ;
- que faire en cas de situation anormale ;
- informations utiles ;
- quelques informations complémentaires.



Où les trouve-t-on ?

FOURS DE CALCINATION

- Joints d'étanchéité
- Joints de dilatation

FABRICATION DE LINGOTS

- Renforts d'isolation de fours

FOURS DE COULÉE

- Isolation
- Joints d'étanchéité et de dilatation

FOURS DE TRAITEMENT THERMIQUE

- Renforts d'isolation
- Joints d'étanchéité



Pratiques de travail

- ⇒ Suivez les bonnes méthodes de rangement et d'entretien
- ⇒ Aspiration HEPA :
 - Si des RCF friables sont présentes
 - Si des RCF sont visibles sur vos vêtements
- ⇒ Évaluer les activités où la VME est dépassée
 - Des contrôles par la maintenance, des systèmes de ventilation ou des méthodes d'atténuation de poussières telles que le mouillage sont nécessaires.

Fig.19. Exemple de diapositives issues du support de formation
- Example of slides from the training programme

BIBLIOGRAPHIE

[1] KAUPPINEN T. et coll. - Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occupational Environmental Medicine*, 2000, 57, pp. 10-18.

[2] VINCENT R. et coll. - CAREX : système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérogènes en Europe. *Cahiers de notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail*, 1999, 176, ND 2113, pp. 49-58.

[3] Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante. *Expertise collective INSERM*. Paris, INSERM, 1999, 432 p.

[4] IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Man-made Vitreous Fibres. Lyon, IARC, 2002, vol. 81, 418 p.

[5] VINCENT R., JEANDEL B. - COLCHIC-occupational exposure to chemical agents database : current content and development perspectives. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 2001, 16, 2, pp. 115-121.

[6] X 43-269 - Détermination de la concentration en nombre de fibres par microscopie optique en contraste de phase - Méthode du filtre à membrane. Paris, AFNOR, déc. 1991, 38 p.

[7] European Ceramic Fibre Industry Association (ECFIA) - Recognition and control of exposure to refractory ceramic fibres (RCF). Paris, ECFIA, 1999, 58 p.

[8] MAXIM L.D. et coll. - A European programme for monitoring and reducing refractory ceramic fibre dust at the workplace : initial results. *Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft*, 1997, 58, pp. 97-103.

[9] MAXIM L.D. et coll. - Workplace monitoring of refractory ceramic fiber in the United States. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2000, 32, pp. 293-309.

[10] Agence nationale pour l'emploi - Répertoire opérationnel des métiers et des emplois (ROME). Paris, La Documentation Française, 1993, vol. 1 à 4.

[11] Guide pratique de ventilation n° 0 - Principes généraux de ventilation. Paris, INRS, 1989, ED 695, 33 p.

[12] Guide pratique de ventilation n° 17 - Emploi des matériaux pulvérulents. Paris, INRS, 1993, édition ED 767, 34 p.

[13] Travaux de retrait ou de confinement d'amiante ou de matériaux en contenant. Guide de prévention. Paris, INRS, 1998, ED 815, 100 p.

▼
ANNEXE I

LISTE NON EXHAUSTIVE DES PRODUITS CONTENANTS DES FCR (DONNÉES 2002)

APPELLATION	FABRICANT	FORME DE PRODUITS
Acoustic Blanket	Unifrax	Nappes
Anchor-Loc (A12, A13)	Unifrax	Blocs
Anchor-Loc A14	Unifrax	Blocs
Alsitra	Rath	Fibres
Azs Spun Bulk	Unifrax	Vrac
Bande (T1, TS)	Unifrax	Textiles
Beton K1210	Unifrax	Ciments
Beton Kub	Unifrax	Ciments
Bonded Modules (B20, B22, B23, B24)	Unifrax	Blocs
Bonded Modules B14	Unifrax	Blocs
Bon-On Modules (Zirlane)	Unifrax	Blocs
Bond-On Modules (K50, HP150)	Unifrax	Blocs
Bourrelet (K45, CF)	Unifrax	Textiles
Braids (Square & Round)	Unifrax	Textiles
Bulk K45A & K50E	Unifrax	Vrac
Bulk MR1	Unifrax	Vrac
Bulk Regular, Chopped Regular	Unifrax	Vrac
Bulk S	Unifrax	Vrac
Bulk Zirlane A	Unifrax	Vrac
Bulk Zirlane E	Unifrax	Vrac
Carbolane, Carbolane Z	Unifrax	Fibres
Cartolane	Unifrax	Panneaux
Carton Energil	Feldman	Carton
Castable K1210	Unifrax	Ciments
Castable Kub	Unifrax	Ciments
Cef (B10, B12, B100, B102, B103)	Unifrax	Vrac
Cef (B104, B106, B126, S105)	Unifrax	Vrac
Cef (B14, B146)	Unifrax	Vrac
Cef (B20, B22, B31, S20) Cef B40 Cef B503	Unifrax	Vrac
Cef (B24, S24)	Unifrax	Vrac
Cera Blanket	Thermal Ceramics	Nappes
Cerablock	Thermal Ceramics	Plaques
Ceraboard 100	Thermal Ceramics	Panneaux Carton
Ceraboard 115	Thermal Ceramics	Panneaux Carton
Ceracarton 100	Thermal Ceramics	Panneaux Carton
Cerafiber	Thermal Ceramics	Vrac
Ceraform 100/200/250/400/1000/1400	Thermal Ceramics	Panneaux Carton
Ceraform HS-45 Board	Thermal Ceramics	Panneaux Carton
Ceramic Fibre Paper	Thermal Ceramics	Papier
Cerapaper	Thermal Ceramics	Papier
Chopped 100BKR, 130BKR, 150BKR, 170 BKR	Unifrax	Vrac
Chopped Bulks R50/1, R30/1 & R60/1	Unifrax	Vrac
Cloths (incl. CI, CS, CIA, & CIT)	Unifrax	Textiles
Cords (incl. K45 & CF) Cordon (K45, CF)	Unifrax	Textiles
Delceram	Thermal Ceramics	Fils Bourrelets Tissus
Durablanket (H,S)	Unifrax	Nappes

▼

ANNEXE I (SUITE)

LISTE NON EXHAUSTIVE DES PRODUITS CONTENANTS DES FCR (DONNÉES 2002)

APPELLATION	FABRICANT	FORME DE PRODUITS
Durablanket 1260	Unifrax	Nappes
Durablanket 1400	Unifrax	Nappes
Durablanket WR	Unifrax	Nappes
Durablanket ZI400	Unifrax	Blocs
Duraboard (1200, HD)	Unifrax	Panneaux
Duraboard (1400, HD1400, 1500 & 1600))	Unifrax	Panneaux
Duraset	Unifrax	Feutres
Enduit 1450 pour clips	Unifrax	Enduit
Fiberfrax	Unifrax	Fibres, vrac, papiers
Fibermastic (L, LSM)	Unifrax	Mastics
Fibersil Cloth Tape & Sleeving	Unifrax	Textiles
Fibrefelt (1200, HD, Modified)	Unifrax	Feutres
Fraxfil & Fraxfil H	Unifrax	Mastics
Fire Putty	Unifrax	mastics
Fraxform (90, GC50 & GC50L)	Unifrax	Formes rigides
Gaine	Unifrax	Textiles
HD Blenket	Unifrax	Nappes transformés
HSA Bulk (K & HP)	Unifrax	Vrac
IG Tape	Unifrax	Papiers
Kalfeu & Kalfeu M	Unifrax	Nappes transformées
Kaowool	Thermal Ceramics	Papier
Kaowool 1260	Thermal Ceramics	Panneaux carton
Kaowool 1460	Thermal Ceramics	Panneaux carton
Kaowool 1600 Boards	Thermal Ceramics	Panneaux carton
Kaowool Shapes	Thermal Ceramics	Panneaux carton
Kaowool Strong	Thermal Ceramics	Panneaux carton
Katiss & Katiss A	Unifrax	Nappes transformées
Keranap (40, 50, 50F)	Unifrax	Panneaux
Keranap 60	Unifrax	Panneaux
Keranap 70	Unifrax	Panneaux
keraseal MI	Unifrax	Mastics
Keratec (1010, DS)	Unifrax	Panneaux
Kerlajoint (Inconel, Silionne)	Unifrax	Textiles
Kerlane 45 & Kerlane 50	Unifrax	Nappes
Kertec (411,412)	Unifrax	Vrac
Kertec (AF, AT)	Unifrax	Vrac
Kervac (50, 50F)	Unifrax	Formes rigides
Kervac 60	Unifrax	Formes rigides
Kervac 70	Unifrax	Formes rigides
LDS Moldable	Unifrax	Mastics
LO-CON	Unifrax	Feutres
Lubricated Bulk	Unifrax	Vrac
Mastic K45	Unifrax	Mastics
Maxlane Blanket	Unifrax	Nappes

▼

ANNEXE I (SUITE)

LISTE NON EXHAUSTIVE DES PRODUITS CONTENANTS DES FCR (DONNÉES 2002)

APPELLATION	FABRICANT	FORME DE PRODUITS
Maxlane Modules (RX1 & RX2)	Unifrax	blocs
Modules à Coller (K50 & K50L)	Unifrax	Blocs
Modules à Coller HP150	Unifrax	Blocs
Modules à Coller HP50	Unifrax	Blocs
Modules à Coller Maxlane	Unifrax	Blocs
Modules à Coller Zirlane	Unifrax	Blocs
Moist Pack D	Unifrax	Nappes Transformées
Nappe HD	Unifrax	Nappes Transformées
Nappes Zirlane	Unifrax	Nappes
Paper (880JH, 972JH, 882JH)	Unifrax	Papiers
Paper 60	Unifrax	Papier
Paper 975	Unifrax	Papiers
Paper JT, 1198, K50, 970, 880	Unifrax	Papiers
Papier 50	Unifrax	Papiers
Papier 60	Unifrax	Papiers
Prismo (RX1 K50, RX2 K50, RX2L)	Unifrax	Blocs
Prismo RX1 Zirlane	Unifrax	Blocs
Prismo RX2 Zirlane	Unifrax	Blocs
Pyro Bloc	Unifrax	Blocs
Pyronap (50, 50 PE)	Unifrax	Feutres
Pyronap 60	Unifrax	Feutres
Pyronap 70	Unifrax	Feutres
Pyrovac 50	Unifrax	Formes Souples
Pyrovac 60	Unifrax	Formes Souples
Pyrovac 70	Unifrax	Formes Souples
QF (180, 180 Blue, 150)	Unifrax	Ciments
Rope Lagging	Unifrax	Textiles
Ropes (incl. K45 & CF)	Unifrax	Textiles
Sleeving (incl. SX2 & IX2)	Unifrax	Textiles
Spun Bulk, Spun Chopped	Unifrax	Vrac
Styrite	Unifrax	Panneaux
T30 & T30R	Unifrax	Formes Rigides
Tapes (incl. TI & TS)	Unifrax	Textiles
Texlane & Texlane A	Unifrax	Nappes Transformées
Textile Bulk & T2 Bulk	Unifrax	Vrac
Tissu (CI, CS, CIA, CIT)	Unifrax	Textiles
Tresse (Inconel, Silionne)	Unifrax	Textiles
Vacuum Formed Board & Shapes	Unifrax	Panneaux
Variform (A, B)	Unifrax	Ciments
Vrac Zirlane A	Unifrax	Vrac
Vrac Zirlane E	Unifrax	Vrac
Washed Bulk	Unifrax	Vrac
Zirlane Blanket	Unifrax	Nappes

 ANNEXE II

LISTE NON EXHAUSTIVE DE LAINES D'ISOLATION HAUTE TEMPÉRATURE

APPELLATION	FABRICANT	FORME DE PRODUITS
Block 607 Block 800	Thermal Ceramics	Panneaux
Calsitra	Rath	Fibres
Carbowool (Feutre)	Unifrax	Plaques
Carbowool (Plusieurs types de produits sous cette appellation générique)	Unifrax	Vrac Nappes Papiers Feutres Panneaux et Pièces de forme
Carbowool 1 100 °C	Unifrax	Nappes
Insulfrax Bulk Fiber Isofrax 1260C	Unifrax	Vrac
FV HT 607 DI	Thermal Ceramics	Plaques
Insulfrax 1800 (Plusieurs types de produits sous cette appellation : Anchor-Loc 1800 modules, Weld-Loc 1800 modules, Power-Loc 1800 modules, Thread Loc 1800 modules, Screw Loc 1800 modules, Bonded 1800 modules)	Unifrax	Nappes, papiers, feutres, panneaux, et pièces de forme
Newtherm 1000	Cape Insulation Products	Plaques
Superwool 607 (1 050 °C) & 612 (1 250 °C)	Thermal Ceramics	Nappes

© INRS, 2003.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droits 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 deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle).

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14

Tiré à part de *Cahiers des notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail*, 2^e trimestre 2003, n° 191 - ND 2189 - 2 000 ex.

N° CPPAP 804/AD/PC/DC du 14-03-85. Directeur de la publication : J.-L. MARIÉ. ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-1148-X

Imprimerie de Montligeon - 61400 La Chapelle Montligeon