



Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance

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 intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, 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.

Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance

Guide de prévention

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) Bretagne, Nord-Est et Normandie, de la Confédération française de l'encadrement - Confédération générale des cadres (CFE-CGC), de l'INRS et des organisations professionnelles suivantes :

- Association européenne représentant l'industrie des laines d'isolation haute température (ECFIA) ;
- Fédération française de l'acier (FFA) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération des services énergie environnement (FEDENE) ;
- Fédération française des tuiles et briques (FFTB) ;
- Fédération française des chambres syndicales de l'industrie du verre ;
- Fondateurs de France ;
- Société française de céramique (SFC).

Coordination : Myriam Ricaud, INRS, département Expertise et conseil technique

Sommaire

Objectifs	5
1 Présentation des fibres céramiques réfractaires (FCR)	6
1.1. Définition et composition des fibres céramiques réfractaires	6
1.2. Caractéristiques des fibres céramiques réfractaires	7
1.3. Production et utilisation des fibres céramiques réfractaires	7
2 Réglementation	10
3 Effets sur la santé	13
4 Mesures d'exposition professionnelle	14
5 Produits et installations susceptibles de contenir des FCR	17
5.1. Fibres céramiques réfractaires en vrac	17
5.2. Fibres céramiques réfractaires sous forme de nappes, de panneaux et de modules ...	17
5.3. Fibres céramiques réfractaires sous forme de papiers et de feutres	19
5.4. Fibres céramiques réfractaires sous forme de tresses, de cordons, de bourrelets et de textiles	19
5.5. Fibres céramiques réfractaires incorporées dans des liants divers	19
5.6. Fibres céramiques réfractaires sous forme de pièces moulées sous vide (pièces de forme)	19
6 Opérations de maintenance pouvant exposer aux FCR	20
6.1. Opérations générales	20
6.2. Opérations spécifiques	20
6.3. Opérations de fin de chantier	21
7 Recherche du danger	22
8 Mesures de prévention	24
8.1. Suppression des risques	24
8.2. Évaluation des risques	24
8.3. Substitution	27
8.4. Mesures organisationnelles	28
8.5. Moyens de protection collective	30
8.6. Équipements de protection individuelle	34
8.7. Traitement des déchets	38
8.8. Hygiène	38
8.9. Information et formation des salariés	38
8.10. Surveillance médicale	39
9 Dossiers techniques	40
Annexe 1 Les différentes appellations commerciales de produits à base de FCR	50
Annexe 2 Récapitulatif des éléments à prendre en compte pour prévenir les risques liés aux FCR lors des opérations d'entretien et de maintenance	60
Abréviations	63



Objectifs

Ce document est destiné à **informer et à donner des réponses pratiques et des conseils de prévention** pour la réalisation de travaux d'entretien et de maintenance pouvant exposer aux fibres céramiques réfractaires (FCR) sur sites industriels, tertiaires ou d'habitat.

Il s'adresse à la totalité **des professionnels concernés par des interventions sur des produits ou des installations susceptibles de contenir des fibres céramiques réfractaires** (maîtres d'ouvrage, donneurs d'ordre, maîtres d'œuvre, entreprises, employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT, etc.).

L'évaluation des risques par chacun des acteurs impliqués dans l'opération doit conduire au choix de procédés et de méthodes de travail propres à réduire l'ensemble des risques, **en maîtrisant en particulier les émissions de fibres**. Elle doit aussi permettre la définition non seulement des mesures de prévention collective et individuelle les mieux adaptées à la protection des travailleurs intervenant, mais également des règles de protection des personnes en activité à proximité du chantier ainsi que de celles qui fréquenteront les locaux après les travaux. Les FCR en place dans les installations ou les locaux doivent, par ailleurs, faire systématiquement l'objet d'une **démarche de substitution** par un autre produit moins dangereux.

Les solutions présentées dans ce guide seront ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation précise et de l'évaluation des risques qui aura été faite.

Les travaux de pose, de retrait et de maintenance lourde de fibres céramiques réfractaires en milieu industriel ne sont pas traités dans cette brochure et font l'objet d'un second guide intitulé *Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel* (ED 6085).

1.1. Définition et composition des fibres céramiques réfractaires

Les fibres céramiques réfractaires sont, selon la directive européenne n° 97/69/CE du 5 décembre 1997, des fibres (de silicate) vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage d'oxydes alcalins et alcalino-terreux ($[\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}] + [\text{CaO}] + [\text{MgO}] + [\text{BaO}]$) est inférieur à 18 %. Elles appartiennent à la famille des fibres inorganiques synthétiques et sont plus précisément classées dans la catégorie, nommée par convention, « fibres minérales artificielles » (voir tableau de la **figure 1**). Les FCR sont des fibres de silicate d'aluminium commercialisées depuis les années cinquante aux États-Unis puis en Europe au début des années soixante et conçues pour des applications comprises entre 800 et 1450 °C.

Elles sont élaborées par fusion à très haute température (entre 1540 et 2090 °C) d'une combinaison d'alumine et de silice en Europe ou par fusion d'un mélange de kaolinite (argile) en Asie et aux États-Unis. La masse vitreuse fondue est ensuite transformée en fibres par centrifugation ou par soufflage d'air. Le refroidissement rapide des fibres leur confère un caractère amorphe. Les FCR contiennent généralement entre 47 et 54 % de silice et entre 35 et 51 % d'alumine. D'autres oxydes comme le dioxyde de zirconium (0-17 %), le trioxyde de bore, le trioxyde de chrome ou le dioxyde de titane peuvent être incorporés en fonction des propriétés physiques recherchées, la composition des fibres pouvant notamment modifier la température d'utilisation.

Une définition des fibres céramiques réfractaires, précisant leur composition, a également été donnée par l'European Chemicals Agency (ECHA) (http://echa.europa.eu/chem_data/candidate_list_en.asp).

Figure 1
Les différentes familles de fibres synthétiques inorganiques

Fibres synthétiques inorganiques	
Fibres siliceuses	Fibres non siliceuses
« Fibres minérales artificielles » (FMA) : <ul style="list-style-type: none"> • Fibres céramiques réfractaires • Laines minérales d'isolation : laines de verre, de roche et de laitier • Laines AES¹ (Alkaline Earth Silicates) • Fibres de verre à usage spécial • Filaments continus de verre 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbone • Alumine • Whiskers • ...
Autres fibres siliceuses : <ul style="list-style-type: none"> • Mullite • Silice • ... 	

1. Les laines AES sont des fibres de silicate dont les teneurs en oxydes alcalins et alcalino-terreux, variables, sont supérieures à 18 %. Elles présentent une biopersistance faible et, de ce fait, elles ne sont pas classées cancérigènes de catégorie 3 d'après la note Q de la directive 67/548/CEE. Elles peuvent également être appelées laines de silicates de calcium et de magnésium (laines CMS) et fibres de verre aux oxydes.

1.2. Caractéristiques des fibres céramiques réfractaires

D'aspect blanc et cotonneux, les FCR présentent un diamètre moyen compris entre 1 et 3 μm et une longueur pouvant atteindre plusieurs cm. Elles ne peuvent pas se scinder en fibrilles de diamètres inférieurs (contrairement aux fibres d'amiante) mais peuvent se couper transversalement. Les fibres sont positionnées de manière aléatoire les unes par rapport aux autres. Des particules non fibreuses (nommées *shots*), qui peuvent représenter entre 40 et 60 % en poids du matériau, sont par ailleurs inévitablement produites lors de leur fabrication.



© INRS

Figure 2

Fibres céramiques réfractaires observées en microscopie électronique à balayage

Les FCR possèdent des caractéristiques thermiques remarquables et notamment une excellente résistance aux températures élevées (jusqu'à 1 450°C pour les fibres contenant du dioxyde de zirconium), une faible conductivité thermique et une faible capacité calorifique, ce qui en fait un matériau de choix pour l'isolation thermique haute température. Elles démontrent de surcroît une bonne résilience, une bonne flexibilité, une résistance chimique élevée aux acides et une bonne aptitude au façonnage (voir tableau de la figure 4 page 8).

Comme tout matériau réfractaire siliceux, au delà de 1 000°C, les fibres céramiques réfractaires peuvent former de la cristobalite (la silice cristalline inhalée sous forme de quartz ou de cristobalite de source professionnelle est classée cancérigène de catégorie 1 par le CIRC², agent cancérigène pour l'homme et fait l'objet du tableau de maladies professionnelles n° 25) et de la mullite. Les teneurs en silice cristalline formée lors de leur utilisation dépendent des conditions de fonctionnement des installations (fours industriels, hauts-fourneaux, etc.).

1.3. Production et utilisation des fibres céramiques réfractaires

La production de fibres céramiques réfractaires en Europe a débuté au milieu des années 1960. La production française de FCR s'établissait à 21 500 tonnes en 1991, elle n'était plus que de 7 000 tonnes en 2004³.



© CARSAF Aquitaine

L'utilisation des FCR a augmenté au cours des années soixante-dix encouragée par les crises énergétiques successives avant de décliner progressivement durant les années quatre-vingt-dix. En 1991, l'utilisation des FCR en Europe s'élevait approximativement à 46 000 tonnes par an issues principalement des sites anglais et français. Le marché des FCR semble ainsi s'inscrire dans un contexte local, la majorité des entreprises utilisatrices en France s'approvisionnant auprès de producteurs européens. L'utilisation des FCR n'était plus que de 23 000 tonnes en 2001, les FCR

Figure 3

Isolation en fibres céramiques réfractaires d'un four et de wagonnets

2. IARC – Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils, Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, 1997, vol. 68, p. 149-242.

3. Les fibres minérales artificielles siliceuses – fibres céramiques réfractaires, fibres de verre à usage spécial, évaluation de l'exposition de la population générale et des travailleurs, AFSSET, avril 2007, 288 p.

Propriétés	Fibres céramiques réfractaires	Laines AES	Laines minérales d'isolation	Fibres d'alumine	Fibres de mullite	Amiante chrysotile
Diamètre moyen des fibres (μm)	1-3	2-4	2-8	3-10	3-6	0,1-1
Longueur des fibres	Quelques μm à quelques cm	Quelques μm à quelques cm	Quelques μm à quelques cm	Quelques cm	Quelques cm	Quelques μm à quelques cm
Fibrilles	Pas de fibrilles	Pas de fibrilles	Pas de fibrilles	Pas de fibrilles	Pas de fibrilles	Fibrilles de diamètre 0,02 μm
Type de cassure de la fibre	Transversale	Transversale	Transversale	Transversale	Transversale	Longitudinale
Température de classification ($^{\circ}\text{C}$) (EN1094-1) ⁴	1 250 à 1 450	1 100 à 1 300	< 700 ⁵			
Température maximum d'utilisation en continu ($^{\circ}\text{C}$) ⁶	1 150 (1 300 si zircon)	900 à 1 150	250 à 800 (en fonction du type de laine)	1 600	1 600	600
Masse volumique (g/cm^3)	2,6-2,7	2,5	2,5-2,7	3,3-3,9	2,9-3,3	2,5
Chaleur massique ($\text{kJ}/\text{kg}^{\circ}\text{K}$)	1,13	1,13	0,84	1,1	1,08	1,05
Conductivité thermique	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Résistance chimique	– Bonne résistance aux acides – Résistance limitée aux alcalins	– Bonne résistance aux acides – Résistance limitée aux alcalins	– Bonne résistance aux acides faibles – Résistance limitée aux alcalins – Sensible à l'humidité	– Bonne résistance aux acides – Résistance limitée aux alcalins	– Bonne résistance aux acides – Résistance limitée aux alcalins	– Bonne résistance aux alcalins
Résistance aux chocs thermiques	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Résilience	Très bonne	Bonne	Très bonne en dessous de 600 $^{\circ}\text{C}$	Bonne	Bonne	Très bonne
Flexibilité	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Bonne	Bonne	Très bonne
N° CAS ⁷	142844-00-6	329211-92-9 436083-99-7 308084-09-5	Laine de roche : 194718-72-4 Laine de verre : 65997-17-3	1344-28-1	1302-93-8	12001-29-5 132207-32-0

Figure 4 Les propriétés physico-chimiques des différentes laines et fibres d'isolation

4. Température de classification suivant la norme NF EN 1094-1 : température à laquelle le retrait observé lors de l'essai de variation linéaire permanente ne dépasse pas 2% pour les panneaux et les pièces préformées et 4% pour les nappes, feutres, matelas et papiers.

5. Température de classification suivant la norme AGI Q 132.

6. Température d'utilisation en continu en atmosphère oxydante sans contamination chimique.

7. Les numéros CAS ne permettent pas d'obtenir la classification des laines et fibres d'isolation sur les bases de données européennes (IHCP, ex-ECB ou ECHA).

étant essentiellement remplacées par les laines AES à faible biopersistance⁸. En 2004, 2200 tonnes de FCR ont ainsi été utilisées en France dont 99% pour des applications industrielles, moins de 1% ont été mises en œuvre pour des usages domestiques (notamment dans les chaudières au sol).

Les FCR sont ou ont été employées pour l'isolation thermique de fours industriels, de hauts-fourneaux, d'appareils de chauffage industriel ou domestiques, de moules de fonderie, de tuyauteries, de câbles, pour la fabrication de joints, et également dans des applications automobiles, aéronautiques et ferroviaires et dans la protection incendie. L'isolation des fours industriels regroupe les secteurs de l'acier et des métaux non ferreux, du verre et de la céramique, de la chimie, de la pétrochimie, de l'énergie, etc.



© ECFIA

Figure 5

Bourrelets en fibres céramiques réfractaires



Les FCR sortent des usines de production soit en vrac soit sous forme de nappes aiguilletées généralement livrées en rouleaux. Ces deux matériaux concernent respectivement 20% et 50% des ventes de FCR en France. Les fibres en vrac sont des fibres brutes qui peuvent être utilisées en l'état pour boucher des trous ou des fissures. Les nappes aiguilletées sont des matelas de fibres brutes convertis par aiguilletage en nappes généralement sans liants. Les nappes peuvent servir de revêtements isolants pour des parois de fours, de réacteurs, d'incinérateurs, etc. Elles sont ainsi généralement mises en place directement sans transformation. Des produits dérivés à haute valeur ajoutée peuvent également être élaborés à partir des fibres en vrac et des nappes :

- des modules, structures plus ou moins complexes servant directement à l'isolation ;
- des panneaux, composites constitués de fibres, de charges et de liants inorganiques ou organiques ;
- des feutres, composites flexibles contenant généralement des résines ;
- des papiers, contenant généralement des résines ;
- des formes moulées sous vide (pièces de forme), articles prêts à l'installation à base de fibres et de charges ;
- des ciments et des mastics ;
- des textiles (tresses, tissus, cordes, bourrelets et fils).

Les fibres de silicates vitreuses artificielles à orientation aléatoire figurent dans la liste des substances dangereuses de 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.

Les fibres céramiques réfractaires sont classées cancérogènes par l'Union européenne. La classification et l'étiquetage des FCR sont indiqués dans le tableau de la **figure 6**. L'Union européenne a supprimé le classement « irritant pour la peau » des FCR. Cette décision est applicable de façon obligatoire depuis le 1^{er} décembre 2010.

Figure 6
Classification et
étiquetage des
FCR

	Système préexistant	Nouveau système applicable depuis le 1 ^{er} décembre 2010
Classification	Cancérogène catégorie 2	Cancérogène catégorie 1B
Symbole / Pictogramme de danger	 T - TOXIQUE	 DANGER
Phrases de risque / Mentions de danger	R49 Peut causer le cancer par inhalation.	H350i Peut provoquer le cancer par inhalation.
Conseils de prudence	S53 Éviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant utilisations. S45 En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin.	Conseils pertinents à choisir en fonction de l'utilisation parmi la liste : P201 Se procurer les instructions avant utilisation. P202 Ne pas manipuler avant d'avoir lu et compris toutes les précautions de sécurité. P281 Utiliser l'équipement de protection individuel requis. P308+P313 En cas d'exposition prouvée ou suspectée : consulter un médecin. P405 Garder sous clef. P501 Éliminer le contenu/ récipient dans ...

La classification et l'étiquetage relatifs au nouveau système devront être appliqués aux préparations contenant plus de 0,1% en poids de FCR au plus tard au 1^{er} juin 2015.

Les FCR ont été ajoutées sur la liste des substances extrêmement préoccupantes candidates à autorisation de mise sur le marché. L'inscription des substances candidates sur l'annexe XIV du règlement REACH (liste des substances soumises à autorisation) sera quant à elle décidée ultérieurement.

En France, il est conseillé d'appliquer les règles d'étiquetage énoncées ci-dessus à tous les articles contenant des FCR, dès lors que leur utilisation peut entraîner un risque d'émission de fibres dans l'atmosphère des lieux de travail (circulaire DRT 99/10)⁹. La mise sur le marché de FCR ou de produits en contenant doit être accompagnée d'une fiche de données de sécurité qui mentionne les dangers.

➤ Classification européenne des substances cancérogènes

Système préexistant

Catégorie 1

Substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour établir l'existence d'une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à une telle substance et l'apparition d'un cancer.

Catégorie 2

Substance devant être assimilée à une substance cancérogène pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à une telle substance peut provoquer un cancer. Cette présomption se fonde généralement sur des études appropriées à long terme chez l'animal ou d'autres informations appropriées.

Catégorie 3

Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles, mais pour laquelle les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante. Il existe des informations issues d'études adéquates sur les animaux mais elles sont insuffisantes pour classer la substance en catégorie 2.

Nouveau système

(règlement CLP n° 1272/2008 du 16 décembre 2008), obligatoire depuis le 1^{er} décembre 2010

Catégorie 1 A

Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré; la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données humaines.

Catégorie 1 B

Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé; la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données animales.

Catégorie 2

Substance suspectée d'être cancérogène pour l'homme.

Par ailleurs, toute activité susceptible de présenter un risque d'exposition à une substance ou à une préparation cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction de catégorie 1 ou 2 doit faire l'objet des règles particulières de prévention prescrites par les articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du code du travail. Ces règles spécifiques, explicitées dans la circulaire DRT n° 12 du 24 mai 2006, s'appliquent donc aux FCR.

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.

9. Certains articles ne sont pas étiquetés ou comportent un étiquetage informatif non réglementaire.

➤ Obligations réglementaires vis-à-vis des salariés

Les obligations réglementaires concernant les salariés sont les suivantes :

- aptitude médicale à établir au moins une fois annuellement par le médecin du travail ;
- information et formation du personnel sur le risque FCR, les modes opératoires, les moyens de prévention et le port des équipements de protection individuelle (*voir chapitre 8*) ;
- notice de poste à établir pour chaque poste de travail afin d'informer les salariés sur les risques à ce poste et indiquer les méthodes et équipements de travail à employer ainsi que les équipements de protection individuelle ;
- liste des travailleurs exposés aux FCR ;
- fiche d'exposition pour chaque salarié, dont la copie est transmise au médecin du travail, chaque salarié ayant accès aux informations le concernant ;
- contrôle annuel de l'exposition ;
- surveillance médicale renforcée (*voir chapitre 8.10*) ;
- conservation pendant 50 ans du dossier médical ;
- attestation d'exposition à remettre au salarié lors de son départ de l'entreprise.

La fiche d'exposition doit comporter :

- la nature du travail réalisé ;
- les caractéristiques des produits manipulés ;
- les périodes d'exposition ;
- les autres risques ou nuisances d'origine chimique, physique ou biologique ;
- les dates et les résultats des contrôles d'exposition au poste de travail ;
- la durée et l'intensité des expositions accidentelles.

Les dimensions des fibres, leur composition chimique, leurs propriétés de surface et leur capacité à persister en milieu biologique jouent un rôle dans les mécanismes toxiques. Pour produire un effet pathogène, les fibres doivent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires. Chez l'homme, seules les fibres de diamètre inférieur à 3 µm atteignent cette zone de l'appareil respiratoire.

La biopersistance des FCR est présentée dans le tableau de la **figure 7**.

Propriétés	Fibres céramiques réfractaires	Laines AES	Laines minérales d'isolation	Fibres de mullite ou d'alumine	Amiante chrysotile
Classification européenne préexistante	Cancérogène de catégorie 2	Non classées en application de la note Q	Cancérogène de catégorie 3 ou non classées en application de la note Q	Non évaluée	Cancérogène de catégorie 1
Biopersistance essai à court terme par inhalation ½ vie (jours)	45-55	5-9	7-58 ¹⁰	Pas de données disponibles	1-107

Figure 7

Classification
et biopersistance
des différentes laines
et fibres d'isolation

Les FCR 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 en 2002. Il a été démontré que les fibres céramiques réfractaires peuvent provoquer des irritations mécaniques. Elles peuvent induire des dermatites irritatives.

Un risque d'altération de la fonction respiratoire (obstruction des voies aériennes chez les fumeurs) et de survenue de plaques pleurales a également été rapporté chez les salariés des usines de production aux États-Unis. Les études épidémiologiques n'ont pas mis en évidence d'excès de fibroses pulmonaires, car les expositions cumulées aux fibres étaient faibles.

Néanmoins, en expérimentation animale (exposition par inhalation, par injection intracavitaire et par instillation intra-trachéale), les fibres céramiques réfractaires ont montré un potentiel fibrosant et un pouvoir cancérogène (mésothéliomes, cancers broncho-pulmonaires, etc.).

Chez l'homme, les études épidémiologiques publiées à ce jour n'ont pas mis en évidence d'excès de risque de cancers, elles sont toujours en cours.

➤ Exonération de la classification cancérogène

Une exonération de la classification cancérogène est possible pour les fibres de silicate vitreuses dont la teneur en oxydes alcalins et alcalino-terreux ($[\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}] + [\text{CaO}] + [\text{MgO}] + [\text{BaO}]$) est supérieure à 18 % (laines minérales d'isolation, laines AES, etc.).

Selon la note Q de la directive 67/548/CEE, la classification comme cancérogène ne s'applique pas s'il peut être établi que la substance remplit l'une des conditions suivantes :

- un essai de biopersistance à court terme par inhalation a montré que les fibres d'une longueur supérieure à 20 µm ont une demi-vie pondérée inférieure à dix jours ;

- ou un essai de biopersistance à court terme par instillation intra-trachéale a montré que les fibres d'une longueur supérieure à 20 µm ont une demi-vie pondérée inférieure à quarante jours ;

- ou un essai intrapéritonéal approprié n'a montré aucune évidence d'excès de cancérogénicité ;

- ou un essai à long terme par inhalation approprié a conduit à une absence d'effets pathogènes significatifs ou de modifications néoplasiques.

Les FCR ne sont pas concernées par cette disposition car leur teneur en oxydes alcalins et alcalino-terreux est inférieure à 18 %.

10. 58 jours pour les laines antérieures à la classification européenne de 1997.

Par convention, les niveaux d'exposition professionnelle sont mesurés en utilisant une méthode normalisée (norme XP 43-269) par microscopie optique à contraste de phase (MOCP). Ils sont exprimés en fibres par cm^3 et peuvent seuls être comparés à la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire contraignante fixée à $0,1 \text{ fibre}/\text{cm}^3$. Pour

l'application de ces dispositions, seules sont prises en compte les fibres de longueur supérieure à $5 \mu\text{m}$, de diamètre inférieur à $3 \mu\text{m}$ et dont le rapport longueur/diamètre excède 3.

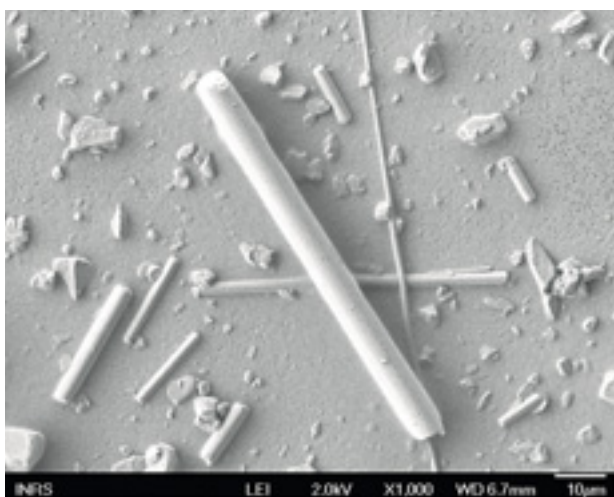
La valeur limite d'exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires est le seuil de concentration en fibres céramiques réfractaires qui ne doit jamais être dépassé dans l'air inhalé par un travailleur, en moyenne sur 8 heures. Elle découle des données scientifiques actuelles dont disposent les spécialistes sur la toxicité des fibres céramiques réfractaires; elle vise à limiter l'empoussièrement dans les ambiances de travail. En raison de l'évolution incessante de l'état des connaissances scientifiques et des incertitudes qui demeurent sur l'effet des faibles doses, elle ne saurait constituer une garantie de ne pas développer une

pathologie. Cette valeur limite d'exposition professionnelle est un objectif minimal, il convient donc de choisir les pratiques et les équipements visant à abaisser les niveaux d'exposition à des valeurs aussi basses que possible.

Il est demandé d'évaluer l'exposition par des mesures d'empoussièrement par prélèvement individuel réalisées sur différents groupes d'exposition homogènes¹¹. La périodicité des prélèvements est définie par le chef d'entreprise en liaison avec le médecin du travail, le CHSCT (comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail) ou à défaut les délégués du personnel et l'organisme accrédité pour le prélèvement. Elle sera redéfinie en fonction des modifications du mode opératoire et de l'activité. L'article

R. 4412-76 exige de vérifier au moins une fois par an le respect de la VLEP par un organisme accrédité. L'arrêté du 26 octobre 2007, le décret n° 2009-1570 du 15 décembre 2009 et l'arrêté du 15 décembre 2009 précisent les modalités de prélèvement et de mesure.

Le tableau de la **figure 10** et la **figure 11** fournissent quelques exemples de concentrations en fibres céramiques réfractaires mesurées lors de certaines opérations d'entretien et de maintenance. Les mesures ont été effectuées par prélèvement individuel réalisé sur opérateur au niveau des voies respiratoires. Elles expriment ce que pourrait être l'exposition de l'opérateur s'il n'était pas protégé.



© INRS

Figure 8

Fibres céramiques réfractaires observées en microscopie électronique à balayage



© CARSAF Aquitaine

Figure 9 Briques réfractaires garnies de FCR

11. 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 mesurage*, chapitre 5.2.1. « Choix de travailleurs pour les mesurages d'exposition ».

Travaux	Nombre de résultats	Moyenne arithmétique fibre/cm ³	Étendue fibre/cm ³
Retrait d'un joint FCR sur un four de formage dans une entreprise de construction de cellules d'aéronefs (sans aspiration) [1]	2	0,82	0,63-1
Garnissage puis décochage de moules avec du tissu de FCR dans une fonderie à la scie à ruban et au marteau (avec aspiration, à l'humide pour le décochage) [1]	10	0,026	0,007-0,04
Découpe de cartons FCR avec une scie à ruban dans une verrerie au cours de la fabrication de lustres (sans aspiration) [1]	3	4,9	
Découpe avec une scie à rubans de nappes de FCR destinées à l'enrobage de moules à cire perdue (avec aspiration) [1]	4	1,17	0,49-1,7
Découpe de panneaux FCR au massicot et nettoyage du lieu de travail : utilisation de cartons FCR comme protection thermique (sans aspiration) [1]	2	0,085	0,08-0,09
Nettoyage des soles des fours et des tunnels contenant de la poussière de FCR (aspirateur et chiffon humide) [1]	7	0,23	0,13-0,44
Découpe au ciseau et pose de joints FCR sur des conduits de cheminées dans une entreprise de fabrication de conduits [1]	2	0,08	0,06-0,1
Découpe au cutter et pose de nappes FCR dans un espace confiné dans une fumisterie (sans aspiration) [1]	8	>> 1,7	>> 1->> 2,7
Découpe au couteau et pose de textile FCR sur des gaines d'air dans un atelier d'une entreprise de fabrication de housses et de couvertures (sans aspiration) [1]	2	0,2	0,16-0,23
Nettoyage et garnissage à l'aide d'un cutter et d'une truelle de lingotières avec du feutre FCR dans une usine sidérurgique (sans aspiration) [1]	11	0,2	0,09-0,45
Découpe et collage de nappes FCR sur des plaques de plâtre ou feuilles d'aluminium dans une entreprise de fabrication de matériaux de construction (sans aspiration) [1]	3	0,22	0,14-0,3
Pose de réfractaires non fibreux avec joints en FCR [2]	8	0,10	0,02-0,20
Démontage sur wagonnets [3]			0,16-8,75
Montage sur wagonnets [3]			0,02-0,47
Grattage et démontage de FCR dans un four	4	2,02	0,18-5,32
Ramassage après grattage dans four	4	2,05	0,01-4,14
<p>[1] Données issues des CARSAT/CRAM. [2] Données issues du Syndicat national des entrepreneurs et constructeurs en thermique industrielle (SNECTI). [3] Données issues du guide pratique <i>Maîtrise des expositions aux FCR lors de travaux de réparation de fours et de wagons dans les tuileries et les briqueries</i>, Association européenne représentant l'industrie des laines d'isolation haute température (ECFIA) et Fédération française des tuiles et briques (FFTB), 2004, 34 p.</p>			

Figure 10

Exemples de concentrations en FCR générées par certaines opérations

➤ Méthodes de détection et de détermination dans l'air

La technique habituellement utilisée pour le mesurage de la concentration en nombre de fibres dans l'air est la technique du filtre à membrane. L'aérosol est prélevé sur une membrane filtrante qui est ensuite transparisée pour permettre le comptage des fibres par microscopie optique en contraste de phase.

La norme AFNOR X43-269 prévoit de compter les fibres de longueur supérieure à 5 μm , de rapport longueur/diamètre supérieur à 3 en distinguant les fibres dont le diamètre est inférieur à 3 μm de celles dont le diamètre est supérieur à 3 μm . Pour la comparaison avec la valeur limite moyenne d'exposition, seule la classe de fibres de diamètre inférieur à 3 μm est prise en compte pour le calcul de la concentration. Cette méthode est voisine de celle publiée par l'OMS¹².

La microscopie optique à contraste de phase ne permet pas d'identifier les fibres et d'observer celles de diamètre inférieur à quelques dixièmes de micron. Si une caractérisation est nécessaire l'utilisation du microscope électronique à balayage (MEB) telle que décrite dans la norme ISO 14966 permet de classer les fibres en fonction de leur composition.

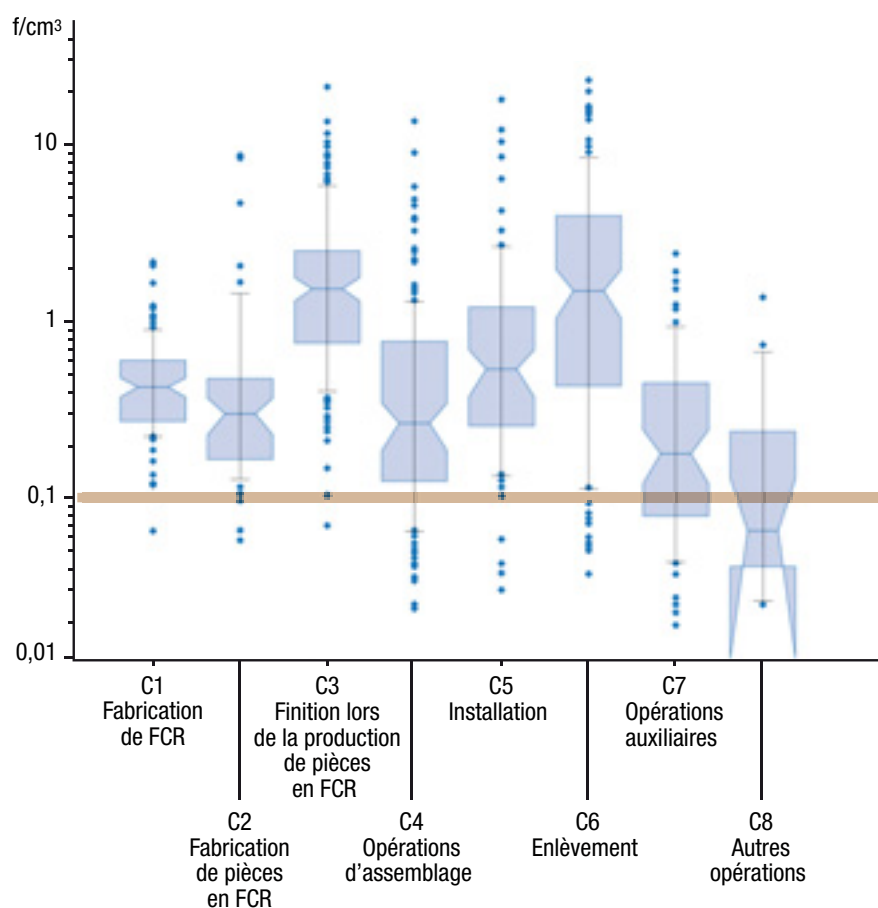


Figure 11

Exposition aux FCR par catégorie de travaux

12. Détermination de la concentration des fibres en suspension dans l'air. Méthode recommandée : la microscopie optique en contraste de phase (comptage sur membrane filtrante), Organisation mondiale de la Santé, Genève, 1998.

Les fibres céramiques réfractaires sont des produits d'isolation haute température destinés à des applications spécifiques avec un volume annuel mondial produit demeurant relativement faible (1 % des FMA utilisées en Europe en 2001). Néanmoins, compte tenu de leurs propriétés thermiques remarquables, elles sont ou ont été utilisées sous des formes diverses et variées pour des applications industrielles dans de multiples secteurs d'activité (métaux ferreux et non ferreux, acier, verre, ciment, céramique, briques et tuiles, chimie, aéronautique, énergie et cogénération, ferroviaire, maritime, pétrolière, automobile, défense, construction, valorisation énergétique, etc.), ainsi que pour des applications domestiques (notamment dans les appareils de chauffage type chaudières au sol).

5.1. Fibres céramiques réfractaires en vrac

- Colmatage des portes et des couvercles de fours industriels
- Remplissage des silencieux de turbines à gaz dans les chaudières de centrale énergétique
- Matières premières pour les pièces moulées sous vide (pièces de forme), les tresses, les cordons, les bétons, les panneaux, etc.

5.2. Fibres céramiques réfractaires sous forme de nappes, de panneaux et de modules

- Garnissage des portes, des couvercles, des voûtes et des parois internes et externes de fours industriels (chimie, pétrochimie, métallurgie, sidérurgie, fonderie, verrerie, valorisation énergétique, cimenterie, céramique, tuiles et briques, laboratoires de recherche, etc.) : fours de traitement thermique, fours de forge, fours de porcelaine, fours de verrerie, etc.
- Bouchage des fissures de fours industriels
- Joints de dilatation
- Poches de coulées : sous-couches et couvercles
- Garnissage des wagonnets et rouleaux de fours industriels
- Garnissage des moules, des louches et des creusets
- Garnissage des parois et des plafonds de sécheurs
- Couvertures des chenaux de coulée
- Garnissage des chambres de combustion et des portes des chaudières industrielles et domestiques
- Calorifugeage des tuyauteries, des feeders, des conduits de cheminées et d'échappement, des distillateurs, etc.
- Calorifugeage des caissons de chauffe et de climatisation
- Portes et cloisons coupe-feu (dans les industries ferroviaire et maritime notamment)
- Trappes de ramonage
- Protection de certains composants thermiques tels que les blocs brûleurs
- Écrans de protection thermique pour les interventions à chaud
- Panneaux radiants pour le chauffage ou le séchage



© ECFIA

Figure 12

Garnissage d'un four industriel avec des modules en fibres céramiques réfractaires (porte, voûte et intérieur du four)



© SFC

Figure 13

Garnissage de la paroi interne d'un four industriel avec des modules en fibres céramiques réfractaires (avant la première cuisson)



© SFC

Figure 14

Garnissage d'un four industriel sans rouleaux avec des modules en fibres céramiques réfractaires



© Saint-Gobain

Figure 15

Fibres céramiques réfractaires sous forme de panneaux et nappes utilisées avant réparation à chaud d'une voûte

5.3. Fibres céramiques réfractaires sous forme de papiers et de feutres

- Garnissage des moules, des godets et des lingotières
- Batteries
- Joints de dilatation et d'isolation thermique, joints pour l'aluminothermie
- Pots catalytiques
- Masselottage

5.4. Fibres céramiques réfractaires sous forme de tresses, de cordons, de bourrelets et de textiles

- Joints des portes, des couvercles et des brûleurs dans les fours industriels et les chaudières de centrale énergétique et domestiques
- Joints de dilatation, d'étanchéité, de bourrage, de calorifugeage, etc. (canalisations de chauffage, conduites d'échappement, distillateurs, etc.)
- Joints pour les portes, les clapets et les volets coupe-feu
- Manchons pour la protection thermique d'échappement d'engins agricoles

5.5. Fibres céramiques réfractaires incorporées dans des liants divers

- Peintures intumescentes (antifeu)
- Mastics
- Ciments pour filtres à particules
- Bétons réfractaires
- Revêtements à base de ciment
- Plaquettes de frein¹³, etc.

5.6. Fibres céramiques réfractaires sous forme de pièces moulées sous vide (pièces de forme)

- Garnissage des portes de chaudières industrielles
- Manchons
- Coulées aluminium

13. Actuellement, les FCR employées dans les plaquettes de frein représentent une très faible part (inférieure à 0,1% par an en Europe) des fibres de renforcement utilisées pour cette application. Elles sont, de plus, incorporées dans des plaquettes de frein destinées uniquement à des engins spéciaux, et notamment à des engins blindés. Les plaquettes de frein des véhicules légers et des camions qui sortent, à ce jour, des chaînes de production françaises ne contiennent plus de FCR. Depuis 2006 en France, les fabricants de plaquettes de frein ne font plus appel aux FCR que ce soit pour la première monte ou pour le marché de la rechange.

6.1. Opérations générales

Secteurs concernés : chimie, fumisterie, pétrochimie, métallurgie, sidérurgie, fonderie, verrerie, valorisation énergétique, énergie et cogénération, cimenterie, céramique, tuiles et briques, nucléaire, laboratoires de recherche...

- **Magasinage/manutention/contrôle** (produit emballé film et/ou carton)
- **Préparation :**
 - découpe avec outil manuel
 - perçage de blocs (poinçon)
 - manipulation
 - assemblage
- **Stockage intermédiaire :** soit des composants (blocs, nappes, etc.), soit des sous-ensembles assemblés
- **Pose/montage :**
 - mise en place dans ou sur le support à garnir (porte de chaudière, voûte de four, etc.)
 - découpe (ajustement)
 - application de coating
- **Dégarnissage, dépose** (découpe, démontage, etc.)

6.2. Opérations spécifiques

→ *Travaux et mesurages dans et sur des fours industriels et des chaudières de centrale énergétique*

Secteurs concernés : chimie, pétrochimie, fumisterie, métallurgie, sidérurgie, fonderie, verrerie, valorisation énergétique, cimenterie, céramique, tuiles et briques, nucléaire, laboratoires de recherche...

- Changement de modules, de joints, de tresses et de nappes, colmatage et bouchage de fissures, etc.
- Changement et vérification de brûleurs, d'équipements, d'instrumentations, etc.
- Contrôles et soudures sur équipements
- Utilisation de protection thermique (en FCR) lors de soudure, de grenillage des soles, de réparation d'ouvrages, de placage de cuves, d'endoscopies, de mesures et analyses diverses, etc.

→ *Travaux sur des wagons et des rouleaux de fours industriels et sur des poches de coulée*

Secteurs concernés : métallurgie, sidérurgie, fonderie, céramique, fumisterie, verrerie, tuiles et briques...

- Changement de modules, de matériaux réfractaires et de pièces mécaniques
- Garnissage avec des FCR en vrac
- Réfection de poches

→ **Travaux sur des chaudières domestiques**

Secteurs concernés : énergie et cogénération

- Entretien annuel, réparation et maintenance

→ **Travaux sur des installations de production et de transformation de FCR (découpe, presse...)**

Secteur concerné : production et transformation de FCR

- Maintenance, entretien et nettoyage des installations

→ **Travaux sur des plaquettes de frein et des pots catalytiques**

Secteur concerné : réparation et déconstruction automobiles

- Changement de plaquettes de frein
- Démantèlement de pots catalytiques

→ **Travaux sur des navires**

Secteur concerné : entretien des navires

- Retrait de joints, de calorifugeages, de garnissages de portes de chaudières...

6.3. Opérations de fin de chantier

Secteurs concernés : chimie, pétrochimie, fumisterie, métallurgie, sidérurgie, fonderie, verrerie, valorisation énergétique, cimenterie, céramique, tuiles et briques, nucléaire, laboratoires de recherche, maintenance de chaudières domestiques, production et transformation de FCR...

- Nettoyage chantier et/ou zone de travail
- Conditionnement et évacuation des déchets

Des fibres céramiques réfractaires en tant que matériau ou constituant de matériau, sur un équipement ou une structure de bâtiment ou d'installation constituent un danger. Le risque pour l'opérateur lui-même comme pour les personnes travaillant à proximité existe dès lors que des fibres céramiques réfractaires sont libérées et mises en suspension dans l'air, sans que des mesures soient prises pour éviter qu'elles soient inhalées.

Tous les professionnels amenés à intervenir sur les produits listés dans le chapitre 5 ou concernés par les différentes opérations d'entretien et de maintenance énumérées dans le chapitre 6 doivent s'interroger *a priori* sur la présence de FCR.

La présence de FCR dans un bâtiment ou sur une installation nécessite lors de la réalisation de travaux la prise de mesures particulières. Il est donc primordial d'identifier et de repérer la présence de FCR dans tous les produits et équipements sur lesquels des intervenants sont amenés à réaliser des opérations d'entretien et de maintenance. À chaque fois que les professionnels sont confrontés à un matériau inconnu, susceptible de contenir des FCR, ils devront s'informer de la présence ou de l'absence de FCR en consultant les documents disponibles (documents de chantier ou de l'installation détenus par le propriétaire, cahiers des charges *engineering*, documents commerciaux, etc.), en contactant les fournisseurs ou fabricants et en questionnant le médecin du travail. En cas de doute sur la présence ou l'absence de FCR dans un matériau ou un produit, les professionnels doivent consulter un laboratoire spécialisé pour procéder à des analyses chimiques et physiques sur des échantillons. Cette recherche *a priori* est contraignante mais libère des conséquences que pourrait avoir, sur le déroulement du chantier, la découverte de FCR pendant les travaux.

Cette procédure doit être menée quelle que soit la nature des travaux à réaliser. Lorsque la présence de FCR est suspectée, il est préférable de supposer l'existence de FCR et d'adopter des mesures de prévention adaptées. La démarche complète visant à détecter la présence de FCR dans l'environnement de travail doit être structurée ; elle peut en particulier s'articuler autour d'un certain nombre d'interrogations qui vont conduire à déterminer si la situation de travail peut exposer aux FCR :

- L'appel d'offres ou l'ordre de maintenance concernant les travaux précise-t-il de manière explicite qu'il y a ou, au contraire, qu'il n'y a pas de présence de FCR ?
- La situation de travail prévue laisse-t-elle penser que l'on peut être confronté à un matériau contenant des FCR ?
- L'exécutant des travaux a-t-il interrogé le propriétaire du bâtiment ou de l'installation sur la présence de matériaux contenant des FCR et sur leur localisation (documents, résultats d'analyses) ?
- A-t-on repéré lors d'une visite commune un matériau, une installation ou une structure suspect(e) demandant un complément d'information ?
- Des procédures sont-elles en place pour le cas où un matériau ou une installation contenant des FCR serait découvert par surprise au cours des travaux ?

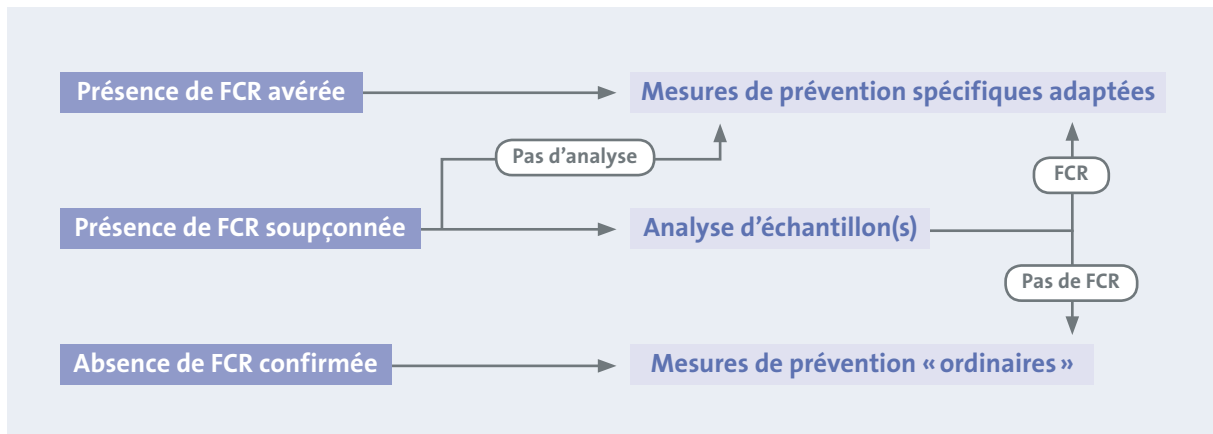


Figure 16

Démarche schématique de recherche du danger

➤ Repérage des installations et équipements contenant des FCR

La présence de FCR dans ou sur un équipement ou une installation constitue un risque dès lors qu'une intervention entraîne la dispersion dans l'air de fibres exposant ainsi les opérateurs et toute personne présente dans l'environnement du chantier à l'inhalation de fibres. Il convient donc d'effectuer sur les lieux de travail un repérage des installations et équipements susceptibles de contenir des FCR.

Pour effectuer la recherche des FCR, il convient de réaliser une visite systématique de tous les locaux pour identifier la présence d'installations ou d'équipements susceptibles de contenir des FCR. La connaissance de l'historique des locaux et équipements peut apporter une aide précieuse dans la recherche des FCR. Des prélèvements de matériaux peuvent être effectués et analysés pour confirmer ou infirmer la présence de FCR. L'analyse est recommandée pour statuer sur l'absence effective de FCR dans un matériau ou un équipement susceptible d'en contenir. Pour procéder aux

prélèvements, il y a lieu de préparer l'intervention pour définir les mesures à mettre en œuvre (équipement des intervenants, limitation du nombre de personnes présentes lors de ces prélèvements, échantillonnage sur toute l'épaisseur du matériau puis projection d'un fixateur sur et autour des zones de prélèvements et mise en place d'une procédure de nettoyage).

Les résultats de ce repérage seront consignés dans un rapport. Celui-ci devra être conservé et fourni à tout intervenant amené à intervenir sur le site.

Ce rapport peut également préciser les zones inaccessibles ou masquées qui n'ont pas pu être visitées et pour lesquelles il sera nécessaire d'effectuer une recherche complémentaire avant travaux les concernant.

En complément de ce repérage, cet inventaire abordera également la faisabilité de la substitution des FCR en place.

L'ensemble des mesures de prévention du risque chimique s'appuie sur les principes généraux de prévention définis à l'article L. 4121-2 du code du travail qui consistent à :

- 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.

Les FCR appartenant à la catégorie des agents cancérogènes, les règles spécifiques supplémentaires énoncées dans les articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du code du travail s'appliquent. Elles sont synthétisées dans la **figure 17**.

Un récapitulatif des éléments à prendre en compte pour prévenir les risques liés aux FCR sur un chantier est donné en annexe 2.

8.1. Suppression des risques

Avant toute intervention de maintenance ou d'entretien au cours de laquelle un salarié peut être confronté à des fibres céramiques réfractaires, la première mesure de prévention devra porter sur la recherche de solutions permettant de réaliser la même opération en contournant le risque d'exposition aux fibres céramiques réfractaires.

8.2. Évaluation des risques

L'évaluation des risques permet la mise en place de mesures de prévention et de protection propres à les supprimer ou à défaut à les amener à leur niveau le plus bas possible. Si le niveau atteint n'est pas satisfaisant, les options organisationnelles et techniques sont reconsidérées.

Pour toute opération sur les FCR, une analyse des risques portant sur l'ensemble des phases de l'opération est réalisée. Chaque acteur (donneur d'ordre, chefs d'entreprises utilisatrices et extérieures) réalise la sienne pour la partie le concernant. Elle tient notamment compte :

a) des contraintes liées à la situation, comme les caractéristiques :

- du site d'intervention : intérieur, extérieur, activités à proximité, coactivités, état d'encombrement, accès...,
- de l'emplacement de l'intervention sur les FCR : accès, température, caractéristiques dimensionnelles, ventilation, électricité, machines...,
- etc. ;

b) des options techniques prises sur :

- la planification du chantier (une ou plusieurs phase(s), délais...),
- l'organisation du travail,
- les modes opératoires incluant les opérations élémentaires à accomplir,
- les équipements de travail et de protection,
- la formation du personnel aux techniques envisagées,

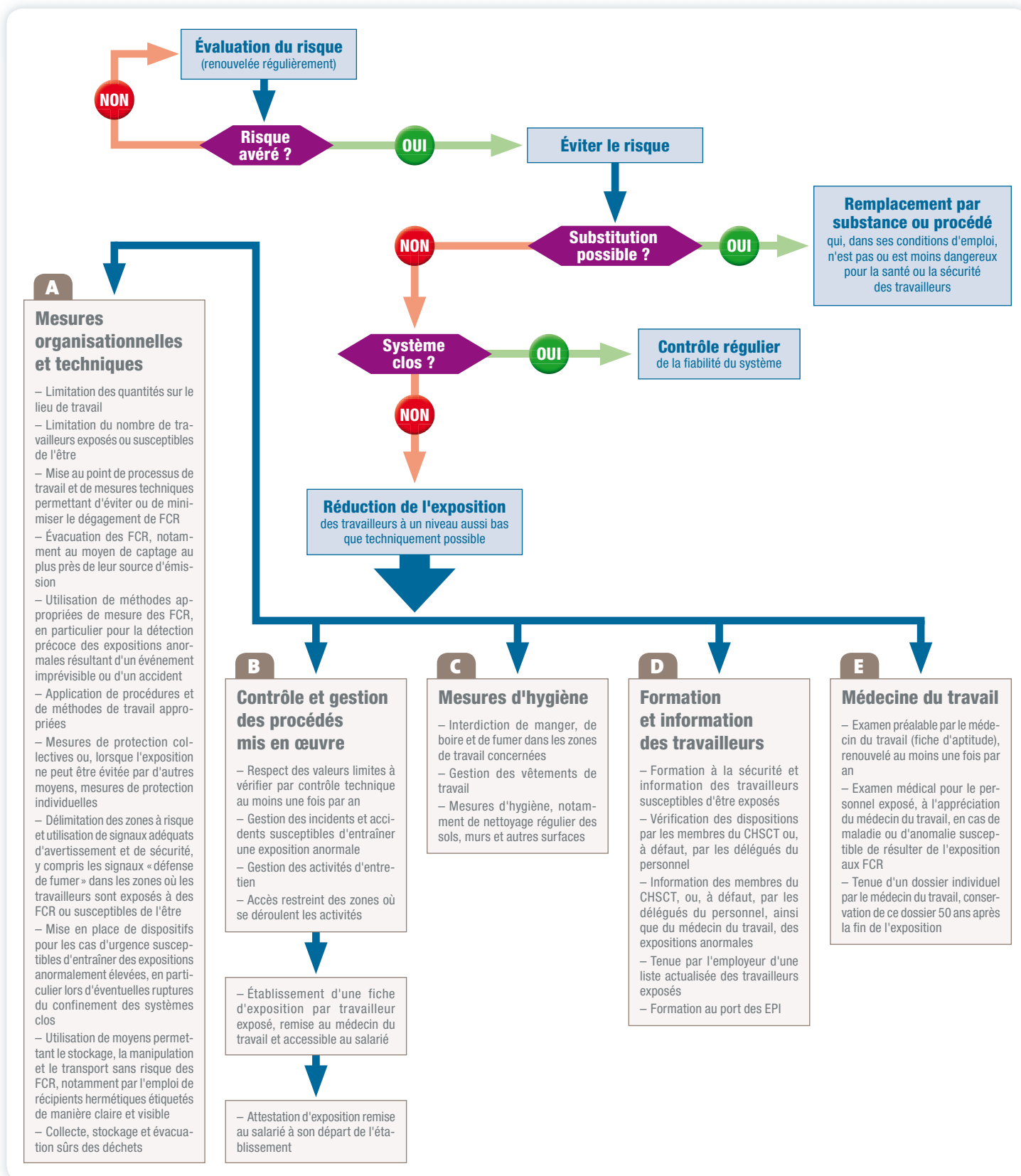


Figure 17

Présentation des dispositions des articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du code du travail

- les niveaux d'exposition attendus à l'occasion des différentes phases de l'opération : émission de poussières, production de déchets...,
- etc. ;

c) des risques autres que ceux liés aux FCR :

- la charge physique liée à la pénibilité du port des EPI, aux positions de travail, aux manutentions, à la chaleur,
- les chutes de hauteur, de plain-pied,
- les risques chimiques, mécaniques, électriques,
- les risques résiduels ou consécutifs à l'opération (élimination des déchets, travaux ultérieurs de maintenance...),
- etc.

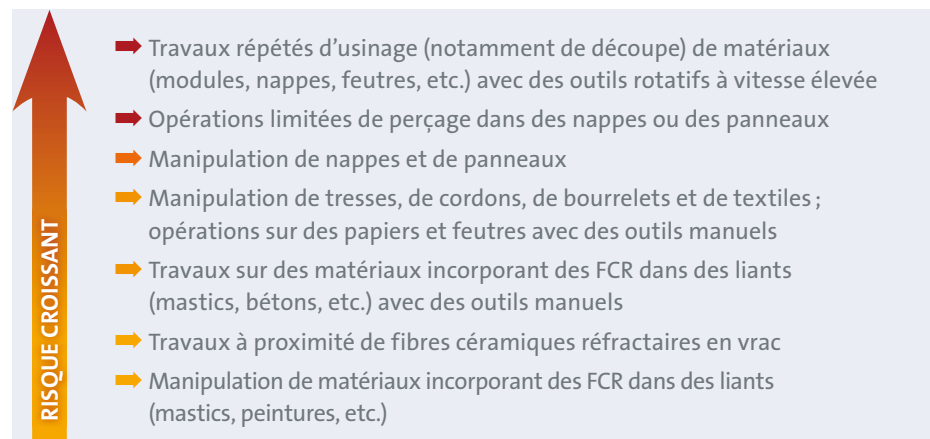
Les situations d'entretien et de maintenance qui sont susceptibles de mettre un professionnel au contact de fibres céramiques réfractaires sont multiples et variées. Le niveau de risque et, par conséquent, le choix des mesures de protection collective et/ou individuelle en rapport avec ce risque vont ainsi dépendre à la fois :

- de la nature du matériau ;
- de l'état de conservation du matériau ;
- de la nature de l'opération (étendue, durée) ;
- de l'outillage utilisé ;
- de l'environnement général du poste (et notamment de l'exiguïté de la zone de travail).

Les travaux d'entretien et de maintenance nécessitant la dépose des FCR doivent inciter à une vigilance accrue. Les FCR peuvent en effet se transformer partiellement, au cours de différents cycles de chauffe et de refroidissement, en silice cristalline, dont la cristobalite, classée, par le CIRC, cancérigène pour l'homme en situation d'exposition professionnelle.

D'autres isolants (laines minérales d'isolation, etc.) peuvent également être rencontrés, notamment lors de travaux de maintenance et d'entretien sur des fours industriels.

Figure 18 →
Exemples de travaux exposant aux FCR



➤ Le document unique

Le chef d'entreprise a l'obligation de préserver la santé physique et mentale de ses salariés. Cette obligation de santé et de sécurité consiste notamment à identifier, à évaluer et à transcrire les risques dans le document unique (article R. 4121-1 du code du travail). Cette démarche, qui doit être renouvelée régulièrement, conduit à la mise en place d'un plan d'actions de prévention. Les risques liés à l'exposition aux FCR doivent donc figurer dans ce document.

8.3. Substitution

Lorsque le retrait de fibres céramiques réfractaires est nécessaire, la question du choix du matériau de remplacement techniquement équivalent doit être posée. La substitution des fibres céramiques réfractaires par des matériaux moins dangereux ou des procédés évitant leur mise en œuvre doit être en effet systématiquement envisagée. Les FCR ne doivent être utilisées que dans des cas où elles sont techniquement indispensables. Le critère de température est généralement prépondérant dans ce choix mais également la tenue mécanique, la résistance aux attaques chimiques et au type d'atmosphère et d'autres critères suivant les applications. Il existe sur le marché des alternatives aux fibres céramiques réfractaires sous forme fibreuse et non fibreuse (voir tableau de la [figure 19](#)).

Alternatives techniques aux FCR	Température maximum indicative d'utilisation en continu (°C)	Coût par rapport aux FCR	Formation de silice cristalline possible	Présentation spécifique
Laines d'isolation haute température (AES, CMS, etc.)	900 à 1 150	+	Oui	
Fibres polycristallines : fibres d'alumine	1 600	++	Non	
Fibres polycristallines : fibres de mullite	1 600	+++	Non	
Fibres polycristallines : fibres de zircon	1 800	+++++	Non	
Fibres polycristallines : fibres d'alumine-bore-silice Nextel	1 200	++++	Non	N'existe que sous forme de tissu
Wollastonite	1 000	+	Non	
Fibres de silice étirée	1 050	+++	Oui	
Fibres de silice lixiviée	980	+	Oui	
Fibres de silice	1 000	++++	Oui	
Laines minérales (verre, roche, laitier, basalte)	250 à 800	--	Non	
Briques réfractaires isolantes	1 100 à 1 650	=	Oui	
Bétons réfractaires isolants	1 700	--	Oui	
Vermiculite	1 100	--	Non	
Silicate de calcium	1 000 à 1 100	--	Non	Plaques
Mousses céramiques	1 600	+++	Non	
Matériaux microporeux	1 000 à 1 200	+++	Oui	

Figure 19

Exemples de matériaux de substitution aux fibres céramiques réfractaires

Les laines minérales d'isolation telles que les laines de verre, de roche et de laitier peuvent être considérées comme des alternatives techniques possibles aux FCR pour des applications allant jusqu'à 800 °C environ. Entre 800 et 1 200 °C, les principales fibres de substitution aux FCR sont les laines AES mais d'autres alternatives telles que la wollastonite peuvent également convenir dans de nombreuses applications. Au-delà de 1 200 °C, les substituts sont par exemple les briques et les bétons réfractaires isolants ainsi que les fibres polycristallines. Il convient de prendre en compte que certains produits de substitution peuvent générer lors de leur utilisation de la silice cristalline (voir tableau de la **figure 19**).

Des renseignements plus détaillés sur les produits de substitution en fonction du domaine d'activité sont décrits dans un rapport de l'AFSSET¹⁴.



© EITI

Figure 20

Four isolé avec des laines AES

Les applications haute température sont très variées et souvent spécifiques au sein d'une même branche industrielle. Il n'est donc pas possible de définir un domaine où la substitution peut être généralisée. Les caractéristiques des FCR comme leur réfractarité, leur faible conductivité thermique, leur faible inertie thermique et leur stabilité chimique ainsi que leur grande flexibilité d'utilisation peuvent rendre leur substitution difficile dans certains cas particuliers.

Il convient, par ailleurs, de prendre en considération les caractéristiques spécifiques de chaque application et d'en évaluer la compatibilité avec le produit de substitution envisagé. Les données disponibles sur la dangerosité du produit de substitution doivent également être prises en compte.

Les principaux paramètres à considérer lors de la démarche de substitution sont les suivants :

- température de classification ;
- température maximum d'utilisation en continu ;
- conductivité thermique ;
- inertie thermique ;
- point de fusion ;
- densité ;
- tenue mécanique ;
- tenue aux changements de températures (chocs thermiques) ;
- contact flamme ;
- atmosphère du four (humidité, atmosphère agressive, réductrice ou oxydante...);
- type d'énergie ;
- type d'utilisation (cyclique, continue) ;
- économie d'énergie ;
- émissions de gaz à effets de serre et autres polluants.

8.4. Mesures organisationnelles

Des mesures doivent être prises avant toute intervention pouvant libérer des FCR. Il s'agit en particulier, avant le début des travaux :

- pour le propriétaire du bâtiment ou de l'installation ou son représentant :
 - d'informer les occupants habituels du local de la nature précise des opérations qui vont être entreprises,
 - de transférer temporairement ces occupants vers un autre local si nécessaire, ou vers une zone non contaminable ;

¹⁴. Les fibres minérales artificielles siliceuses – fibres céramiques réfractaires, fibres de verre à usage spécial, évaluation de l'exposition de la population générale et des travailleurs, AFSSET, avril 2007, 288 p.

- pour les intervenants externes ou internes :
 - de mettre au point des processus de travail et des modes opératoires permettant d'éviter ou de minimiser le dégagement de FCR,
 - de programmer les travaux pour limiter les interventions postérieures à la pose des FCR qui conduiraient à leur déplacement ou leur détérioration (exemple : passage de tubes),
 - de coordonner l'intervention des différents corps de métier pour éviter leur présence simultanée sur le site, de façon à limiter le nombre de personnes susceptibles d'être exposées,
 - de délimiter et d'isoler la zone de travail,
 - de baliser et signaler la zone de travail, restreindre l'accès à toute personne non concernée par les travaux, en utilisant des signaux adéquats d'avertissement et de sécurité, dans les zones où des personnes sont exposées ou susceptibles d'être exposées à des fibres céramiques réfractaires,
 - de limiter les quantités de fibres sur les lieux de travail,
 - de débaler les FCR au dernier moment et au plus près de la zone de travail, de maintenir l'étiquette en place sur les contenants,
 - d'interdire l'usage de la soufflette,
 - de choisir de préférence des matériaux revêtus sur leur surface externe (encapsulage plastique, feuille de carton...),
 - d'interdire de boire ou de manger dans la zone de travail,
 - de déterminer la durée maximale de travail avec port ininterrompu d'un appareil de protection respiratoire ainsi que le temps de pause après le port d'un appareil de protection respiratoire (voir chapitre 8.6).



© CARSAT Aquitaine

Figure 21
Wagonnet entouré de nappes en FCR

➤ Organisation de la prévention lors des opérations comportant des travaux de traitement de FCR

1 Opérations impliquant plus d'une entreprise

Pour toute opération incluant des travaux sur les FCR et impliquant au moins deux entreprises, entreprises participant aux travaux proprement dits et entreprises du site à l'intérieur ou à proximité duquel sont réalisés les travaux, le maître d'ouvrage doit organiser la coordination en matière de sécurité et de protection de la santé tant au cours de l'étude, de l'élaboration du projet qu'au cours de la réalisation des travaux.

Cette organisation doit permettre de définir l'ensemble des sujétions et mesures propres à prévenir les risques découlant de l'interférence ou de la succession des diverses activités sur ou à proximité du site des travaux. Elle prend aussi en compte les travaux et activités faisant suite à un traitement de FCR lorsque ce dernier peut laisser subsister des risques pour les travailleurs et l'environnement.

Dans ces situations, sont appliqués soit les textes relatifs à la coordination des opérations de bâtiment et de génie civil (loi du 31 décembre 1993, articles R. 4532-1 à R. 4532-98 du code du travail, arrêté du 25 février 2003), soit ceux relatifs aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure (articles R. 4511-1 à R. 4515-1 du code du travail,

arrêté du 19 mars 1993), avec élaboration d'un plan de prévention.

Quels que soient les textes d'application, les FCR étant classés cancérogènes, l'ensemble de la démarche est obligatoirement formalisé par des documents écrits.

Dans tous les cas, les documents prennent en compte le fait que ces travaux et interventions sont susceptibles d'exposer au risque FCR l'ensemble des personnes se trouvant à l'intérieur ou à proximité du site où sont effectués les travaux et jusqu'à l'élimination des déchets.

a) Travaux réalisés dans le cadre des textes relatifs à la coordination des opérations de bâtiment et de génie civil

Dès la phase d'étude, il est établi, à l'initiative du maître d'ouvrage, un plan général de coordination de sécurité et de protection de la santé (PGCSPS) qui est joint aux documents d'appel d'offres. Ce plan doit inclure toutes les informations sur la présence de fibres céramiques réfractaires.

Chaque entreprise réalisant les travaux rédige à partir de ce PGCSPS et de sa propre analyse de risques son plan particulier de sécurité et de protection de la santé



(PPSPS) traitant de ses propres risques et des risques qu'elle peut faire encourir à autrui.

b) Travaux réalisés dans le cadre des textes relatifs aux interventions exécutées par des entreprises extérieures

Préalablement à l'exécution des travaux, le chef de l'entreprise utilisatrice (ayant son activité industrielle, commerciale, tertiaire, etc., sur le site des travaux) d'une part et celui ou ceux des entreprises extérieures d'autre part organisent une visite commune des lieux et des installations objets des travaux, afin de procéder à l'évaluation des risques. Un plan de prévention est arrêté d'un commun accord entre les chefs de l'entreprise utilisatrice et de la ou des entreprise(s) extérieure(s). Sous la responsabilité du chef de l'entreprise utilisatrice, coordonnateur des mesures de prévention, ce plan définit les mesures prises par chaque entreprise pour prévenir les risques liés à ses

interventions en particulier le risque FCR. Le chef de l'entreprise intervenante informe par écrit l'inspection du travail, la CARSAT, l'OPPBTB de l'ouverture des travaux en règle générale pour tout chantier occupant au moins dix salariés pendant plus d'une semaine.

2 Autres cas

Dans les cas où aucun des deux groupes de textes relatifs soit à la coordination, soit à l'intervention d'une entreprise extérieure ne s'applique, comme des travaux réalisés par du personnel d'une entreprise pour son compte propre, c'est l'employeur des salariés susceptibles d'être exposés qui détermine la présence d'un danger, en évalue les risques et met en œuvre les règles de protection adaptées.

8.5. Moyens de protection collective

Il convient de privilégier les moyens de prévention collective aux mesures de protection individuelle. Les équipements de protection individuelle doivent être utilisés uniquement en complément des protections collectives ou à défaut de protections collectives efficaces. La mise en œuvre de mesures de protection collective vise à limiter la dispersion et l'accumulation des fibres dans l'atmosphère des lieux de travail. Il importe de rechercher le niveau d'exposition le plus bas possible.

Pour les travaux d'entretien et de maintenance, la démarche générale conseillée est la suivante :

- isolement de la zone de travail ;
- calfeutrement de la zone de travail ;
- mise en place du confinement statique (pose de films en matière plastique) ;
- opérations d'entretien et de maintenance ;
- évacuation des déchets de la zone de travail ;
- nettoyage ;
- restitution de la zone.

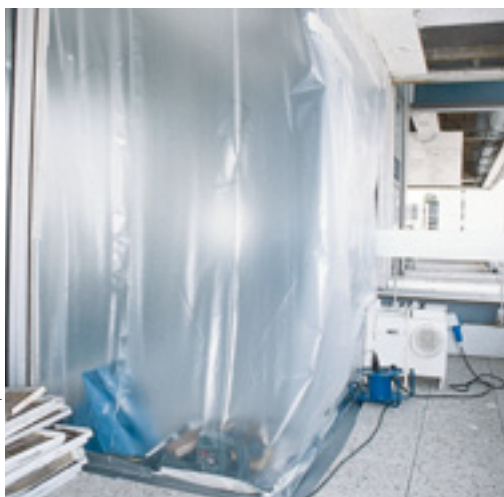
Les situations les plus émissives telles que l'utilisation de fibres en vrac, les découpes avec des outils tournant à vitesse rapide sans aspiration adaptée ou le nettoyage à l'aide d'une soufflette doivent être proscrites.

Une des mesures primordiales pour maîtriser l'empoussièrement est de mettre en place des dispositifs d'assainissement et de renouvellement de l'air, à l'aide par exemple de systèmes de captage à la source.

→ Mesures d'isolement de la zone de travail (zone d'émission des fibres et des poussières)

1. L'isolement de la zone de travail a pour objectif :

- de limiter la dispersion des fibres et poussières ;
- de créer une séparation physique entre le lieu où se déroulent les opérations d'entretien et de maintenance et les zones avoisinantes (de matérialiser la zone de chantier) ;
- de délimiter la zone dans laquelle des mesures de protection collective et individuelle des salariés sont mises en œuvre en fonction de la nature des travaux.



© Bernard Floret pour l'INRS

Figure 22

Enceinte de hauteur d'étage

de la manière la plus étanche possible – en prenant en considération les risques de déchirure et d'arrachement de ces films. Cette enceinte pourra comporter un compartiment d'accès servant notamment à dépoussiérer et à retirer les vêtements de travail. L'enceinte devra être soigneusement dépoussiérée avant son démontage. Ces enceintes peuvent éventuellement

Si la zone où il existe un risque d'émission de fibres céramiques réfractaires est très limitée (quelques dm²) et si cette technique est applicable, il peut être envisagé d'isoler complètement la zone dans une enveloppe étanche de taille correspondante fixée sur les supports adjacents, qui permettra à l'opérateur de travailler au travers de celle-ci. Des sacs à manches, qu'il convient de fixer de façon étanche sur les supports adjacents, sont ainsi commercialisés. Cette solution est particulièrement adaptée aux opérations effectuées sur des structures horizontales type conduit.

Si la zone de travail est étendue et si cela s'avère nécessaire, une enceinte, permettant de séparer la zone à traiter des zones avoisinantes, peut être construite à partir d'une ossature modulable (bois, tubes métalliques, etc.) et de parois (voir **figure 22**). La constitution de séparations de zone peut être réalisée avec des films en matière plastique fixés entre eux et aux structures du bâtiment en matière plastique fixés entre eux et aux structures du bâtiment



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 23

Calfeutrement d'entrées d'air à l'aide de mousse expansible

2. Le calfeutrement de la zone de travail, entrepris après l'isolement, consiste à créer une enceinte la plus étanche possible en opérant un bouchage des entrées d'air. Le calfeutrement peut être réalisé par :

- l'obstruction des grilles d'aération et le bouchage des trous existants à l'aide de mousses expansibles, de bandes plâtrées, d'enduits, etc. (voir **figure 23**), au niveau des passages des câbles, des tuyauteries, etc. ;
- la pose de rubans adhésifs autour des fenêtres et portes ou d'un film en matière plastique recouvrant complètement l'ouverture.

3. Le confinement de la zone à traiter permet une décontamination facile de la zone en fin d'opération. Généralement, le confinement consiste, après un nettoyage des surfaces à recouvrir, en la pose de films en matière plastique fixés par des rubans adhésifs ou agrafés sur les parois rigides (existantes ou créées) ainsi que sur le sol.

Les parois sont recouvertes d'un film en matière plastique afin de limiter les risques de pollution accidentelle et de faciliter les travaux futurs. Les sols, plus sollicités que les parois, reçoivent deux films en matière plastique ou un film en matière plastique renforcé dont l'épaisseur est définie en fonction des risques de poinçonnement pendant le chantier. Le film qui est au contact du sol peut être remplacé par des produits d'une autre nature présentant des caractéristiques au moins équivalentes de résistance, d'étanchéité et de décontamination s'ils sont réutilisables, par exemple du linoléum (voir **figure 24**). Les équipements de chantier qui sont difficilement décontaminables doivent être soigneusement protégés (recouverts d'un film en matière plastique) au début du chantier (il convient en particulier de boucher les tubes d'échafaudage avec un film en matière plastique).



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 24

Protection de la sole d'un four

La mise en place d'une partie ou de l'ensemble des mesures décrites ci-dessus (isolement, calfeutrement et confinement) dépendent de la nature du chantier (type et durée de l'opération réalisée, nature et quantité de FCR manipulées, etc.) et de l'évaluation des risques associée.

→ Mesures de réduction des émissions de fibres et de poussières

Les situations de travail les plus émissives doivent faire l'objet de mesures particulières :

1. Afin d'éviter la remise en suspension de fibres et de poussières diverses, il convient d'effectuer un nettoyage préalable de la zone de chantier à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité.

2. Pour la dépose, il est nécessaire d'humidifier localement le matériau contenant des FCR (cartons, feutres, nappes, tresses, etc.) avec de l'eau ou de l'eau additionnée de savon liquide et si possible dans toute son épaisseur afin de diminuer de façon significative l'émission et la dispersion des fibres et des poussières notamment lors des opérations de démontage.

3. Il faut choisir, à chaque fois que cela est techniquement possible, des outils manuels (couteaux, cutters, massicots, ciseaux, etc.) ou des outils électriques à vitesse lente. L'utilisation d'outils rotatifs à vitesse élevée doit être proscrite (notamment ceux ne disposant pas d'un dispositif de captage des poussières intégré doté de filtres à air à très haute efficacité).

4. Une ventilation locale par captage à la source doit être mise en place. La ventilation locale consiste



© Pierre Berenger pour l'INRS

Figure 25

Nettoyage d'un four garni de FCR à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité

à capter les produits dégagés au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission, et aussi efficacement que possible en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants ainsi que des mouvements d'air. L'entrée du dispositif de captage doit être bien positionnée et une vitesse de captage adéquate doit être continuellement maintenue. L'efficacité des dispositifs de captage à la source est étroitement liée à leur conception et à leur dimensionnement, à la mise en place d'une compensation efficace de l'air extrait mais également à leur entretien ainsi qu'aux méthodes de travail. 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 captage à la source doit répondre à neuf 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 à ce 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 thermique ;
- rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf.

Pour plus de précision, on se reportera aux guides de ventilation de l'INRS n° 0¹⁵ et n° 1¹⁶.

15. Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation n° 0, Paris, INRS, ED 695.

16. L'assainissement de l'air des locaux de travail. Guide pratique de ventilation n° 1, Paris, INRS, ED 657.

Dans les cas d'utilisation d'outils manuels ou à vitesse lente, les fibres et poussières peuvent être captées au moyen d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité. Les outils électriques portatifs doivent être munis d'un dispositif de captage des poussières intégré doté de filtres à air à très haute efficacité. L'emploi d'une table aspirante, avec une vitesse de captage de 0,5 m/s au point d'émission du polluant, doit également être envisagé, lors, par exemple, des opérations de déconditionnement, de déroulement ou de découpe manuelle de nappes FCR.

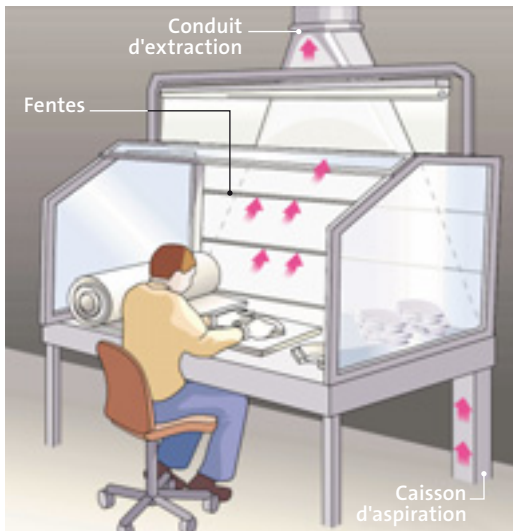


Figure 26
Schéma d'une table aspirante



Figure 27
Découpe d'une nappe en FCR sur une table à dossier aspirant

5. Doivent être privilégiés les produits à façon (aux dimensions de la pièce à isoler), prédécoupés et/ou encapsulés, les pièces de forme, les blocs emballés et les matériaux revêtus sur leur surface externe, plutôt que des fibres en vrac (dans les cas où des FCR doivent être utilisées lors de travaux d'entretien et de maintenance). Il convient de se rapprocher au préalable des fabricants pour dimensionner les pièces et de veiller à privilégier les produits conditionnés individuellement.



Figures 28 et 29
Blocs emballés sur cinq faces



© Gatiel Kerbaecq/INRS

Figure 30

Aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité

6. À la fin du chantier, il convient de dépoussiérer et nettoyer les surfaces de travail et les outils à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité, dits absolus et/ou d'une éponge ou d'un chiffon humide (considéré en fin d'opération comme un déchet de FCR). Les soufflettes, les balais et les aspirateurs de type domestique doivent être formellement interdits. Tous les outils ou équipements qui ont été en contact avec des FCR doivent être nettoyés avant d'être rangés. La plupart des outils peuvent être lavés à l'eau (dans un seau d'eau par exemple). Les outils qui ne peuvent être humidifiés doivent être dépoussiérés à l'aide d'un aspirateur muni de filtres à air à très haute efficacité. À la fin de chaque utilisation de l'aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité, il est conseillé d'aspirer l'extérieur de l'appareil et tous ses accessoires, de le laisser fonctionner au moins pendant une minute afin de vider le tuyau, d'ôter le tuyau pour le placer dans un sac en matière plastique fermé, et de s'assurer que l'orifice est correctement bouché avant l'arrêt de l'appareil. Les sacs d'aspirateurs contenant des FCR sont enlevés avec soin, si possible sur

des tables aspirantes ou à défaut à l'extérieur des bâtiments ; ils sont ensuite traités comme des déchets de FCR. Les opérateurs amenés à ouvrir les aspirateurs (pour changer les sacs par exemple) doivent porter des équipements de protection individuelle (voir chapitre 8.6).

8.6. Équipements de protection individuelle

Les dispositions particulières pour l'utilisation des EPI sont fixées par les articles R. 4323-91 à R. 4323-106 du code du travail, notamment en matière de conditions d'utilisation, d'information et de formation des travailleurs, d'entretien et de vérifications périodiques des équipements.

L'aptitude médicale du travailleur au poste de travail prévue à l'article R. 4412-44 doit prendre en compte le port des EPI.

Le port d'un appareil de protection respiratoire et d'une combinaison de protection impose une contrainte physiologique et parfois psychologique au salarié. La température à l'intérieur du vêtement et l'humidité relative sont nettement supérieures à celles de l'air ambiant. Les salariés peuvent, par ailleurs, être amenés à travailler en ambiance chaude. La pénibilité du travail et l'astreinte physique induites ainsi que la nécessité de satisfaire des besoins physiologiques (boire) exigent de limiter le temps de port des EPI. Les durées de port et de récupération doivent être adaptées aux contraintes des chantiers. Dans des conditions normales, un temps de récupération d'au moins vingt minutes est conseillé toutes les deux heures. Pour définir ces durées, le médecin du travail, le CHSCT ou les délégués du personnel peuvent être consultés.

→ Protection respiratoire

Il convient d'utiliser des appareils de protection respiratoire¹⁷ lorsque les moyens de protection collective décrits au chapitre 8.5 sont insuffisants. Lors de la manipulation de FCR, la classe de filtration sera toujours 3. 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 de la [figure 31](#) donne quelques indications pour le choix d'une protection adaptée.

Les concentrations maximales en FCR à ne pas dépasser au poste de travail sont calculées en multipliant le facteur de protection par la VLEP. Il est rappelé que pour un agent cancérigène, il convient de choisir les pratiques et les équipements visant à abaisser les niveaux d'exposition à des valeurs aussi basses que possible.

17. Les appareils de protection respiratoire, Paris, INRS, ED 98.

Type de masque	Durée du travail recommandée	Facteur de protection	Avantages et contraintes	Exemples d'opérations
Pièce faciale filtrante FFP3	1 heure maximum	10	Doit être changé à chaque utilisation	Remplacement d'une tresse en FCR
Demi-masque à filtre P3	1 heure maximum	10	Nécessite une décontamination après chaque usage	Remplacement d'une tresse en FCR
Masque complet à filtre P3	1 heure maximum	30	– 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		40	– Large champ de vision – Confort de travail – Nécessite une décontamination après chaque usage	Découpe de nappes
Masque complet à ventilation assistée TM3 P		60	– Bonne efficacité mais faible champ de vision – Confort de travail – Nécessite une décontamination après chaque usage	Enlèvement du garnissage d'un four
Masque complet à adduction d'air		250	– Bonne efficacité mais faible champ de vision, déplacements limités – Confort de travail – Nécessite une décontamination après chaque usage	Enlèvement du garnissage d'un four

Figure 31

Protection respiratoire, éléments de choix

Les appareils à ventilation assistée standards fonctionnent avec un débit de 120 l/min. Il est recommandé d'utiliser des appareils à ventilation assistée fournissant un débit d'air de 160 l/min pour assurer un maintien de la pression positive à l'intérieur du masque.

Pour des émissions de fibres plus importantes et/ou exigeant un effort physique important, le recours à un masque complet à adduction d'air à la demande à pression positive s'avère indispensable.

Dans tous les cas, les salariés doivent être formés au port, à la mise en place et au choix de l'appareil, à la protection apportée, aux contraintes et aux limitations d'emploi.

Les pièces faciales filtrantes usagées et les filtres seront considérés comme des déchets de FCR et traités comme tels (voir chapitre 8.7).

Pour plus d'informations sur les appareils de protection respiratoire, le guide de l'INRS *Les appareils de protection respiratoire, choix et utilisation*¹⁸ peut également être consulté.

Attention ! Un très bon ajustement des pièces faciales (masques ou demi-masques) sur le visage est indispensable pour obtenir le meilleur niveau de protection ; la protection apportée, en particulier par les appareils filtrants, peut être extrêmement faible si la pièce faciale est mal ajustée. L'utilisateur prendra soin en particulier que des cheveux, des poils de barbe, des branches de lunettes ou d'autres objets (comme la capuche du vêtement) ne traversent pas le joint facial. La taille de la pièce faciale devra être adaptée au porteur.

Pour vérifier l'ajustement correct d'une pièce faciale en contrôle préalable à chaque utilisation, l'essai le plus simple, appelé « à pression négative », consiste à :

- mettre le masque conformément aux instructions du fabricant ;
- obturer le filtre ou la surface filtrante avec les mains ou une feuille plastique ;
- inspirer lentement et vérifier que le masque tend à s'écraser sur le visage. Si le masque fuit, le repositionner et modifier le serrage des sangles.



© DR

Figure 32 Pièce faciale filtrante antipoussières FFP3



© DR

Figure 33 Demi-masque muni de filtres antipoussières P3



© DR

Figure 34

Masque complet muni de filtres antipoussières P3



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 35

Masque complet à ventilation assistée TM3P



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 36 Cagoule à ventilation assistée TH3P



© Xavier Renauld pour l'INRS

Figure 37 Masque complet à adduction d'air



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 38

Opérateur équipé d'une combinaison à usage unique de type 5, de gants et d'un masque complet à ventilation assistée TM3P

→ **Vêtements de protection**

Afin d'éviter le dépôt des FCR sur les vêtements de travail et leur dissémination ultérieure, le port d'un vêtement de protection contre le risque chimique de type 5 est nécessaire. Le choix doit se porter sur des combinaisons à capuche étanches aux poussières à usage unique avec serrage au cou, aux poignets et aux chevilles, dépourvus de plis ou de revers, avec des poches à rabats. En fin d'opération, les vêtements de protection doivent être considérés comme des déchets de FCR et traités comme tels (voir chapitre 8.7).

→ **Gants**

Afin de prévenir l'apparition de dermatites irritatives, le port de gants est nécessaire. Un compromis doit être trouvé entre l'étanchéité des gants et les autres types de protection recherchée (coupure, résistance aux agents chimiques, etc.).

8.7. Traitement des déchets

Les déchets de FCR (les surplus, les chutes, les matériaux résultant de la maintenance, les conditionnements, les filtres des installations de ventilation, les sacs d'aspirateur, les équipements de protection respiratoire et cutanée jetables, les linges de nettoyage contaminés, etc.) sont des déchets dangereux.

Ils doivent être triés et conditionnés dans des sacs fermés, étanches et étiquetés (emballages doublés en matière plastique par exemple) puis évacués de la zone de travail au fur et à mesure de leur production. L'étiquetage peut être identique à celui des emballages neufs. À défaut et *a minima*, indiquer sur les sacs : « Contient des fibres céramiques réfractaires. »

Par la suite, les déchets doivent être envoyés dans une installation de stockage de déchets dangereux (classe 1) ou éliminés en centre d'inertage. Si les déchets contiennent d'autres polluants, la présence de ces contaminants doit être également mentionnée dans le bordereau de suivi des déchets.

Pour connaître les installations de stockage de déchets dangereux acceptant les FCR, il est conseillé de s'adresser aux préfetures ou aux délégations régionales de l'ADEME ou à la Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement (FNADE).

8.8. Hygiène

L'installation de vestiaires doubles contigus à la zone d'activité doit être envisagée afin de séparer les vêtements de ville et les vêtements de travail et d'éviter tout risque de contamination à l'extérieur des aires de travail.

Le linge souillé, et notamment les vêtements de travail (qui ne sont pas jetables), ne doit pas être apporté au domicile.

La présence sur les lieux de travail d'éviers et de douches est nécessaire pour la décontamination des régions cutanées qui ont pu éventuellement être exposées aux FCR. En outre, à la fin de chaque poste, une douche doit être prise notamment afin d'atténuer les effets irritants et d'éviter une éventuelle remise en suspension des fibres déposées sur la peau.

Afin d'éviter l'ingestion de fibres, il doit être défendu de boire ou de manger sur les lieux de travail.


8.9. Information et formation des salariés

L'information et la 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 mis à leur disposition.

Le contenu doit être modulaire et adapté au public et aux conditions particulières de l'entreprise. Les thèmes suivants doivent *a minima* être abordés :

- définitions (fibres céramiques réfractaires, danger, exposition, risque, cancérogène, temps de latence, etc.) ;
- contexte réglementaire ;
- facteurs de risques professionnels ;
- facteurs de risques non professionnels ;
- moyens collectifs mis en place dans l'entreprise, rôle et utilisation ;
- bonnes pratiques de travail ;
- moyens de protection individuelle, rôle et utilisation ;
- mesures d'hygiène ;
- 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 service médical, des agents des CARSAT, du CHSCT ou des délégués du personnel.

Elle peut être dispensée – avec, le cas échéant, la participation du service médical – par :

- l'encadrement ;
- l'animateur de sécurité...

Une justification de la formation est remise au salarié.

8.10. Surveillance médicale

Les modalités de cette surveillance sont définies dans les articles R. 4412-44 à R. 4412-53 du code du travail ; son contenu n'est pas fixé par la réglementation. La première approche consiste à faire l'évaluation la plus précise possible des expositions actuelles et passées. La recherche de coexpositions passées à l'amiante doit être systématique puisque l'amiante peut avoir été utilisé dans les mêmes secteurs. Dans ce cas, le suivi médical à mettre en œuvre est celui préconisé pour les expositions à l'amiante.

Compte tenu des effets potentiels de ces fibres, les salariés justifient d'une surveillance médicale renforcée. Un bilan de référence au début de l'activité associant une radiographie pulmonaire standard de face et une spirométrie pourrait être proposé. Par la suite, la répétition de la spirométrie permettra de rechercher l'installation d'un trouble ventilatoire obstructif. Si des anomalies sont dépistées, elles devraient être confirmées par la réalisation d'explorations fonctionnelles respiratoires plus complètes en consultation spécialisée.

Étant donné le temps de latence des pathologies liées aux fibres, il est recommandé d'établir un calendrier professionnel détaillé à partir de 50 ans. En fonction des durées d'exposition, de leur fréquence et de leur intensité, la réalisation d'examens complémentaires tels qu'un scanner thoracique pourra également être envisagée.

Les modalités du suivi médical devront être adaptées en fonction de l'évolution des connaissances.

La mesure de prévention prioritaire est le remplacement des fibres céramiques réfractaires par des matériaux moins dangereux. Les FCR ne doivent être utilisées que dans des cas où elles sont techniquement indispensables. Il existe sur le marché des substituts aux fibres céramiques réfractaires sous formes fibreuse et non fibreuse. Il convient donc, avant de débiter des travaux de retrait de FCR, de considérer ces différentes alternatives techniques : laines AES, laines minérales d'isolation, briques réfractaires, etc.

Dossier technique 1

➤ Remplacement d'un cordon en FCR sur des portes d'une chaudière industrielle

- 1 Délimiter, signaler et restreindre l'accès de la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la **figure 31** pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 3 Déposer un film en matière plastique sur le sol.
- 4 Humidifier par plusieurs applications d'eau successives le cordon en FCR.
- 5 Retirer le cordon à l'aide par exemple d'un crochet ou d'un grattoir.
- 6 Conditionner le cordon dans un sac à déchets étanche, qui sera ligaturé et étiqueté.
- 7 Découper le nouveau cordon au cutter sous aspiration (sur une table aspirante ou sous un bras aspirant ou à défaut devant la buse d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité).
- 8 Déposer le reste de la bobine de cordon dans un sac étanche, fermé et étiqueté.
- 9 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité et de lingettes humides.
- 10 Nettoyer soigneusement à l'eau les outils qui ont servi au retrait du cordon.
- 11 Conditionner la combinaison, le film en matière plastique et les lingettes de nettoyage dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera fermé et étiqueté.
- 12 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.

Compte tenu des possibilités de substitution (laines AES), l'utilisation des FCR n'est plus justifiée pour cette application.



Figure 39

Chaudière industrielle

➤ Remplacement de FCR sur un couvercle de préchauffage de poche de coulée

- 1 Délimiter, signaler et restreindre l'accès de la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la [figure 31](#) pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 3 Fixer sous le couvercle une plaque de contreplaqué bien humidifiée.
- 4 Décrocher le couvercle, le retourner au moyen d'un dispositif approprié, puis le transporter à un poste de travail dédié tel qu'une table à dossier aspirant.
- 5 Retirer la plaque de contreplaqué et la laver (emplacement adapté).
- 6 Humidifier par plusieurs applications d'eau successives les FCR à remplacer.
- 7 Retirer les FCR manuellement avec précaution à l'aide d'une spatule ou d'une truelle.
- 8 Conditionner les FCR dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera ligaturé et étiqueté.
- 9 Laver le couvercle et le laisser sécher.
- 10 Placer les blocs entiers emballés sur cinq faces sans retirer leur housse. Privilégier les produits à façon qui évitent les découpes.
- 11 Sinon, découper à l'aide d'un couteau grande lame bien aiguisé en un seul trait les morceaux nécessaires au comblement des vides dans des blocs entiers. Effectuer la découpe sur une table aspirante.
- 12 Déposer les chutes dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera ligaturé et étiqueté.
- 13 Retirer les housses des blocs avec un cutter sur le poste dédié.
- 14 Nettoyer soigneusement à l'eau les outils qui ont servi au retrait et à la découpe des FCR.
- 15 Rééquiper le couvercle de sa contreplaque humide, le ramener au poste de préchauffage et procéder à son retournement.
- 16 Poser le couvercle sur la poche, démonter la contreplaque.
- 17 Récupérer la contreplaque, la transporter au poste de lavage, la laver puis la stocker pour un usage futur.
- 18 Conditionner la combinaison dans un sac à déchets renforcé étanche, fermé et étiqueté.
- 19 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.

Pour la conception et le dimensionnement des tables ventilées, se reporter aux préconisations énoncées dans les guides de ventilation publiés par l'INRS et se référer aux spécialistes en ventilation des CARSAT/CRAM et de l'INRS.



Figure 40



Figure 41

Couvercle de préchauffage garni de fibres céramiques réfractaires disposé sur une poche de coulée

➤ Maintenance et entretien (avec ou sans remplacement) d'un set isolant corps-de-chauffe en FCR dans une chaudière domestique

- 1 Fermer les portes et les fenêtres de la pièce où se trouve la chaudière (éviter les courants d'air).
- 2 Restreindre l'accès de la pièce pendant l'opération.
- 3 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés (se reporter au tableau de la **figure 31** pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 4 Déposer un film en matière plastique sur le sol ainsi que sur le mobilier situé à proximité immédiate de la chaudière.
- 5 Retirer le set isolant avant délicatement à la main (en évitant de le gratter et de le casser).
- 6 Retirer délicatement à la main les pièces nécessitant un remplacement (en évitant de les casser).
- 7 Conditionner les pièces détériorées dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera ligaturé et étiqueté (ne pas laisser le sac à déchets chez le particulier).
- 8 Nettoyer le corps-de-chauffe et le brûleur à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité. Proscrire l'utilisation de l'aspirateur domestique.
- 9 Poser éventuellement le nouveau set.
- 10 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité et éventuellement à l'aide de lingettes humides. Proscrire l'utilisation du balai et de l'aspirateur domestique.
- 11 Conditionner la combinaison, le film en matière plastique et les lingettes de nettoyage dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera fermé et étiqueté.
- 12 Aérer la pièce après nettoyage.

› Entretien de brûleurs dans une chaudière industrielle

- 1 Délimiter, signaler et restreindre l'accès de la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la [figure 31](#) pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 3 Déposer un film en matière plastique sur le sol.
- 4 Déposer le brûleur.
- 5 Humidifier par plusieurs applications d'eau successives les joints et/ou tresses en FCR.
- 6 Retirer les joints et/ou tresses à la main ou avec un grattoir.
- 7 Conditionner les joints et/ou tresses au fur et à mesure de leur retrait dans un sac à déchets étanche, qui sera fermé et étiqueté.
- 8 Poser les nouveaux joints et/ou tresses.
- 9 Si nécessaire, découper les nouveaux joints et tresses au cutter sous aspiration (sur une table aspirante ou sous un bras aspirant ou à défaut devant la buse d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité).
- 10 Déposer le reste de la bobine de tresse dans un sac étanche, fermé et étiqueté.
- 11 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité et de lingettes humides.
- 12 Nettoyer soigneusement les outils et les éventuels moyens de manutention à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité et de lingettes humides.
- 13 Conditionner la combinaison, le film en matière plastique et les lingettes de nettoyage dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera fermé et étiqueté.
- 14 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.



Figure 42

Chaudière industrielle

› Intervention (visite) à l'arrêt dans une chaudière industrielle

- 1 Délimiter, signaler et restreindre l'accès de la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Équiper les opérateurs de combinaisons à capuche jetable de type 5, d'appareils de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la *figure 31* pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 3 Déposer un film en matière plastique sur le sol.
- 4 Ouvrir la porte de la chaudière.
- 5 Inspecter l'état de conservation des FCR présentes sur la porte de la chaudière.
- 6 Si les FCR sont détériorées, procéder à leur retrait.
- 7 Déposer le brûleur, les sondes et les capteurs.
- 8 Humidifier par plusieurs applications successives d'eau les FCR.
- 9 Retirer les FCR manuellement à l'aide d'un crochet ou d'un grattoir.
- 10 Conditionner les déchets au fur et à mesure de leur retrait dans un sac à déchets étanche, qui sera fermé et étiqueté.
- 11 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité.
- 12 Procéder aux différentes opérations de maintenance (ramonage, nettoyage, etc.), prendre les mesures de prévention collective et individuelle adaptées à ces tâches en fonction de l'évaluation des risques préalablement réalisée.
- 13 Poser une pièce de forme moulée sous vide sur la porte.
- 14 Remonter le brûleur (*voir fiche n° 4*).
- 15 Nettoyer la zone de travail et les outils à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité et de lingettes humides.
- 16 Conditionner la combinaison, le film en matière plastique et les lingettes de nettoyage dans un sac à déchets renforcé étanche, qui sera fermé et étiqueté.
- 17 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.



Figure 43

Chaudière industrielle

Travaux d'entretien sur des installations de transformation de FCR

Exemples de travaux : changement d'un moule sur une presse, changement d'une lame de scie, maintenance d'une tresseuse, d'une encolleuse ou d'une fraiseuse, etc.

Travaux de maintenance effectués lorsque les machines et lignes sont arrêtées et consignées.

- 1 Délimiter, signaler et restreindre la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la **figure 31** pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 3 Dépoussiérer soigneusement les installations à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité. Proscrire le balai et la soufflette.
- 4 Procéder à l'entretien des installations.
- 5 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité.
- 6 Nettoyer les outils qui ont servi à l'entretien à l'eau et les pièces à l'aide de lingettes humides.
- 7 Conditionner la combinaison, le film en matière plastique et les lingettes de nettoyage dans un sac à déchets renforcé étanche qui sera fermé et étiqueté.
- 8 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.



Figure 44

Aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité

➤ Travaux de maintenance sur une installation de dépoussiérage

- 1 Délimiter, signaler et restreindre la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Forcer le décolmatage.
- 3 Déposer un film en matière plastique au pied de l'installation.
- 4 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la **figure 31** pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 5 Nettoyer soigneusement l'installation et son environnement à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité. Proscrire le balai et la soufflette.
- 6 Retirer les manches ou les panneaux filtrants usagés et les déposer dans des sacs à déchets renforcés et étanches qui seront fermés et étiquetés.
- 7 Nettoyer les sacs à déchets et la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité.
- 8 Conditionner la combinaison et le film en matière plastique dans un sac à déchets renforcé étanche qui sera fermé et étiqueté.
- 9 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.



Figure 45

Nettoyage préalable à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité

➤ Changement d'un ou deux modules en FCR dans une chaudière industrielle

- 1 Maintenir l'installation en dépression (si elle est équipée d'un tirage mécanique).
- 2 Délimiter, signaler et restreindre la zone aux alentours du four ou de la chaudière.
- 3 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants (se reporter au tableau de la [figure 31](#) pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 4 Déposer un film en matière plastique devant l'entrée de l'installation (matérialiser la zone d'approvisionnement des matériaux nécessaires : modules, colles, ancrages, etc.).
- 5 Humidifier par plusieurs applications d'eau successives les modules en FCR à retirer.
- 6 Retirer les modules à la main (humidifier au fur et à mesure de l'arrachement les modules).
- 7 Conditionner les modules dans un sac à déchets (type *big-bag*) étanche qui sera ligaturé et étiqueté.
- 8 Poser les nouveaux modules à la main (se référer aux prescriptions du fournisseur).
- 9 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité.
- 10 Conditionner la combinaison et le film en matière plastique dans un sac à déchets renforcé étanche qui sera fermé et étiqueté.
- 11 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.

Cette fiche technique se rapporte à des opérations d'entretien et de maintenance ponctuelles et limitées. Pour des travaux plus lourds, il convient de se référer à la brochure INRS *Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel* (ED 6085).



Figure 46

Chaudière industrielle

► Colmatage et bouchage de quelques fissures avec des FCR en vrac dans un four industriel

- 1 Maintenir l'installation en dépression (si elle est équipée d'un tirage mécanique).
- 2 Délimiter, signaler et restreindre la zone aux alentours du four.
- 3 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants (se reporter au tableau de la [figure 31](#) pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 4 Déposer un film en matière plastique devant l'entrée de l'installation (matérialiser la zone d'approvisionnement des matériaux nécessaires : FCR, colle, ancrages, etc.).
- 5 Ouvrir au dernier moment et au plus près du poste de travail le sac contenant les FCR en vrac.
- 6 Réaliser le garnissage à la main.
- 7 Fermer avec précaution le sac contenant les FCR en vrac (maintenir l'étiquette en place).
- 8 Nettoyer l'intérieur du four à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité.
- 9 Dépoussiérer la combinaison et les gants à la sortie du four à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité.
- 10 Conditionner la combinaison et le film en matière plastique dans un sac à déchets renforcé étanche qui sera fermé et étiqueté.
- 11 Nettoyer l'appareil de protection respiratoire et les gants à l'eau ou à l'aide de lingettes humides.

Cette fiche technique se rapporte à des opérations d'entretien et de maintenance ponctuelles et limitées. Pour des travaux plus lourds, il convient de se référer à la brochure INRS *Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel* (ED 6085).



Figure 47

FCR dans un four industriel

➤ Démontage d'un tronçon limité de calorifugeage en FCR sur un conduit de cheminées

- 1 Délimiter, signaler et restreindre la zone aux alentours du poste de travail.
- 2 Déposer un film en matière plastique sous le conduit.
- 3 Équiper l'opérateur d'une combinaison à capuche jetable de type 5, d'un appareil de protection respiratoire filtrant muni de filtre de classe 3 et de gants adaptés en sus des EPI habituels (se reporter au tableau de la [figure 31](#) pour le choix de l'appareil de protection respiratoire).
- 4 Humidifier par plusieurs applications d'eau successives les FCR à retirer.
- 5 Mettre en place à l'aide de rubans adhésifs un sac à manches contenant les éventuels outils.
- 6 Retirer les FCR au travers du sac à manches. Brosser le conduit et le pulvériser d'eau.
- 7 Mettre en dépression le sac à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité. Détacher le sac et le fermer.
- 8 Les outils sont isolés dans une manche retournée, ligaturée puis coupée pour être récupérés dans de l'eau ou sous aspiration.
- 9 Nettoyer la zone de travail à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité.
- 10 Conditionner la combinaison et le film en matière plastique dans un sac à déchets renforcé étanche qui sera fermé et étiqueté.

Cette fiche technique se rapporte à des opérations d'entretien et de maintenance ponctuelles et limitées. Pour des travaux plus lourds, il convient de se référer à la brochure INRS *Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel* (ED 6085).



Figure 48

Sac à manches

Annexe 1

› Les différentes appellations commerciales de produits à base de FCR

Appellation	Fabricant
1010	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Béton BAP 620 – BAP 623 – BAP 626	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Béton CG 93 – CG 94	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
Béton Fibril	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Béton K1200	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Béton K1210	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Béton KUB	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Boulmix	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Bourrelet Fibril	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Bourrelet K45	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Braid FIBERFRAX	Unifrax depuis 2001
Carbolane Acoustic AC	Carborundum de 1999 à 2001
Carbolane Blown Bxxx	Carborundum de 1999 à 2001
Carbolane DS	Carborundum de 1995 à 2001
Carbolane KUB	Carborundum de 1999 à 2001
Carbolane SPMAT	Carborundum de 1999 à 2001
Carbolane Spun Sxxx	Carborundum de 1999 à 2001
Cartodur	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Cartolane	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Cerablanket	Thermal Ceramics depuis 1975
Cerablok 800, 1000, 1100	Thermal Ceramics depuis 1980
Ceraboard 75, 85, 100, 115	Thermal Ceramics depuis 1980
Ceracarton	Thermal Ceramics depuis 1971

Appellation	Fabricant
Cerachem	Thermal Ceramics depuis 1965
Cerachem blanket	Thermal Ceramics depuis 1975
Cerachrome blanket	Thermal Ceramics depuis 1975
Cerachrome fibre	Thermal Ceramics depuis 1965
Cerafelt	Thermal Ceramics depuis 1965
Cerafiber	Thermal Ceramics depuis 1963
Ceraform	Thermal Ceramics depuis 1971
Cera-Kote	Thermal Ceramics depuis 1971
Ceramill 60	Thermal Ceramics de 1982 à 1994
Cerarope	Thermal Ceramics de 1965 à 1998
Cloth Fiberfrax MR – MRT – GR	Unifrax depuis 2001
Coating Pyrocoat	Unifrax depuis 2001
Cord Fiberfrax	Unifrax depuis 2001
Durablanket Fiberfrax	Carborundum de 1995 à 1999
Durablanket Fiberfrax S	Carborundum de 1995 à 1999
Duraboard 1010	Unifrax depuis 2001
Duraboard 1300	Unifrax depuis 2001
Duraboard 1500	Unifrax depuis 2001
Duraboard 1600	Unifrax depuis 2001
Duraboard CT	Unifrax depuis 2001
Duraboard DS	Unifrax depuis 2001
Duraboard KT	Unifrax depuis 2001
Duraboard LD	Unifrax depuis 2001
Duraboard MD	Unifrax depuis 2001
Duraboard SP128	Unifrax depuis 2001
Durafelt 1500	Unifrax depuis 2001
Durafelt HD	Unifrax depuis 2001
Durafelt Z	Unifrax depuis 2001
E + n° de mélange	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Enduit pour clips	Kerlane de 1986 à 1995
Enfil Engineered Fibres (Z Fibres, HP Fibres)	Thermal Ceramics depuis 2003
Feutre Carbolane 1500	Carborundum de 1995 à 2001
Feutre Carbolane HD	Carborundum de 1995 à 2001
Feutre Carbolane Z	Carborundum de 1995 à 2001
Feutre humide	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Fiberfax	Unifrax depuis 2001
Fiberfax Blown Bxxx	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Bonded 1500 Module	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Bonded MX	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Bonded S	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Bonded Z	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Durablanket AC	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Durablanket SF	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Durablanket WR	Unifrax depuis 2001

Appellation	Fabricant
Fiberfrax HD Mastic	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax KUB	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Maxlane	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Prismo Block MX	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Prismo Block S	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Prismo Block Z	Unifrax depuis 2001
Fiberfax S	Kerlane de 1986 à 1995 Unifrax depuis 2001
Fiberfax SP Mat	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Spun Sxxx	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Variform B	Unifrax depuis 2001
Fiberfrax Z	Unifrax depuis 2001
Fibral	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974 Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Fibral R	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974 Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Fibre D46	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Fibre EBG	Kerlane de 1986 à 1995
Fibre K45 Kertec	Kerlane de 1986 à 1995
Flexiform HD	Unifrax depuis 2001
Flexiform Z	Unifrax depuis 2001
Fraxfil	Unifrax depuis 2001
Joint Fiberfrax	Unifrax depuis 2001
Kalfeu	Kerlane de 1986 à 1995 Carborundum de 1995 à 1999
Kalfeu M	Kerlane de 1986 à 1995 Carborundum de 1995 à 1999
Kaoclad	Thermal Ceramics depuis 1970
Kaofil	Thermal Ceramics depuis 1995
Kaowool	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
Kaowool 1260 Ceramic Felt	Thermal Ceramics de 1970 à 2003
Kaowool 1260 Paper	Whatman de 1975 à 1987 TFP depuis 1987
Kaowool 1260 Waterproof Paper	Whatman de 1975 à 1987 TFP depuis 1987
Kaowool 1400 Paper	Whatman de 1975 à 1987 TFP depuis 1987
Kaowool 1600 Paper	Whatman de 1975 à 1987 TFP depuis 1987
Kaowool blanket S	Thermal Ceramics depuis 1994
Kaowool blanket SZR	Thermal Ceramics depuis 1994
Kaowool Board VF 1400	Thermal Ceramics depuis 1967
Kaowool Bulk Fibre	Thermal Ceramics depuis 1967
Kaowool Cement	Thermal Ceramics jusqu'en 1990 Clinotherm depuis 1990
Kaowool Flexi-Felt	Thermal Ceramics depuis 1995
Kaowool Mastic	Thermal Ceramics depuis 1994
Kaowool Rope	Thermal Ceramics depuis 1975

Appellation	Fabricant
Kaowool Shapes	Thermal Ceramics depuis 1967
Kaowool Textiles	Thermal Ceramics de 1975 à 2006
	Yingtelai Morgan Thermal Ceramics depuis 2006
Kaowool veneering cement	Thermal Ceramics jusqu'en 1990
	M. H. Detrick (Heatrek) depuis 1990
Kapywool Board VF 1400	Thermal Ceramics depuis 1967
Katiss et Katiss A	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Keranap 30	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 40	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 50	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 50F	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 50M	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 60	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 60F	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 70	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Keranap 200 et 200 WA	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Keranap 211	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
Keranap SP128	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Kerasil	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Kerasil MI	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Keratec	Kerlane de 1986 à 1995
Kerbloc	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Kercal	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Kerinsul	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974

Appellation	Fabricant
Kerinsul 30	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Kerlajoint K 45 (cordon, tresse, bande tissée)	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Kervac 50, 60, 70, 100	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Kervac 50F	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Kervac 50S	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
M + n° de mélange	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Mastic Carbolane HD	Carborundum de 1995 à 2001
Mastic K45	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Maxlane Block Modules(RX2, RX3, WA)	Carborundum de 1999 à 2001
Micaflex	Thermal Ceramics depuis 1995
Module HP1500 Carbolane	Carborundum de 1999 à 2001
Module HP Max	Carborundum de 1999 à 2001
Module HPS	Carborundum de 1999 à 2001
Module HPZ	Carborundum de 1999 à 2001
Modules à coller K45	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Modules à coller K50	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Modules à coller Zirlane	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Module HP 150	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Modules HP 1500	Carborundum de 1995 à 2001
	Unifrax depuis 2001
Moistpak HD	Unifrax depuis 2001
Nappe Carbolane	Carborundum de 1999 à 2001
Nappe Carbolane H	Carborundum de 1999 à 2001

Appellation	Fabricant
Nappe Carbolane S	Carborundum de 1999 à 2001
Nappe Carbolane SF	Carborundum de 1999 à 2001
Nappe Carbolane SF2	Carborundum de 1999 à 2001
Nappe Carbolane WR	Carborundum de 1999 à 2001
Nappe Carbolane Z	Carborundum de 1999 à 2001
Nappe Durablanket AZS	Carborundum de 1995 à 1999
Nappe HD	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Nappe K45	Kerlane de 1986 à 1995
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Nappe K45 DS	Kerlane de 1986 à 1995
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Plaques K45 HD	Carborundum de 1995 à 1999
Nappe K50	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Nappe K60	Carborundum de 1995 à 1999
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
Nappe Maxlane	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Nappe Zirlane	Carborundum de 1995 à 2001
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Panneau Carbolane 1010	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane 1500	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane 1600	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane CT	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane SP 128	Carborundum de 1995 à 201
Panneau Carbolane HD	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane KT	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane LD	Carborundum de 1995 à 2001
Panneau Carbolane Z	Carborundum de 1995 à 2001
Papier Carbolane 50 DS	Carborundum de 1995 à 2001
Papier Carbolane Z	Carborundum de 1995 à 201
Papier Fiberfrax DS	Unifrax depuis 2001
Papier Fiberfrax FT	Unifrax depuis 2001
Papier Fiberfrax Z	Unifrax depuis 2001
Papier Kerlane 45	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Papier Kerlane 50	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995

Appellation	Fabricant
Papier Kerlane 60	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Plaques DS	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
PM 111	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Pre fired modules	Thermal Ceramics depuis 1996
Prismo Block S	Carborundum de 1999 à 2001
Prismo Block Z	Carborundum de 1999 à 2001
Prismo RX (K45, K50 ou Zirlane)	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Procelit	Thermal Ceramics de 1980 à 2004
	Rath depuis 2004
Pyro 10 Papier	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
Pyro-Blok Modules	Thermal Ceramics depuis 1985
Pyrocoat	Carborundum de 1995 à 2001
Pyrogaine ou gaine tressée	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Pyro-Log	Thermal Ceramics depuis 1985
Pyronap 50	Kerlane de 1986 à 1995
Pyronap 70	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Pyronap 200	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Pyronap 200 D	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
Pyronap D	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Pyronap K45	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Pyronap K60	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Pyronap Z	Kerlane de 1986 à 1995
Pyro Stack Modules	Thermal Ceramics depuis 1985
Pyrovac 50, 60	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Rigiform 100	Unifrax depuis 2001
Rigiform 1500	Unifrax depuis 2001
Rigiform HD	Unifrax depuis 2001

Appellation	Fabricant
Rigiform LD	Unifrax depuis 2001
Rigiform Z	Unifrax depuis 2001
Rope Fiberfrax	Unifrax depuis 2001
Sleeving Fiberfrax	Unifrax depuis 2001
Superamosil	SGPR - Kaolin de Bretagne avant 1974
Superfibrasil	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Tape Fiberfrax	Unifrax depuis 2001
Texlane	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Texlane A	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Tissu K45 101	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Tissu K45 161	SGPR – Kaolin de Bretagne avant 1974
	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
Tissu K45 CI – CIT ou CS	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 2001
Thermatex 500 Paper	TFP depuis 1997
Thermo-Bloc	Thermal Ceramics depuis 2000
Ultrafelt Paper	Thermal Ceramics depuis 1980
Unifelt Board	Thermal Ceramics depuis 1970
Unifelt Modules	Thermal Ceramics depuis 1970
Unifelt shapes	Thermal Ceramics depuis 1970
Variscast Carbolane	Carborundum de 1999 à 2001
Vrac A3PO4	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac Fiberfrax H	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac Fiberfrax Pxxx	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac K45 Type A	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Vrac K45 Type AF	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac K50 type A	Carborundum de 1995 à 1999
Vrac K50 type AS	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac K45 Type E	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
	Carborundum de 1995 à 1999
Vrac K50 type E	Carborundum de 1995 à 1999
Vrac K50 type ES3	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995

Appellation	Fabricant
Vrac K50 type ES4	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac K60 type A	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Vrac K60 type E	Kaolin de Bretagne SEPR de 1974 à 1981
	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
Vrac Zirlane type AS	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac Zirlane type ES3	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Vrac Zirlane type ES4	Lafarges de 1981 à 1984
	Lafarges fibres céramiques en 1985
	Kerlane de 1986 à 1995
Wetpac HD	Carborundum de 1995 à 2001
Z-Blok 1 Modules	Thermal Ceramics depuis 1991
Z-Blok 3 Modules	Thermal Ceramics depuis 1996
Z-Blok Refractory Fibre Modules	Thermal Ceramics depuis 1991

› Récapitulatif des éléments à prendre en compte pour prévenir les risques liés aux FCR lors des opérations d'entretien et de maintenance

1. Préparation du travail à effectuer

Nature des isolants fibreux à retirer

- Connaît-on la nature et l'état de conservation des isolants fibreux à démonter ?
- D'autres polluants (silice cristalline, chrome, zircon, huiles, produits chimiques dégagés lors du procédé...) peuvent-ils être présents ?
- Sous quelle forme se présentent les isolants fibreux, quel est leur mode de fixation ?
- Une réflexion sur la substitution des FCR à retirer a-t-elle été menée ?

Configuration du chantier

- Quel est la taille du chantier ?
- Quelles sont les surfaces concernées par l'opération ?
- Certains éléments (porte, wagon...) sont-ils démontables ou transportables ?
- L'environnement de l'équipement et son accessibilité ont-ils été évalués ?
- La présence d'équipements connexes en fonctionnement a-t-elle été recherchée ?
- Les possibilités d'isolement du chantier ont-elles été identifiées ?

2. Mesures organisationnelles et hygiène

- La durée du chantier a-t-elle été estimée ?
- Les modes opératoires réduisant les concentrations en fibres ou en autres polluants ont-ils été étudiés ?
- Le nombre d'opérateurs exposés a-t-il été limité ?
- La zone de chantier est-elle balisée ?
- La zone de chantier est-elle isolée, calfeutrée et confinée ?
- La décontamination des salariés est-elle prévue ?
- La gestion des déchets a-t-elle été prévue ?
- Un local propre est-il prévu pour les repas et les pauses ?
- Des installations sanitaires adéquates (notamment des douches) sont-elles mises à disposition des opérateurs ?

3. Mesures pour réduire les niveaux de concentrations de fibres durant les travaux de démontage

Nettoyage préalable

- Le nettoyage de la zone de travail et des structures a-t-il été effectué avant le début des travaux ?
- Le balai, les systèmes d'air comprimé et aspirateurs ordinaires sont-ils interdits sur le chantier ?
- Le nettoyage s'effectue-t-il avec un aspirateur muni d'un filtre à très haute efficacité ?

Enlèvement d'isolants fibreux

- L'humidification des produits contenant des FCR est-elle réalisable ?
- Un abattement à l'humide est-il possible ?
- Des moyens spécifiques pour le conditionnement et le transport des FCR ont-ils été prévus ?
- Un nettoyage régulier avec un aspirateur muni d'un filtre à très haute efficacité lors de l'opération de démontage est-il entrepris ?

Ventilation locale

- Un renouvellement d'air peut-il être assuré sur le chantier ?
- Un groupe mobile de captage peut-il être placé près des sources d'émission ?
- Les équipements d'extraction sont-ils munis d'un filtre à très haute efficacité ?
- L'utilisation de ces appareils est-elle bien connue des opérateurs ?

4. Mesures pour réduire les niveaux de concentrations de fibres durant les travaux de montage

Limitation des opérations poussiéreuses

- Les isolants peuvent-ils être préparés dans un local dédié ?
- Ce local est-il muni d'un système d'aspiration ou d'une table aspirante ?
- L'utilisation de produits préfabriqués a-t-elle été étudiée ?
- A-t-on cherché à limiter les quantités présentes sur le lieu de travail ?
- Les isolants composés de fibres sont-ils transportés sur le site dans un emballage plastique ?
- Des outils manuels ou à faible vitesse de rotation sont-ils préconisés ?
- Une humidification préalable des matériaux à base de fibres est-elle réalisée ?

Ventilation locale (notamment pour les travaux de découpe répétitifs)

- Un système de ventilation locale peut-il être installé dans le chantier ?
- Le système de ventilation est-il muni d'un filtre à haute efficacité ?
- L'utilisation de ces appareils est-elle bien connue des opérateurs ?

5. Équipements de protection

Protection respiratoire

- Les appareils de protection respiratoire sont-ils adaptés :
 - pour les concentrations de poussières qui pourront être générées ?
 - pour être portés pendant de longues périodes, si nécessaire ?
 - pour les opérateurs avec barbe ou portant des lunettes ?
- Chaque opérateur a-t-il reçu la formation sur l'utilisation des appareils de protection respiratoire ?
- A-t-on prévu le nécessaire pour changer les filtres et entretenir les appareils ?
- Surveillera-t-on le port des équipements ?

Vêtements de protection

- Des vêtements jetables seront-ils utilisés ?
- Les opérateurs laissent-ils les vêtements souillés au travail ?
- Des casiers séparés sont-ils prévus pour les vêtements de travail et les vêtements de ville ?
- Un aspirateur à filtre à très haute efficacité est-il mis à disposition pour le dépoussiérage des vêtements ?
- Des installations sanitaires adéquates (notamment des douches) sont-elles mises à disposition des opérateurs ?

6. Information et formation des opérateurs

- Tous les opérateurs intervenant sur le chantier ont-ils été informés des risques potentiels associés aux matériaux présents ?
- Les opérateurs ont-ils eu connaissance de la fiche d'identification des sources d'exposition et des fiches de données de sécurité des produits utilisés ?
- Les opérateurs ont-ils été formés au mode opératoire permettant de réduire les concentrations de fibres ?
- Le suivi et le contenu des formations sont-ils bien enregistrés ?
- Les opérateurs respectent-ils l'interdiction de fumer, de boire et de manger sur le lieu de l'opération ?

7. Évaluations des concentrations de fibres

- Une évaluation des concentrations en FCR sur chaque poste exposé est-elle réalisée au minimum annuellement ?
- La stratégie de prélèvement a-t-elle été revue par un hygiéniste industriel ?
- Des prélèvements d'ambiance sont-ils envisagés ?
- L'évaluation de l'efficacité des moyens de protection collective et individuelle est-elle envisagée ?

8. Surveillance médicale

- La fiche d'aptitude est-elle à jour ?
- La fiche d'exposition individuelle aux FCR et autres produits de type « CMR » a-t-elle été renseignée ?

9. Élimination des déchets

- Les procédures d'élimination des déchets ont-elles été définies ?
- Les sacs sont-ils étiquetés « contenant des FCR » et placés sur un lieu de stockage dédié ?
- La mise en décharge des déchets est-elle effectuée conformément à la réglementation en vigueur ?
- L'élimination des déchets est-elle confiée à une entreprise agréée ?
- La nature des déchets et les précautions à prendre ont-elles été portés à la connaissance de l'entreprise agréée ?

Abréviations

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AES	Alkaline Earth Silicate
AFNOR	Association française de normalisation
AFSSET	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
CARSAT	Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (anciennement CRAM ; seules l'Île-de-France et l'Alsace-Moselle conservent l'appellation de CRAM)
CEE	Communauté économique européenne
CHSCT	Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CLP	Classification, Labelling and Packaging (classification, étiquetage et emballage)
CRAM	Caisse régionale d'assurance maladie (remplacée par « CARSAT »)
ECFIA	Association européenne représentant l'industrie des laines d'isolation haute température
ECHA	European Chemicals Agency
EPI	Équipement de protection individuelle
FCR	Fibres céramiques réfractaires
FMA	Fibres minérales artificielles
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
MOCP	Microscopie optique à contraste de phase
MEB	Microscopie électronique à balayage
OMS	Organisation mondiale de la santé
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle

Les fibres céramiques réfractaires (FCR) sont des produits d'isolation haute température. Elles sont ou ont été utilisées sous des formes diverses et variées pour des applications industrielles dans de multiples secteurs d'activité (acier et métaux non ferreux, verre, céramique, brique et tuile, chimie et pétrochimie, aéronautique, ferroviaire, maritime, automobile, énergie, etc.) ainsi que pour des applications domestiques (notamment dans les appareils de chauffage type chaudières). Les fibres céramiques réfractaires sont classées cancérigènes possibles pour l'homme et doivent faire l'objet de règles particulières de prévention.

Ce guide est destiné à informer et à donner des réponses pratiques et des conseils de prévention pour la réalisation de travaux d'entretien et de maintenance pouvant exposer aux fibres céramiques réfractaires sur sites industriels, tertiaires ou d'habitat.

Il s'adresse à la totalité des professionnels concernés par des interventions sur des produits ou des installations susceptibles de contenir des fibres céramiques réfractaires (maîtres d'ouvrage, donneurs d'ordre, maîtres d'œuvre, entreprises, employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT, etc.).

Les solutions présentées dans ce guide devront être ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation et de l'évaluation des risques qui aura été réalisée.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet: www.inrs.fr • e-mail: info@inrs.fr

Édition INRS ED 6084

1^{re} édition • décembre 2010 • 5000 ex. • ISBN 978-2-7389-1874-1

Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CARSAT, CRAM ou CGSS.

Services prévention des CARSAT et des CRAM

CRAM ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

CARSAT AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat.aquitaine.fr

CARSAT AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

CARSAT BOURGOGNE et FRANCHE-COMTE

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

CARSAT BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

CARSAT CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintraillles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

CARSAT CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

CRAM ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

CARSAT LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr - www.carsat-lr.fr

CARSAT MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr - www.carsat-mp.fr

CARSAT NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

CARSAT NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

CARSAT NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

CARSAT PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 0821 100 110
fax 02 51 82 31 62
prevention@carsat-pl.fr - www.carsat-pl.fr

CARSAT RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr - www.carsat-ra.fr

CARSAT SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services prévention des CRAM

CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 - fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 - fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 - fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 - 05 96 66 51 32 - fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr