



Fibres céramiques réfractaires Isolation et protection thermique en milieu industriel

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 collège représentant les employeurs et d'un collège 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.

Fibres céramiques réfractaires Isolation et protection thermique en milieu industriel

Guide de prévention

Ce guide a été élaboré par un groupe composé de représentants de la Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS), de la caisse régionale d'assurance maladie (CRAM) Alsace-Moselle, de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), de la CGT COPENOR (Confédération générale du travail) et des organisations professionnelles suivantes :

- Association technique de la sidérurgie (ATS) ;
- Syndicat des équipements pour construction, infrastructures, sidérurgie et manutention (CISMA) ;
- Association européenne représentant l'industrie des laines d'isolation haute température (ECFIA) ;
- Fédération des minerais, minéraux industriels et métaux non ferreux (FEDEM) ;
- Fédération française des tuiles et briques (FFTb) ;
- Fondateurs de France ;
- Syndicat national des entrepreneurs et constructeurs en thermique industrielle (SNECTI).

Coordination : Michèle Guimon, 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	15
5 Opérations pouvant exposer aux FCR	18
6 Mesures de prévention	19
6.1. Substitution	20
6.2. Évaluation des risques	22
6.3. Mesures organisationnelles	22
6.4. Protection collective, équipements	24
6.5. Protection individuelle	26
6.6. Hygiène	29
6.7. Information et formation	29
6.8. Surveillance médicale	30
7 Gestion des déchets	31
8 Fiches techniques	32
8.1. Réalisation d'une zone de travail	32
8.2. Aspirateurs	37
8.3. Extracteurs d'air	38
8.4. Installation de décontamination	39
8.5. Travaux de retrait	43
8.6. Évacuation des déchets de la zone de travail	44
8.7. Nettoyage	45
8.8. Restitution de la zone	45
9 Cas d'école	46
Cas d'école 1. Opération de retrait de FCR sur les portes d'un four	46
Cas d'école 2. Opération de retrait de FCR sur la voûte d'un four	47
Cas d'école 3. Préparation d'un sous-ensemble d'isolation	48
Cas d'école 4. Mise en place de l'isolation dans un four industriel sur site	49
Cas d'école 5. Opérations régulières de pose de matériaux d'isolation en atelier	50
Annexe 1 Les différentes appellations commerciales de produits à base de FCR.	52
Annexe 2 Récapitulatif des éléments à prendre en compte pour prévenir les risques liés aux FCR sur un chantier	62
Annexe 3 Aide à la substitution des FCR dans les fours et appareils de combustion.	65
Abréviations	67



Objectifs

Ce document est destiné à **informer et à donner des réponses pratiques de prévention** pour la réalisation de travaux d'isolation ou de protection thermique en milieu industriel mettant en œuvre des fibres céramiques réfractaires (FCR).

Il concerne en particulier les opérations de retrait de FCR, de pose ou de maintenance lourde.

Il s'adresse à la totalité **des acteurs impliqués dans une opération de traitement de FCR** (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 les expositions, **en maîtrisant en particulier les émissions de fibres**. Elle doit aussi permettre la définition des mesures de protection 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 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 opérations d'entretien et de maintenance courante pouvant exposer aux fibres céramiques réfractaires ne sont pas traitées dans cette brochure et font l'objet d'un second guide intitulé *Exposition aux fibres céramiques réfractaires lors de travaux d'entretien et de maintenance* (ED 6084).

Présentation des fibres céramiques réfractaires (FCR)

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



© INRS

Figure 2

Fibres céramiques réfractaires vues au microscope électronique à balayage

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.

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).

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 cancérogène de catégorie 1 par le CIRC², agent cancérogène 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.).



© ECFIA

Figure 3

Bourrelets en fibres céramiques réfractaires

1.3. Production et utilisation des fibres céramiques réfractaires

La production de fibres céramiques réfractaires en Europe a débuté au milieu des années soixante. 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.

Production

En France, la production de FCR s'établissait à 21 500 tonnes en 1991 pour passer à 7 000 tonnes en 2004³.

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	Moyenne	Très bonne en dessous de 600 $^{\circ}\text{C}$	Bonne	Bonne	Très bonne
Flexibilité	Très bonne	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).

Utilisation

En 1991, l'utilisation des FCR en Europe s'élevait approximativement à 46 000 tonnes par an issues principalement des sites anglais et français. Elle n'était plus que de 23 000 tonnes en 2001, les FCR étant essentiellement remplacées par les laines AES à faible biopersistance⁸.



© CARSAT Aquitaine

Figure 5

Isolation FCR sur four et wagonnets

En 2004, 2 200 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 (chaudières au sol).

Le marché des FCR semble s'inscrire dans un contexte européen, la majorité des entreprises utilisatrices en France s'approvisionnant auprès de producteurs européens. Les FCR sont ainsi employées 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 et de la pétrochimie et de l'énergie.



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 et fils).

L'annexe 1 présente différentes appellations commerciales, actuelles et passées, de produits à base de FCR.

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.

	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 ...

Les préparations contenant plus de 0,1 % en poids de FCR devront appliquer la classification et l'étiquetage relatifs au nouveau système 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). 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.

Nota bene : Certains articles ne sont pas étiquetés ou comportent un étiquetage informatif non réglementaire.

➤ 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.

➤ 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 6.7*) ;
- 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 6.8*) ;
- 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.

3

Effets sur la santé

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 toxicologiques. 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 peuvent atteindre 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 classée 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 ⁹	Pas de données disponibles	1-107
N° CAS¹⁰	142844-00-6	329211-92-9 436083-99-7 308084-09-5	Laine de roche : 194718-72-4 Laine de verre : 65997-17-3	Fibres d'alumine : 1344-28-1 Fibres de mullite : 1302-93-8	12001-29-5 132207-32-0

Figure 7

Classification et biopersistance de différentes fibres minérales

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 de survenue de plaques pleurales et d'altération de la fonction respiratoire (obstruction des voies aériennes chez les fumeurs) a également été rapporté chez les salariés des usines de production de FCR 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.

9. 58 jours pour les laines antérieures à la classification européenne de 1997.

10. Les numéros CAS ne permettent pas d'obtenir la classification de ces fibres sur les bases de données européennes (HCP – ex-ECB – ou ECHA).

➤ 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 ;

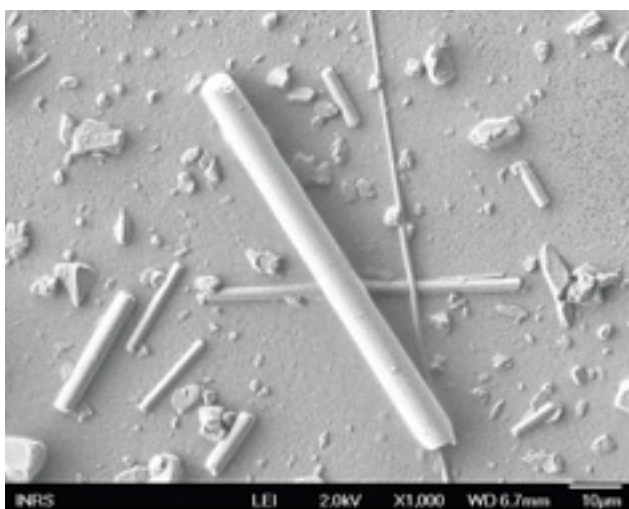
– ou un essai de biopersistance à court terme par instillation intra-trachéale a montré que les fibres d'une longueur supérieure à 20 μm ont une demi-vie pondérée inférieure à quarante jours ;

– 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 %.

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.



© INRS

Figure 8

Fibres céramiques réfractaires vues au microscope électronique à balayage

La valeur limite d'exposition professionnelle des fibres céramiques réfractaires est le seuil de concentration en FCR 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 FCR ; elle vise à limiter l'empoussièrement dans les ambiances de travail. En raison de l'évolution perpétuelle de l'état des connaissances scientifiques et des incertitudes sur l'effet des faibles doses, elle ne saurait constituer une garantie de ne pas contracter une maladie. Cette valeur limite est un objectif minimal et il convient donc de choisir les pratiques et les équipements visant à abaisser les niveaux d'exposition à des valeurs aussi basses que raisonnablement possible.

Il est demandé d'évaluer l'exposition par des mesures d'empoussièrement par prélèvement individuel réalisées sur différents groupes d'exposition homogène¹¹. 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, 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 FCR mesurées lors de certaines opérations de pose ou retrait. Les mesures d'ambiance traduisent le niveau général d'empoussièrement alors que les prélèvements individuels, réalisés sur opérateur au niveau des voies respiratoires, expriment ce que pourrait être son exposition s'il n'était pas protégé.



© 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 f/cm ³	Moyenne arithmétique f/cm ³	Moyenne géométrique f/cm ³	Médiane f/cm ³	Étendue f/cm ³	% > à 0,1 f/cm ³
Retrait [1]	129	3,54	1,28	1,53	0,03-27,00	91,5
Retrait [2]	61	4,29	0,82	0,45	0,02-46,51	61
Pose [1]	97	1,4	0,55	0,51	0,02-20,60	93,8
Pose [2]	83	0,89	0,39		0,015-6,17	
Usinage [1]	163	2,5	1,46	1,57	0,06-24,50	99,3
Usinage [2]	926	0,85	0,55		0,04-4,90	
Installation de réfractaires non fibreux avec joints en FCR [3]	8	0,10	0,07	0,08	0,02-0,20	37,5
Démolition de réfractaires non fibreux avec joints en FCR [3]	12	0,24	0,20	0,19	0,10-0,48	100
Démontage sur wagonnets [4]					0,16-8,75	100
Montage sur wagonnets [4]					0,02-0,47	
Grattage et démontage FCR dans un four	4	2,02	0,87	1,28	0,18-5,32	100
Ramassage après grattage dans four	4	2,05	0,53	2,02	0,01-4,14	75
Démolition sol du four hors confinement	8	0,57	0,43	0,39	0,09-1,18	88

[1] *Exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires*, Paris, INRS, 2003, ND 2189.

[2] *Recognition and control of exposure to refractory ceramic fibres*, European ceramic fibre Industry association, 1999, 58 p.

[3] Données issues du Syndicat national des entrepreneurs et constructeurs en thermique industrielle (SNECTI).

[4] *Maîtrise des expositions aux FCR lors des travaux de réfection de fours et de wagons dans les tuileries et les briqueteries. Guide pratique*, Association européenne représentant l'industrie des laines d'isolation haute température (ECFIA) et Fédération française des tuiles et briques (FFTB), 2004, 34 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 telle que décrite dans la norme ISO 14966 permet de classer les fibres en fonction de leur composition.

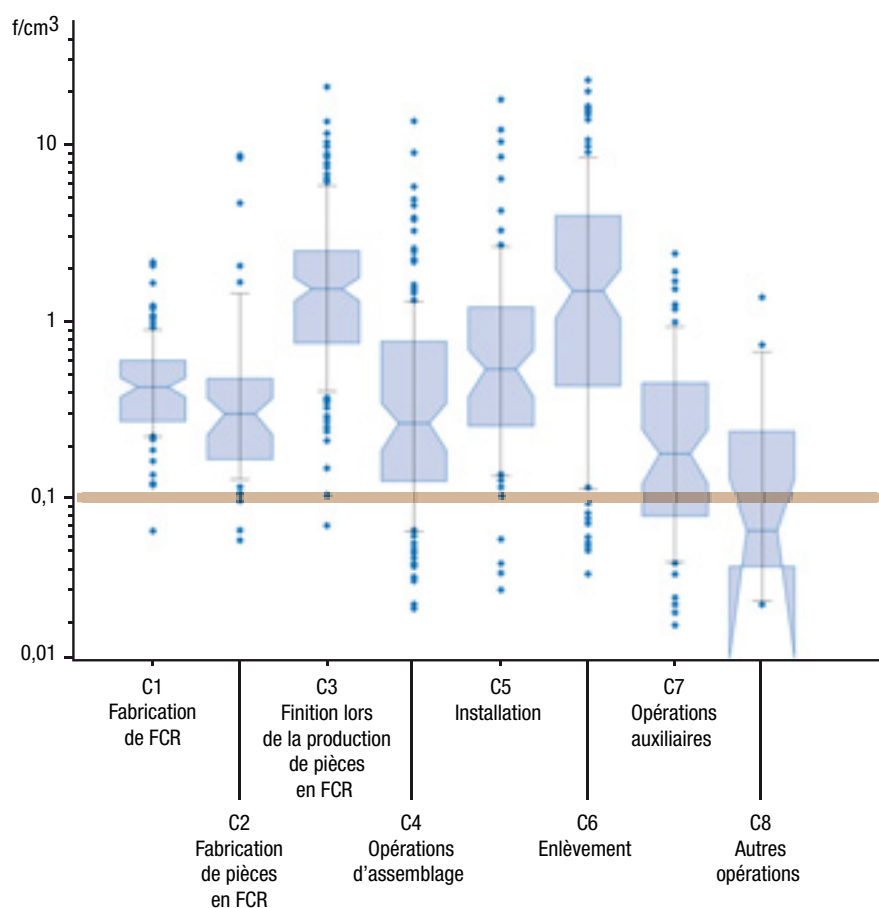


Figure 11

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.

Le tableau de la **figure 12** présente les principales opérations d'isolation et de protection thermique en milieu industriel pouvant exposer aux FCR et les domaines d'activité concernés.

OPÉRATIONS	DOMAINES D'ACTIVITÉS								
	Construction fours chaudières	Maintenance fours chaudières	Métallurgie et industries mécaniques (forge, traitements thermiques...)	Fonderie	Céramique	Verre	Tuiles et briques	Pétrochimie	
OPÉRATIONS GÉNÉRALES									
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...), - soit des sous-ensembles assemblés	✓	✓							
Pose/Montage : - Mise en place dans ou sur le support à garnir (carcasse de four...) - Découpe (ajustement) - Application de <i>coating</i>	✓	✓							
Retrait : - Dégarnissage, dépose (découpe, démontage)		✓							
OPÉRATIONS SPÉCIFIQUES									
Calorifugeage de tuyau et/ou étanchéité haute température (passage de tuyaux)									✓
- Mise en place de joint de dilatation (nappes, feutres, tresses)			✓	✓	✓		✓	✓	✓
- Réfection de poche de coulée			✓	✓					
- Travaux sur wagons de fours					✓		✓		
- Plaquage de cuve						✓			
- Réparation à chaud						✓			
Utilisation lors du <i>process</i> : - Isolation d'outils par nappes humides - Isolation de moules (fonderie de précision)				✓					
OPÉRATIONS DE FIN DE CHANTIER									
Nettoyage chantier et/ou zone de travail	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Reconditionnement pour stock et/ou évacuation décharge	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

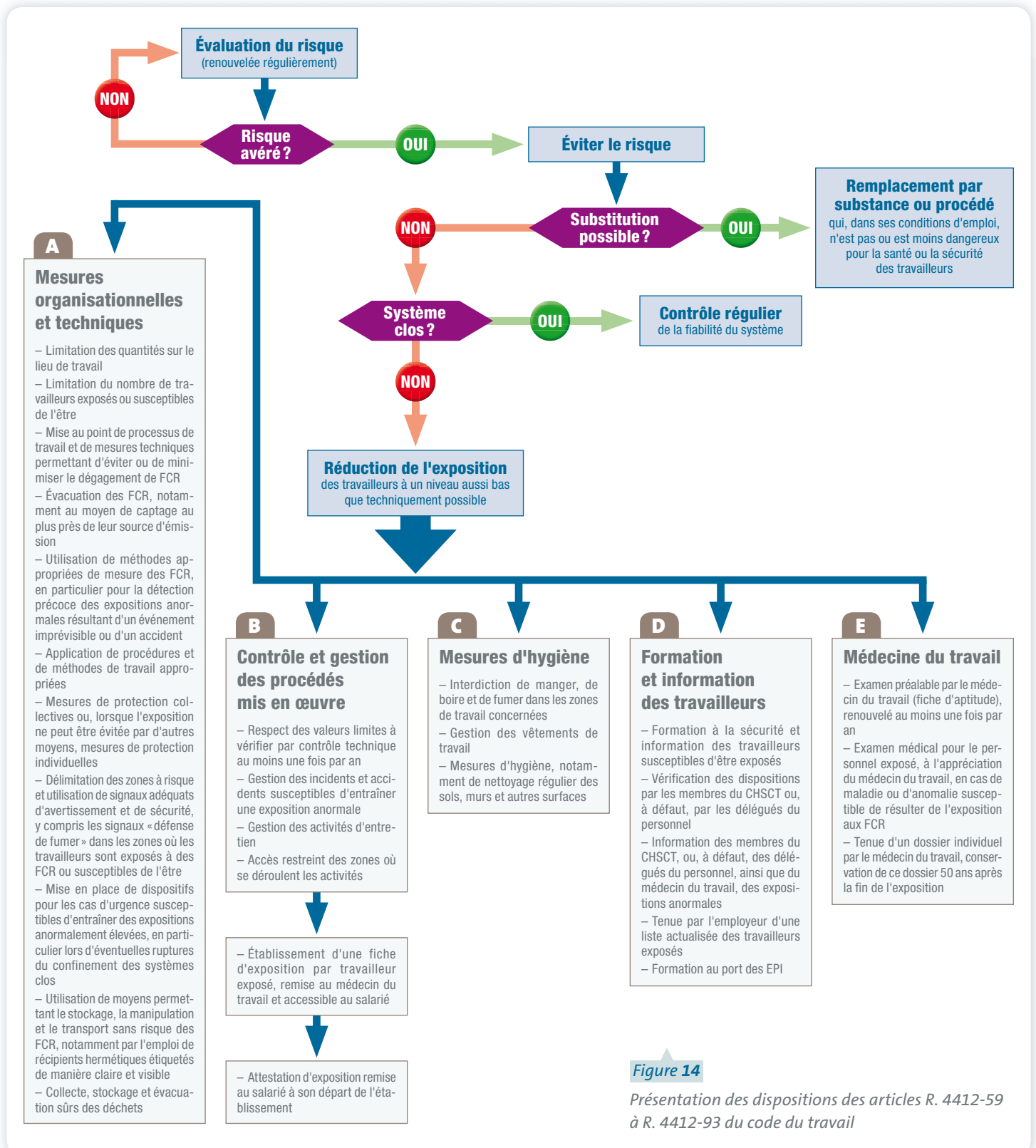
Figure 12

Principales opérations pouvant exposer aux FCR (liste non exhaustive)

6

Mesures de prévention

Les FCR appartenant à la catégorie des agents cancérogènes, des règles spécifiques énoncées dans les articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du code du travail s'appliquent. Elles viennent en complément des mesures de prévention du risque chimique (voir *figure 14*).



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.

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

6.1. Substitution

La mesure de prévention prioritaire est le remplacement des fibres céramiques réfractaires par des matériaux moins dangereux ou des procédés évitant leur mise en œuvre. 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 ainsi que 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 15**).

Des renseignements plus détaillés sur les produits de substitution en fonction du domaine d'activité sont décrits dans un rapport de l'AFSSET ¹³.

Les substituts possibles pour les applications inférieures à 300 °C sont en général les laines de verre et de roche. Entre 300 et 700 °C, les laines minérales et les laines AES peuvent être généralement utilisées. Entre environ 700 et 1 200 °C, les laines AES et la wollastonite peuvent par exemple convenir dans de nombreuses applications. Au-delà de

1 200 °C, les substituts sont par exemple les briques et bétons isolants ainsi que les laines 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 15**).

Les applications haute température sont très variées et souvent spécifiques même dans chaque branche industrielle à telle enseigne qu'il n'est pas possible de définir un domaine où la substitution peut être généralisée. Les caractéristiques des FCR comme leur réfractarité (de 1 000 °C à 1 450 °C), 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. Pour la majorité des cas, elle reste néanmoins réalisable.

Il convient en revanche de prendre en considération les caractéristiques spécifiques de chaque application et d'en évaluer la compatibilité avec le produit de substitution envisagé.



Figure 13

Four isolé avec des laines AES

13. 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.

Matériaux d'isolation	Température maximale indicative d'utilisation en continu (°C)	Coût	Formation cristobalite possible	Présentation spécifique
Fibres céramiques réfractaires	1 150 à 1 300°C	=	Oui	
Laines AES	900 à 1 150	+	Oui	
Fibre polycristalline : fibres d'alumine	1 600	++	Non	
Fibre polycristalline : fibres de mullite	1 600	+++	Non	
Fibre polycristalline : fibres de zircon	1 800	+++++	Non	
Fibre polycristalline : fibres d'alumine-bore-silice Nextel	1 200	++++	Non	N'existe que sous forme de tissu
Vermiculite	1 100	--	Non	
Wollastonite	1 000	+	Non	
Fibres de silice étirée	1 050	+++	Oui	
Fibres de silice	1000	++++	Oui	
Fibres de silice lixiviée	980	+	Oui	
Laines minérales (verre, roche, laitier, basalte)	250 à 800	--	Non	
Silicate de calcium	1 000 à 1 100	--	Non	Plaques
Briques réfractaires isolantes	1 100 à 1 650	=	Oui	
Béton réfractaire isolant	1 700	-	Oui	
Mousses céramiques	1 600	+++	Non	
Matériau microporeux	1 000 à 1 200	+++	Oui	

Figure 15

Exemples de matériaux de substitution aux fibres céramiques réfractaires

Les principales caractéristiques à considérer sont les suivantes :

- 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) ;
- 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.

Le tableau en annexe 3 peut être une aide pour l'analyse détaillée de l'application et le choix d'un substitut éventuel.

6.2. Évaluation des risques



© CARSAT Aquitaine

Figure 16

Wagonnet entouré de nappes en FCR

L'évaluation des risques permet la mise en place de moyens et techniques 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 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, 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 phases, délais...),
- l'organisation du travail,
- les modes opératoires incluant les opérations élémentaires à accomplir,
- les équipements de travail et de protection,
- la formation des personnels aux techniques envisagées,
- 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.

6.3. Mesures organisationnelles

L'organisation de la prévention lors des opérations comportant des travaux de traitement de FCR est décrite dans l'encadré ci-contre.

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

- de planifier, d'organiser les opérations lorsque les zones sont facilement accessibles, en particulier pour la pose ;
- 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 programmer les travaux pour limiter les interventions postérieures à la pose des FCR qui conduiraient à leur déplacement ou leur détérioration (par exemple passage de tube) ;
- de limiter les quantités de fibres présentes sur le lieu de travail ;
- de choisir de préférence des matériaux revêtus sur leur surface externe ;

➤ 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 cancérigènes, 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.

- d'isoler et de signaler la zone de travail, d'en interdire l'accès à toute personne non concernée par les travaux (utiliser des signaux adéquats d'avertissement et de sécurité, dans les zones où les travailleurs sont exposés ou susceptibles d'être exposés à des fibres céramiques réfractaires);
- d'interdire l'usage de la soufflette et du balai et de privilégier l'aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité (THE);

- d'interdire de boire et manger sur le poste 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.

Le port d'appareils de protection respiratoire et de combinaisons de protection étanches aux poussières impose une contrainte physiologique et parfois psychologique au porteur. La température à l'intérieur du vêtement et l'humidité relative sont nettement supérieures à celles de l'air ambiant. Même lorsque les conditions ambiantes sont satisfaisantes, les salariés travaillent en ambiance chaude. La pénibilité du travail et l'astreinte physique induite, la nécessité de satisfaire des besoins physiologiques (boire, etc.) exigent de limiter le temps de port des EPI. Dans des conditions normales, une durée d'environ deux heures est conseillée avec un temps de pause d'au moins vingt minutes. Les durées de port et de récupération doivent être adaptées aux contraintes des chantiers.

Pour définir ces durées, le médecin du travail, le CHSCT ou les délégués du personnel peuvent être consultés.

6.4. Protection collective, équipements

Dans tous les cas, il convient de privilégier les moyens de prévention collective par rapport aux mesures de protection individuelle. Certains équipements de protection collective (tunnels d'accès à trois ou cinq compartiments, extracteurs...) peuvent être loués.

→ Mesures générales



© J.-F. Certin

Figure 17

Blocs emballés sur cinq faces

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

- privilégier les produits encapsulés, proscrire chaque fois que cela est techniquement possible l'utilisation de fibres en vrac et les produits non encapsulés ;
- proscrire tout travail de flocage mettant en jeu des FCR ;
- proscrire les découpes avec des outils tournant à vitesse rapide sans aspiration adaptée ;
- interdire l'usage de la soufflette et du balai et privilégier l'aspirateur équipé de filtres THE.

Pour les chantiers les plus importants, la marche à suivre est détaillée ci-dessous.

a) Isolement de la zone de travail (voir chapitre 8, fiche technique n° 1) :

Son objectif est de créer une séparation physique entre le lieu où se déroulent les travaux sur les FCR et les zones avoisinantes. Il permet ainsi de délimiter la zone dans laquelle des mesures de protections collective et individuelle des salariés sont mises en œuvre.

b) Calfeutrement de la zone de travail (voir fiche technique n° 1) :

Il consiste à créer une enceinte la plus étanche possible en opérant un bouchage des entrées d'air. Son objectif est de pouvoir maintenir la zone en dépression sans recourir à l'utilisation des films en matière plastique qui seront employés ultérieurement pour limiter la pollution des parois, des sols ou des matériels restant dans la zone de travaux.

c) Confinement (voir fiches techniques n° 1 et 3) :

Ses objectifs sont de permettre une décontamination facile de la zone traitée en fin d'opération ainsi que de maintenir un flux permanent d'air neuf, de l'extérieur vers l'intérieur de la zone de travail et d'éviter la contamination accidentelle de l'extérieur par les FCR.

d) Nettoyage des matériels à évacuer et de ceux restant en place (voir fiches techniques n° 1 et 2)

e) Mise en place de l'installation de décontamination (voir fiche technique n° 4) :
Seul accès du personnel à la zone confinée, elle permet le respect des procédures de décontamination.

f) Travaux de retrait, de pose ou de maintenance lourde (voir fiche technique n° 5)

g) Évacuation des déchets de la zone de travail (voir fiche technique n° 6)

h) Nettoyage (voir fiche technique n° 7)

i) Restitution de la zone (voir fiche technique n° 8)

À défaut, des solutions équivalentes permettant d'atteindre les objectifs décrits doivent être mises en œuvre.

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 d'extracteurs (voir fiche technique n° 3) et/ou de systèmes de captage à la source.

→ Dépose et enlèvement



© CARSAT Centre-Ouest

Figure 18

FCR : un matériau de choix pour l'isolation thermique à haute température

La dépose des FCR doit inciter à une vigilance accrue. Les FCR peuvent en effet se transformer partiellement, au cours de différents cycles de chauffe et de refroidissement, en cristobalite, une variété de silice libre cristalline classée, par le CIRC, cancérigène pour l'homme en situation d'exposition professionnelle.

Diverses situations de retrait peuvent se présenter. Le recours au travail en phase humide est en général réalisable. Il convient alors de mouiller le matériau avec de l'eau additionnée d'un produit d'imprégnation.

Des travaux préliminaires peuvent être réalisés préalablement à l'intervention. Ils peuvent consister par exemple à déménager du matériel, démonter des équipements (brûleurs...), monter des échafaudages, consigner des réseaux ou des installations électriques. Si l'évaluation préalable des risques identifie un

risque FCR pour les intervenants (contamination existante de ces équipements par les FCR, risque d'émission de fibres pendant ces travaux préliminaires), des mesures de protection collective ou individuelle adaptées doivent alors être mises en place.

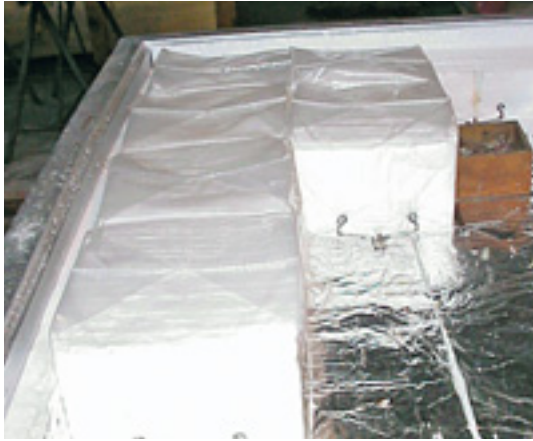
Des exemples de bonnes pratiques recommandées dans certaines situations sont présentés dans le chapitre « Cas d'école » (voir cas d'école n° 1 et 2). Les solutions proposées seront ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation précise et de l'évaluation des risques qui aura été faite.

→ Pose

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

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

Pour des cas aussi divers, plusieurs méthodes de prévention sont envisageables. Néanmoins, il convient de déballer les FCR au dernier moment et au plus près de la zone de travail et chaque fois que cela est possible, d'humidifier le matériau pour éviter la dispersion des fibres. Il existe également des blocs et des pièces emballés permettant de confiner les fibres. Le captage au plus près de la source doit être ensuite privilégié. Il est possible de le mettre en œuvre pour des opérations répétitives. Dans le cas d'intervention dans les espaces confinés,



© J.-F. Certin

Figure 19

Blocs emballés
sur cinq faces

il est recommandé de mettre en œuvre des méthodes associant un isolement de la zone de travail, la mise en dépression de cette zone avec filtration à très haute efficacité de l'air extrait et le port par le personnel intervenant d'équipements de protection individuelle adaptés.

Des exemples de bonnes pratiques recommandées dans certaines situations sont présentés dans le chapitre « Cas d'école » (voir cas d'école n° 3, 4 et 5). Les solutions proposées seront ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation précise et de l'évaluation des risques qui aura été faite.

6.5. 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 formation des travailleurs, de vérifications périodiques des équipements¹⁴.

L'aptitude médicale du travailleur au poste de travail prévue à l'article R. 4412-44 doit prendre en compte le port des EPI et en particulier des protections respiratoires quelles qu'elles soient.

→ Protection respiratoire

Il convient d'utiliser des protections respiratoires lorsque la mise en œuvre des protections collectives décrites au chapitre 6.4 n'est pas suffisante. Dans le cas des FCR, la classe de filtration sera toujours P3. Le type de protection dépend ensuite de l'importance des émissions de fibres, du temps estimé du port de l'équipement, des conditions de travail (effort physique important, travail à la chaleur, etc.) et des autres polluants éventuellement présents. Le tableau de la **figure 24** 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.

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 à l'utilisation des appareils de protection respiratoire.

Les masques à usage unique usagés et les filtres seront considérés comme des déchets de FCR et traités comme tels (*voir chapitre 7*).

Pour plus d'informations sur les appareils de protection respiratoire, la brochure de l'INRS *Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation* (réf. ED 780) peut également être consultée.



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 20

Masque complet à ventilation assistée TM3P



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 21 Cagoule à ventilation assistée TH3P



© Xavier Renauld pour l'INRS

Figure 22 Masque complet à adduction d'air



© AFPA

Figure 23

Masques complets à adduction d'air comprimé (avec filtres P3 en série) (Les tuyaux doivent rester fixés à la ceinture pour éviter l'arrachage du masque.)

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.

Type de masque	Durée du travail recommandée	Facteur de protection	Avantages et contraintes	Exemples
Pièce faciale filtrante FFP3	1 heure maximum	10	Doit être changée 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 TH3P		40	– Large champ de vision – Confort de travail – Nécessite une décontamination après chaque usage	Découpe de nappes
Masque complet à ventilation assistée TM3P		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 24

Protection respiratoire, éléments de choix

→ **Vêtements de protection**

Afin d'éviter la dissémination des fibres, le port d'une combinaison de protection à capuche est nécessaire. Le choix doit se porter sur des vêtements jetables, étanches aux poussières de type 5. Après usage, ils doivent être considérés comme des déchets de FCR et traités comme tels (voir chapitre 7).

Le port de sous-vêtements personnels peut être à l'origine d'un transfert de pollution vers l'extérieur de la zone pouvant entraînant l'exposition du salarié et de son entourage. L'utilisation de sous-vêtements à usage unique est donc recommandée.

→ Gants



© Gael Kerbaol/INRS

Compte tenu des risques de dermatoses et de dispersion des fibres, le port des 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.). Les gants de travail qui ne peuvent pas être correctement décontaminés par lavage à l'eau en fin de chaque période de travail seront éliminés avec les déchets de FCR.

Figure 25

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

→ Procédure d'habillage



© Gael Kerbaol/INRS

Il est recommandé de procéder de la manière suivante :

- enfiler la combinaison jetable sans mettre en place la capuche ;
- mettre l'appareil de protection respiratoire ;
- placer la capuche sur le masque ;
- scotcher la capuche au masque pour assurer l'étanchéité ;
- scotcher la combinaison sur les bottes ou les surbottes ;
- enfiler les gants et les scotcher à la combinaison.

Figure 26

L'étanchéité entre le masque et la combinaison est réalisée avec du scotch.

6.6. Hygiène

Dans les cas particuliers où l'absence d'installation de décontamination est justifiée, 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. Il est pris en charge par une société spécialisée dûment avertie de la présence de FCR.

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. Il est en outre indispensable de se doucher en fin de poste afin d'atténuer les effets irritants et d'éviter une éventuelle remise en suspension des fibres déposées sur la peau.

6.7. Information et formation

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

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

Le contenu doit être modulaire et s'adapter au public et aux conditions particulières de l'entreprise. Quelques thèmes peuvent être indiqués :

- définitions (fibres céramiques, cancer, cancérogène, temps de latence, danger, exposition, risque, etc.);
- contexte réglementaire ;
- facteurs de risques professionnels ;
- facteurs de risques non professionnels ;
- moyens de protection collective mis en place dans l'entreprise, rôle et utilisation ;
- bonnes pratiques de travail ;
- équipements de protection individuelle, rôle et utilisation ;
- mesures à prendre en cas d'incident, d'accident, de déversement accidentel ;
- mesures de décontamination ;
- mesures d'hygiène.

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

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

Elle peut être dispensée par l'encadrement, l'animateur de sécurité, avec, le cas échéant, la participation du médecin du travail.

Une justification de la formation est remise au salarié. Une liste des personnes formées est établie.

6.8. 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 ce dernier 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 tel qu'un scanner thoracique, pourra également être envisagée.

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

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.

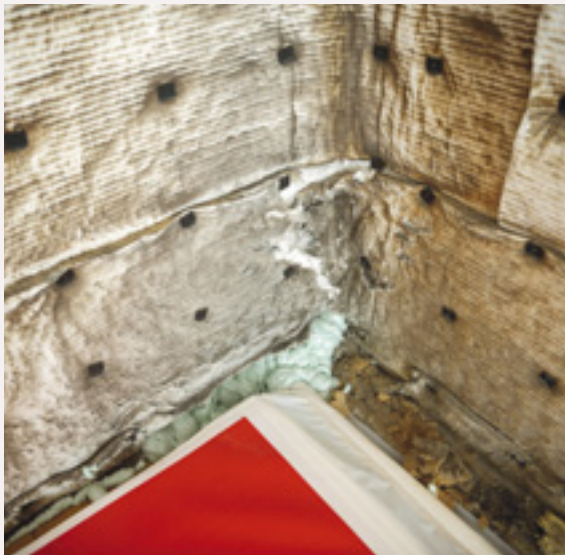
Ils doivent être triés, conditionnés dans des sacs fermés, étanches et étiquetés (emballages doublés en matière plastique par exemple) puis évacués de la zone de travail au fur et à mesure de leur production. L'étiquetage peut être identique à celui des emballages neufs.

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 lors de la demande de certificat d'acceptation préalable et 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).

Ces fiches techniques présentent les bonnes pratiques recommandées pour les différentes étapes de la mise en place des mesures de prévention.

8.1. Fiche technique 1 : réalisation d'une zone de travail



© Gaëll Kerbaol/INRS

Figure 27

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

La réalisation d'une zone de travail consiste en général à isoler, calfeutrer et confiner la zone.

L'isolement de la zone de travail a pour objectif de créer une séparation physique entre le lieu où se déroulent les travaux sur les FCR et les zones avoisinantes. Il permet ainsi de délimiter la zone dans laquelle des mesures de protections collective et individuelle des salariés sont mises en œuvre.

Le calfeutrement de la zone de travail consiste à créer une enceinte la plus étanche possible en opérant un bouchage des entrées d'air. Son objectif est de pouvoir maintenir la zone en dépression sans recourir à l'utilisation des films en matière plastique qui seront employés ultérieurement pour limiter la pollution des parois, des sols ou des matériels restant dans la zone de travaux.

Le confinement de la zone poursuit quant à lui les objectifs principaux suivants :

- permettre une décontamination facile de la zone traitée en fin d'opération ;
- maintenir un flux permanent d'air neuf, de l'extérieur vers l'intérieur de la zone de travail, et éviter la contamination accidentelle de l'extérieur par les FCR.

À défaut, des solutions équivalentes permettant d'atteindre les objectifs décrits doivent être mises en œuvre.

Les opérations de préparation de la zone de travail comprennent :

- la pose, si cela est nécessaire, de parois rigides (contreplaqué, tôle...) pour séparer la zone traitée des zones avoisinantes ; la constitution de séparations de zone réalisées avec des films en matière plastique fixés sur une ossature doit être évitée à chaque fois que cela est possible, en raison des risques importants de déchirure, d'arrachement, etc. ;
- la mise en place et en fonctionnement dès que possible d'un tunnel d'accès à trois ou cinq compartiments afin que les salariés puissent respecter les procédures d'équipement et de décontamination lors de leurs entrées et de leurs sorties effectuées pendant les travaux préparatoires ;
- la mise en œuvre d'un ou plusieurs extracteur(s) d'air muni(s) de filtres à très haute efficacité destinés à assainir la zone de travaux, notamment en cas d'émission de FCR consécutive à des chocs contre les matériaux et à la mise en suspension de poussières fibreuses, et le suivi de la dépression pour en connaître l'évolution ;
- le calfeutrement par pose de rubans adhésifs autour des ouvertures ou d'un film en matière plastique recouvrant complètement l'ouverture, le bouchage des trous existants à l'aide de mousse expansible, de bandes plâtrées, d'enduits, etc., au niveau des passages de conduits, brûleurs, etc. Il est à noter que le calfeutrement est complété, si besoin est, au fur et à mesure du déroulement du traitement en fonction de l'apparition d'entrées d'air (joints de construction, joints de dilatation, etc.) ;
- la pose de deux films plastiques fixés par des rubans adhésifs ou agrafés et collés sur les parois rigides (existantes ou créées) ainsi que le cas échéant sur le sol ;
- le nettoyage des matériels à évacuer et le nettoyage et la protection de ceux restant en place avant dépose.

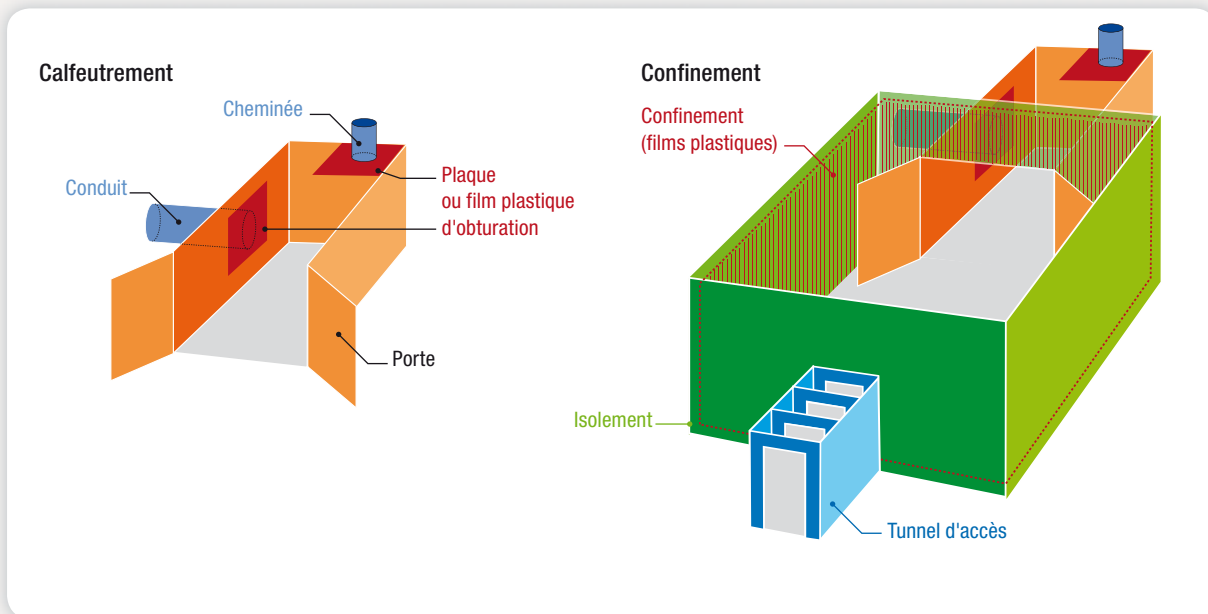


Figure 28

Schémas d'un four pour illustrer la différence entre confinement et calfeutrement

→ Isolement, calfeutrement, confinement statique

Quand la zone à isoler se trouve à l'air libre et, de ce fait, exposée aux intempéries, toutes les mesures de protection et de renforcement supplémentaires de l'isolement sont prises pour éviter les risques de destruction de l'enceinte et de contamination de l'environnement telles que la construction d'échafaudages adaptés au site.

Pour la partie des travaux d'isolement et de calfeutrement n'entraînant pas de risque d'émission de fibres ou de contact avec les FCR, le port d'appareils de protection respiratoire n'est pas nécessaire. Il est parfois utilisé des produits dangereux ou des techniques polluantes (colles en propulseurs d'aérosols, soudage, etc.). Les mesures de protection devront alors prendre en compte ces contaminants.

Dans le cas contraire, dès ces premières étapes, le personnel doit porter des appareils de protection respiratoire adaptés (à ventilation assistée de préférence, dès lors que ces travaux nécessitent des efforts soutenus) et mettre en œuvre le plus rapidement possible un tunnel d'accès à la zone de travail et respecter les procédures d'entrée et de sortie.

L'utilisation de deux films plastiques est recommandée afin de limiter les risques de pollution accidentelle et de faciliter le nettoyage futur. Lors de la pose, les lés sont décalés d'environ une demi-largeur. Ceux d'une même couche sont posés avec un recouvrement d'au moins 20 cm.

Les sols, plus sollicités que les parois, reçoivent deux films en matière plastique renforcés 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 plaques métalliques, linoléum).

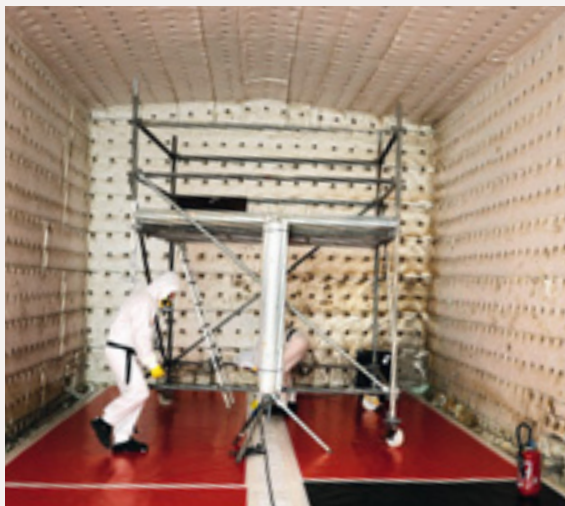


Figure 29

Protection de la sole d'un four



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 30

Isolement et confinement d'un four situé en extérieur : des entrées d'air ont été prévues dans le confinement.

Pour permettre une meilleure communication entre l'intérieur et l'extérieur de la zone, ainsi qu'une surveillance des événements qui peuvent se produire dans la zone confinée, il est possible d'insérer une surface transparente résistante au niveau du confinement.

Si, en fonction de la configuration du chantier, l'évacuation d'un blessé ne peut se faire par le tunnel d'accès, une issue de secours est préparée et matérialisée sur les films en matière plastique ; les moyens pour la fermeture immédiate, placés à proximité de la pseudo-ouverture, sont visibles et facilement accessibles.

→ Confinement dynamique

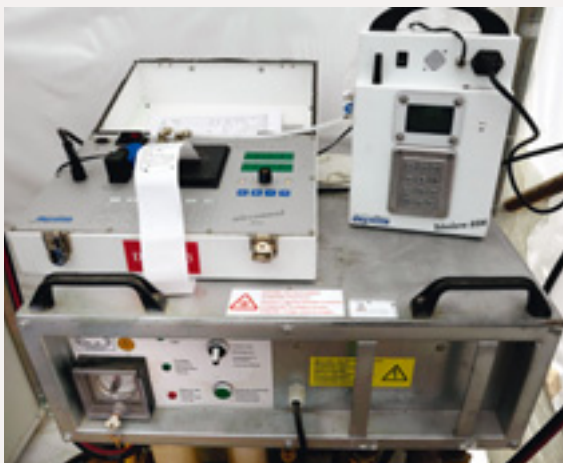
Il consiste à créer un flux d'air propre et permanent pendant toute la durée du chantier, de l'extérieur vers l'intérieur de la zone des travaux. La température de l'air traversant le tunnel d'accès doit être compatible avec la prise de douches.

Cette circulation d'air est obtenue par la mise en œuvre d'extracteurs. Elle assure d'une part le maintien en dépression de la zone de travail, d'autre part le renouvellement de l'air dans l'enceinte confinée.

Les filtres retenant les poussières créent une perte de charge sans cesse croissante, aussi est-il recommandé de prévoir des extracteurs capables de fournir un renouvellement de l'air de la zone, d'au moins six volumes par heure afin de garantir un taux de renouvellement au cours du chantier supérieur à 4 volumes par heure.

Si les cheminées ne peuvent pas être obturées, le tirage naturel sera pris en compte. Les extracteurs sont alors dimensionnés de manière à empêcher toute sortie d'air par la cheminée.

Le tunnel d'accès doit assurer l'entrée de l'air en zone. L'extraction d'air est dimensionnée de manière à garantir une vitesse d'air de 0,5 m/s, sur toute la section du tunnel, lorsque toutes les portes du sas sont ouvertes. En vue d'assurer un meilleur balayage de la zone confinée, il est possible de créer des entrées d'air, munies d'un clapet antiretour, calculées et dimensionnées pour que le balayage du tunnel soit effectif et que le renouvellement de l'air soit correct.



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 31

Système d'enregistrement de la dépression

Si les tests de fumée révèlent l'existence de zones mortes, des circulateurs d'air munis de filtres à très haute efficacité peuvent être utilisés. Les conditions d'utilisation de ces circulateurs sont étudiées avant le démarrage des travaux. Il est indispensable de vérifier que l'utilisation de ces circulateurs ne risque pas de mettre en surpression une partie de la zone confinée et de favoriser ainsi l'émission de fibres vers l'extérieur.

Le niveau de dépression doit être voisin de 20 Pascals (Pa). Des dispositifs de contrôle permanent sont mis en place pour s'assurer que la dépression atteint toujours un niveau minimal de 10 Pa. Un enregistrement permanent des données est réalisé. Un extracteur de sécurité doit être prévu afin de garantir le maintien de la dépression. Les extracteurs doivent être maintenus en fonctionnement

24 heures sur 24 pendant toute la durée des travaux. Un nombre suffisant d'extracteurs est alimenté par une installation de secours (groupe électrogène, réseau de courant secouru) pour maintenir la dépression.

L'air extrait est filtré avant rejet avec, en phase ultime de filtration, l'utilisation d'un filtre à très haute efficacité (classe H13 de la norme NF EN 1822).

Il est recommandé de prévoir plusieurs étages de filtration en amont du filtre à très haute efficacité. Ceux-ci provoquent des pertes de charges conséquentes, dont il faut tenir compte lors du dimensionnement des extracteurs, mais augmentent sensiblement la durée de vie du filtre à très haute efficacité.

→ Test de fumée

Lorsque le confinement est achevé et avant d'entreprendre le retrait des FCR, des tests de fumée sont réalisés ; ils sont destinés à vérifier :

- les conditions de balayage aérodynamique de la zone confinée, en particulier du tunnel, par les flux d'air ; si ce balayage est insuffisant (présence de zones mortes), le fractionnement des débits par la mise en place de différents extracteurs et l'équilibrage des entrées d'air peut améliorer la situation ;
- les capacités d'extraction réelles des unités déprimogènes ;
- l'étanchéité du confinement.



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 32

Réalisation du test de fumée à l'intérieur du confinement



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 33

Réalisation du test de fumée à l'extérieur du confinement



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 34

Réalisation du test de fumée dans le tunnel de décontamination

Pour les parties de la zone confinée accessibles de l'extérieur, il est alors possible de maintenir en dépression la zone (extracteurs en fonctionnement) et d'émettre de la fumée à l'extérieur de l'enceinte notamment au niveau des raccords de cloisons, des pénétrations des réseaux, des ouvrants, etc. ; la vérification de l'étanchéité du confinement s'effectue par l'intérieur de la zone en recherchant les entrées de fumée. Ces tests seront réalisés périodiquement pendant le chantier, en particulier après une absence de travail prolongée (week-end) ou lors d'une chute importante de dépression non expliquée. En cas d'entrée d'air, les orifices constatés sont rebouchés.

MODE D'EMPLOI DU TEST DE FUMÉE

Contrôle de la zone confinée par le test de fumée

➤ **Objectif :**

S'assurer que la dépression empêche tout échange d'air vers l'extérieur de la zone confinée.

➤ **Comment :**

1. Régler le générateur de fumée au minimum.
2. Envoyer la fumée vers les points où il y a risque d'échange d'air entre l'extérieur de la zone et l'intérieur (exemples : façade, trémie ascenseur, traversée de mur ou plancher, etc.).

➤ **Constat :**

En aucun cas la fumée ne doit sortir de la zone confinée. En revanche, il peut être constaté des entrées d'air qui correspondent à des mouvements de fumée tourbillonnaires ou fusants et sont, la plupart du temps, admissibles (fuites du bâti).

Contrôle des zones mortes par le test de fumée

➤ **Objectif :**

Vérifier l'absence de zone morte.

➤ **Comment :**

1. Régler le générateur de fumée au maximum.
2. Envoyer la fumée dans les zones éloignées des extracteurs ainsi que vers tous les recoins et zones cloisonnées.

➤ **Constat :**

La fumée doit se diriger vers les extracteurs.

Détermination des zones mortes et mise en œuvre des amenées d'air pour les supprimer.

➔ **Nettoyage des matériels à évacuer et de ceux restant en place**

Après le confinement de la zone de travail, les matériels et matériaux qui n'ont pas pu être retirés au cours des travaux préliminaires en raison des risques d'émission de fibres lors de leur enlèvement seront démontés et évacués selon la procédure utilisée pour les déchets contenant des FCR.

Avant leur évacuation, ils doivent être nettoyés selon l'une ou l'autre des techniques suivantes (combinables entre elles) :

- dépoussiérage soigné à l'aide d'aspirateur muni de filtres à très haute efficacité ;
- lavage (l'eau de lavage est ensuite filtrée avant son rejet à l'égout).

Ce qui ne peut pas être décontaminé est évacué vers le centre d'élimination de déchets approprié, après vaporisation d'un fixateur de fibres et conditionnement dans un film en matière plastique.

Les matériels restant dans la zone de travaux (par exemple brûleurs, résistances, éléments de chauffe) sont nettoyés selon l'une des techniques décrites puis recouverts d'un double film en matière plastique rendu étanche et solidement fixé.

À ce stade des travaux préparatoires, des interventions peuvent être réalisées par des entreprises spécialisées autres que celles qui traitent les FCR (climatisation, chauffage, électricité, incendie, etc.), en sous-traitance de celle-ci ou en contrat direct avec le donneur d'ordre. Elles sont réalisées en respectant les règles prévues pour les travaux d'entretien et de maintenance décrites dans le guide de prévention de l'INRS *Exposition aux FCR lors des travaux d'entretien et de maintenance* (réf. ED 6084).

La coactivité entre les différentes entreprises est organisée par le donneur d'ordre, ou son représentant, pour veiller en particulier au respect des procédures d'entrée et de sortie de zone et au port de protections respiratoires en lien avec l'entreprise de retrait.

8.2. Fiche technique 2 : aspirateurs

Tous les aspirateurs et toutes les centrales d'aspiration utilisés pour le nettoyage de surfaces et parfois pour le captage des poussières de FCR doivent impérativement être équipés de filtres à très haute efficacité de classe H13 selon la norme NF EN 1822.

L'aspirateur doit en outre posséder les caractéristiques suivantes :

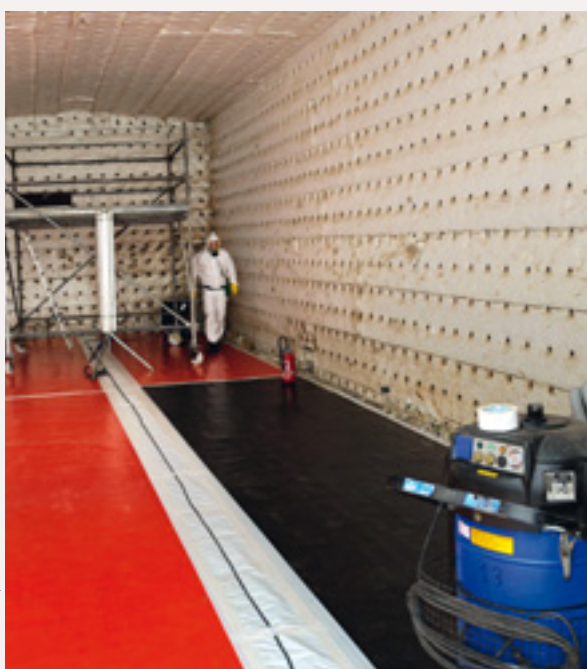
- être muni d'une double filtration à très haute efficacité, en complément d'un filtre secondaire, voire d'un préfiltre ;
- être équipé d'un clapet de fermeture de l'orifice d'aspiration ou d'un bouchon (avec chaînette) qui ferme cet orifice dès le retrait du tuyau flexible ;
- être équipé d'un récepteur de poussière sous forme de double sac (un sac filtrant placé dans un sac étanche qui sera fermé avant de retirer l'ensemble de la cuve) ou d'un récipient à déchet à usage unique qui sera fermé par un couvercle immédiatement après désolidarisation de la cuve. Le changement du sac ne doit pas exposer les opérateurs ni vis-à-vis des poussières du sac, ni vis-à-vis de celles sur le filtre (double obstacle physique et non consigne), en cas de présence d'un sac plastique complémentaire dit « ouvert », la fermeture du sac doit être « automatique » avant l'ouverture de la cuve. Les changements de sac et de bac permettant de réduire fortement, voire de supprimer l'exposition de l'opérateur sont à privilégier ;
- posséder un indicateur de colmatage du filtre et de remplissage du sac ou du récipient à déchet (privilégier les indicateurs sonores ou lumineux) ;
- être fourni avec un mode opératoire général, un mode opératoire de changement de sac et un mode opératoire de changement de filtre THE ; tous ces documents seront fournis en langue française ;
- garantir un débit minimal d'aspiration.

Un tel aspirateur doit être exclusivement réservé à cette utilisation et être identifié de manière visible, sur la partie supérieure par exemple, par une mention du type « Attention, contient des FCR ».

Pour le nettoyage de zones comprenant des débris (morceaux de panneaux, sable...), il est conseillé d'utiliser un aspirateur équipé d'une tête à effet cyclonique (où l'air aspiré passe au préalable dans un cyclone) et d'un système de décolmatage du filtre.

À la fin de chaque utilisation, il est important d'aspirer l'extérieur de l'appareil et tous ses accessoires, de le laisser fonctionner pendant au moins une minute pour vider le tuyau, d'enlever le tuyau pour le placer dans un sac en matière plastique fermé.

Les sacs d'aspirateurs contenant des FCR sont enlevés de l'appareil avec soin selon la procédure définie par le constructeur de l'appareil ; ils sont ensuite traités comme des déchets de FCR. Pour toutes les interventions nécessitant l'ouverture de l'appareil (comme le remplacement des filtres par exemple), les opérateurs doivent impérativement être équipés d'un appareil de protection respiratoire filtrant antipoussières de classe de filtration P3.



© Gafel Kerbaec/INRS

Figure 35

Aspirateur équipé de filtres à très haute efficacité

8.3. Fiche technique 3 : extracteurs d'air

Les extracteurs nécessaires à la réalisation d'un confinement dynamique sont munis au minimum de trois étages de filtration. Ils sont utilisés pour assainir l'air de l'ambiance de travail (fonction épurateur), mettre en dépression une zone confinée et également pour capter des poussières émises au plus près de leur source d'émission.

Les extracteurs choisis sont équipés au minimum :

- d'un préfiltre (également appelé filtre primaire) ;
- d'un filtre secondaire ;
- d'un filtre à très haute efficacité, de classe H13 selon la norme NF EN 1822 ;

et normalement des accessoires suivants :

- un manomètre permettant le contrôle de l'évolution de la perte de charge ;
- différents pressostats permettant les contrôles de la présence du filtre à très haute efficacité (perte de charge minimale) et la limite d'utilisation des filtres (perte de charge maximale) ;
- des voyants lumineux pour le contrôle de la plage d'utilisation des filtres ;
- un réglage du débit à trois positions.

L'air extrait doit être rejeté à l'extérieur des bâtiments.



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 36

Extracteurs d'air positionnés au droit du confinement

Il est souhaitable qu'un deuxième filtre à très haute efficacité de sécurité soit installé derrière le premier pour maintenir une filtration à très haute efficacité lors du remplacement de l'un des deux filtres ou en cas d'anomalie. Cette configuration est obligatoire lorsque le remplacement des filtres doit être réalisé pendant la durée du chantier ou lorsque l'air filtré est rejeté en milieu occupé. Dans ce dernier cas, il est recommandé de mettre en œuvre des contrôles de la qualité de l'air rejeté.

Les corps des extracteurs sont placés, chaque fois que possible, à l'extérieur de la zone confinée ou calfeutrée, le bloc de filtration étant positionné au droit du confinement. Cette configuration permet de pouvoir les dépanner facilement, de les décontaminer et d'éviter les pertes de charge importantes dues aux longueurs des gaines de rejet.

En cas d'impossibilité justifiée, les extracteurs peuvent être placés dans la zone confinée ou calfeutrée. Des conduits souples, enveloppés par un film en matière plastique étanche, sont utilisés pour rejeter l'air à l'extérieur du bâtiment. Ces conduits sont difficilement décontaminables et devront être considérés comme déchet FCR à la fin du chantier.

Les conditions de décontamination des extracteurs devront être étudiées, en particulier en vérifiant leur indice de protection électrique ; les extracteurs devront répondre à un classement IP 55, voire IP 65 (suivant la norme NF C 20010) s'ils doivent être décontaminés à l'eau.

L'ensemble du matériel en zone (extracteurs et gaines) est systématiquement protégé à l'aide de films en matière plastique.

L'étanchéité de la traversée du confinement est assurée, par exemple, à l'aide de ruban adhésif et/ou de mousse expansible.

8.4. Fiche technique 4 : installation de décontamination

L'installation de décontamination (ou tunnel), dont la conception doit assurer le balayage par l'air entrant, est le seul accès pour le personnel à la zone confinée.

Elle peut comprendre :

- trois compartiments avec une douche dans le compartiment n° 2 ;
- cinq compartiments dont deux compartiments (n° 2 et 4) sont équipés de douches.

Ce tunnel doit permettre le respect des procédures d'entrée et de sortie des personnes devant accéder à la zone de travail. Son positionnement sur le chantier et ses dimensions doivent aussi pouvoir permettre, chaque fois que possible, l'évacuation d'une personne blessée par les services de secours.

Les différents compartiments du tunnel doivent être conçus et dimensionnés (surface minimale de 1 m x 1 m) pour :

- permettre un renouvellement de l'air dans chaque compartiment en un temps inférieur au temps de séjour dans le compartiment lors de la décontamination. Ce renouvellement est vérifié à l'aide d'un anémomètre et le balayage correct des compartiments est vérifié un test de fumée ;
- faciliter l'évolution des opérateurs lors des diverses opérations (décontamination, évacuation éventuelle des déchets, etc.), et permettre éventuellement la sortie successive de plusieurs personnes sachant que le temps nécessaire pour assurer la décontamination d'une personne dans de bonnes conditions peut aller jusqu'à 20 minutes.

Les portes d'accès au compartiment n° 1 et à la zone confinée (dans le sens « entrée en zone ») sont toujours rigides ; afin de pouvoir maintenir les portes fermées, des découpes seront réalisées dans les portes rigides pour permettre le passage des tuyaux d'adduction d'air, lorsque les points de branchement sont situés à l'extérieur de la zone. Ces portes comportent en outre des grilles de ventilation de dimensions adaptées, munies de clapets antiretour.

Dans le cas où les différents compartiments sont séparés par des portes rigides, les grilles de ventilation ont des dimensions suffisantes pour que la ventilation dans les différents compartiments soit effective et efficace.

Dans le cas où les portes intermédiaires sont constituées de rideaux souples, la conception de ces rideaux doit permettre d'assurer un balayage complet de chaque compartiment.

Les compartiments de l'installation de décontamination sont correctement éclairés (environ 200 lux) et chauffés (principalement en saison froide), afin que toutes les opérations d'entrée et de sortie puissent se faire dans de bonnes conditions et dans le respect des procédures de décontamination définies. Le chauffage peut être obtenu par soufflage d'air chaud dans ou à l'entrée du compartiment n° 1.

L'eau des douches est chauffée. Les quantités d'eau mises à disposition doivent permettre le douchage de tous les salariés dans chacun des compartiments de douche à raison d'au moins 10 l/min pendant au minimum 5 min par personne avec une température d'eau d'environ 37 °C. Les chauffe-eau seront prévus en conséquence.

L'eau des douches est ensuite filtrée à l'aide de filtres, dont le dernier assure une filtration des particules supérieures à 5 µm avant son rejet dans le réseau d'eaux usées. Les filtres sont changés à intervalles définis ou en fonction du degré de colmatage. Un changement quotidien est souvent nécessaire.

Les procédures d'entrée et de sortie de la zone de travail polluée sont adaptées au type d'équipement de travail. Elles sont affichées dans les compartiments.

Lorsqu'une porte sépare chaque compartiment du suivant, la porte d'entrée dans le compartiment est refermée avant d'ouvrir la porte suivante.

→ Procédure d'entrée et de sortie d'une installation de décontamination à 3 compartiments

› Procédure d'entrée :

- Dans le compartiment n° 1 ou dans la zone de récupération, le salarié revêt les sous-vêtements à usage unique, la protection respiratoire, la combinaison à usage unique, les gants et éventuellement les surbottes s'il ne met pas de bottes. L'étanchéité au niveau du masque, des poignets et des chevilles est réalisée à ce stade à l'aide de scotch.
- Le salarié traverse le compartiment n° 2.
- Il traverse le compartiment n° 3 où il revêt les éventuels suréquipements maintenus en zone de travail du fait de leur pollution (protection de la tête, ciré, « doudoune », bleu de travail, gants de manutention...).

Une zone peut être aménagée après le compartiment n° 3 pour stocker les suréquipements maintenus en zone de travail.

› Procédure de sortie :

- Avant de pénétrer dans le compartiment n° 3, ou dans le compartiment n° 4 :
 - la tenue de travail du salarié est aspirée/nettoyée (sans l'enlever) par une seconde personne présente en zone ;
 - le salarié retire les éventuels suréquipements maintenus en zone de travail du fait de leur pollution (protection de la tête, ciré, « doudoune », bleu de travail, gants de manutention...);
 - il pulvérise de l'eau additionnée d'un agent mouillant sur sa combinaison à usage unique.
 Réaliser ces opérations dans une zone précédant le compartiment n° 3 permet de réduire la pollution de ce compartiment.
- Dans le compartiment n° 3, le salarié enlève les bottes ou surbottes, les gants, la combinaison et les sous-vêtements à usage unique mais conserve son masque.

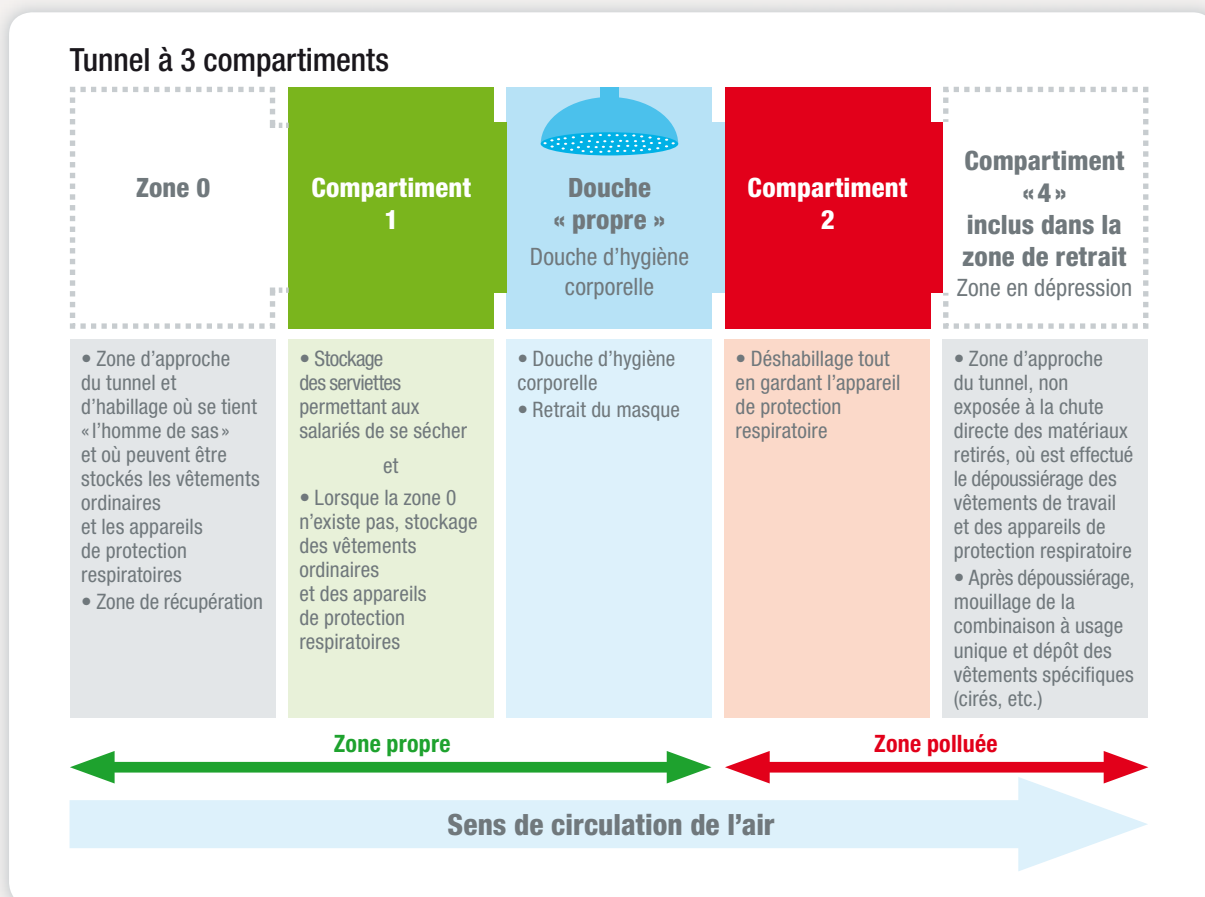


Figure 37

Installation de décontamination à trois ou cinq compartiments

- Dans le compartiment n° 2, le salarié se mouille et douche son masque puis l'ôte et le nettoie soigneusement sous la douche. Il prend ensuite une douche corporelle, il mouille puis jette le filtre de protection respiratoire dans le compartiment n° 3.
- Dans le compartiment n° 1, le salarié se sèche à l'aide de serviettes propres dont la fourniture et la gestion sont assurées par l'employeur puis s'habille. L'habillement peut également se faire dans le zone de récupération, si elle est contiguë à ce compartiment.

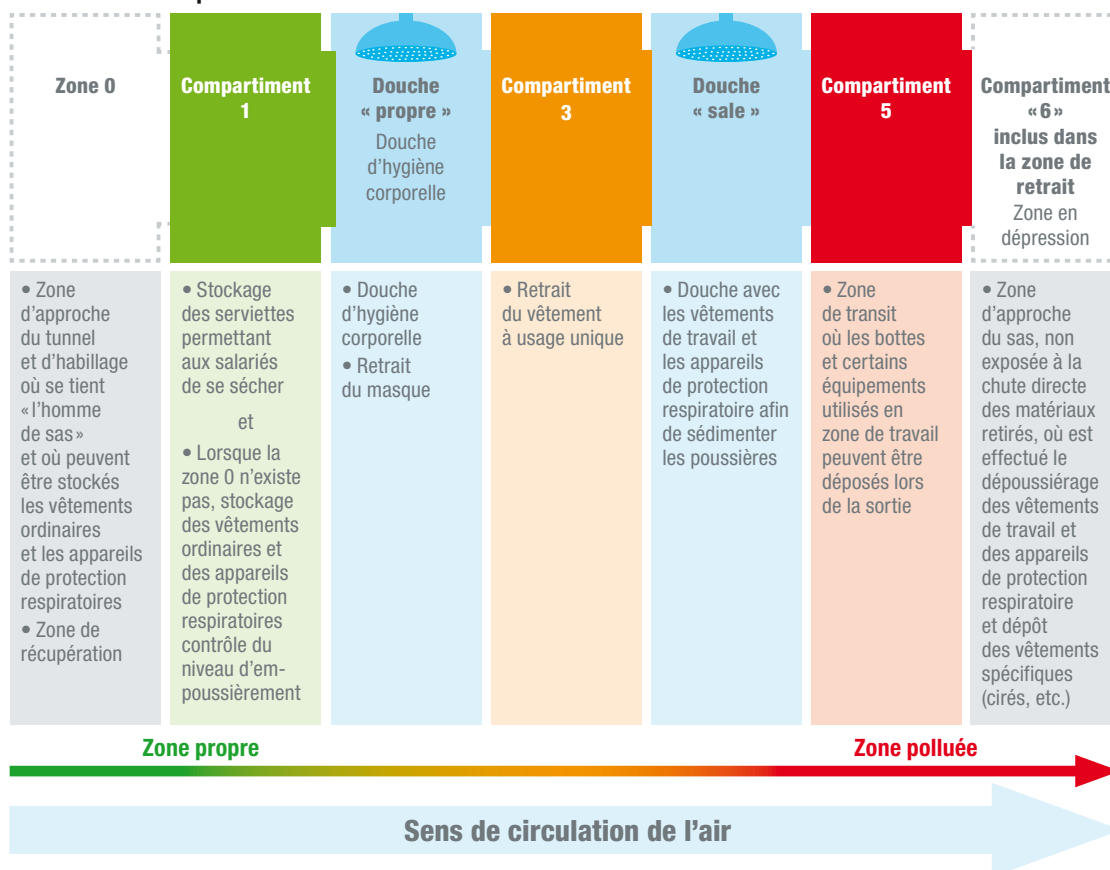
Dans certains cas dûment justifiés par une impossibilité technique et par l'évaluation des risques, la douche peut être prise soit au niveau d'un local situé à proximité de la zone de travail, soit dans un bungalow sanitaire. Dans ce cas, il est nécessaire d'installer un compartiment de déshabillage à la sortie de la zone de travail. L'opérateur porte alors une sous-combinaison (de couleur) sous la combinaison « FCR ». Il mouille ses EPI par pulvérisation et retire sa combinaison « FCR » puis le masque dans le compartiment. Il se rend ensuite à la zone de décontamination en sous-combinaison.

→ Procédure d'entrée et de sortie d'une installation de décontamination à 5 compartiments

› Procédure d'entrée :

- Dans le compartiment n° 1 ou dans la zone de récupération, le salarié revêt les sous-vêtements à usage unique, la protection respiratoire, la combinaison à usage unique, les gants et éventuellement les surbottes s'il ne met pas de bottes dans le compartiment n° 5. L'étanchéité au niveau du masque, des poignets et des chevilles est réalisée à ce stade.
- Le salarié traverse le compartiment n° 2.
- Il traverse le compartiment n° 3 où il complète éventuellement son équipement : bottes lavables.
- Il traverse les compartiments n° 4 et 5 et complète son équipement par ceux restés en zone (cirés, doudoune, casque, etc.) puis gagne la zone confinée.

Tunnel à 5 compartiments





© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 38

Douche avec EPI dans le tunnel de décontamination

> Procédure de sortie :

- Avant d'entrer dans le compartiment n° 5, si la conception du tunnel et du chantier ne permet pas de maintenir l'adduction d'air dans les sas, le salarié déconnecte le tuyau d'adduction d'air (il n'est plus protégé que par le filtre P3 équipant le masque), le salarié enlève les bottes ou surbottes,
- Dans le compartiment n° 5 ou dans la zone précédant ce compartiment, la tenue de travail est aspirée (sans l'enlever) par une seconde personne.
- Dans le compartiment n° 4, le salarié douche sa tenue de travail complètement et son masque de protection respiratoire.
- Dans le compartiment n° 3, le salarié enlève les gants, la combinaison et les sous-vêtements à usage unique mais conserve son masque,
- Dans le compartiment n° 2, le salarié se mouille le corps, douche son masque puis l'ôte et le nettoie soigneusement sous la douche. Il prend ensuite une douche corporelle. Selon les spécifications techniques, le filtre de l'appareil à adduction d'air est retiré et jeté dans le compartiment n° 3.
- Dans le compartiment n° 1, le salarié se sèche à l'aide de serviettes propres dont la fourniture et la gestion sont assurées par l'employeur. Il revêt sa tenue de récupération (survêtement, peignoir).
- Dans la zone de récupération, il range son masque.

→ Responsable de sas

Lorsque l'installation de décontamination est raccordée directement à l'enceinte de travail, une personne doit être présente en permanence à l'extérieur de la zone de travail ; elle doit en particulier :

- gérer et enregistrer les entrées et sorties ;
- vérifier qu'il n'entre que des personnes autorisées et correctement protégées ;
- assurer la surveillance et le réglage éventuel de l'ensemble des matériels extérieurs participant au bon fonctionnement du chantier : armoires électriques, compresseurs d'air respirable, extracteurs, chauffage installation de décontamination, appareil de mesure de dépression, etc. ;
- être en liaison avec le responsable de l'équipe à l'intérieur de la zone de travail ;
- assurer l'approvisionnement en matériels et matériaux à l'entrée de l'installation de décontamination ;



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 39

Nettoyage des EPI sous la douche

- assurer l'approvisionnement en filtres de toutes natures, serviettes, etc. ;
- assurer la maintenance de l'installation de filtration des eaux, si elle se trouve à proximité ;
- tenir les registres de toutes natures ;
- vérifier l'état et le fonctionnement des appareils de protection respiratoire et la recharge des batteries ;
- organiser les secours en cas de besoin ;
- assurer la gestion des déchets ;

Ce poste est confié à une personne désignée par l'employeur, compétente et formée.

Il doit être intégré à l'organisation générale du chantier.

8.5. Fiche technique 5 : travaux de retrait

Les techniques d'enlèvement sont choisies de façon à :

- limiter l'exposition des travailleurs aux FCR pendant les travaux de retrait et nettoyage ;
- réduire au niveau le plus faible possible l'émission de fibres dans l'environnement du chantier ;
- faciliter l'enlèvement des débris et l'élimination des FCR, en fonction de la nature et de la géométrie du support ;
- réduire à un niveau acceptable la charge physique des salariés compte tenu de la pénibilité et des contraintes de ces chantiers.

Ces techniques sont variées :

- grattage manuel en phase humide ou, exceptionnellement, à sec pour des surfaces limitées ;
- démontage de blocs ;
- enroulement de nappe ;
- aspiration ;
- etc.



© Gaël Kerbaol/INRS

Figure 40

Système de fixation de nappes de FCR à l'intérieur d'un four

Sauf exception et quelle que soit la technique choisie, l'enlèvement est effectué après imprégnation/humidification la plus complète possible du matériau.

L'emploi de techniques d'enlèvement sous haute pression provoque l'émission de grandes quantités de fibres sous l'impact des gouttes d'eau ou sous l'effet de la projection de gros débris qui se désagrègent au contact des parois ou du sol. Des boues, qui doivent être retraitées, sont également formées par excès d'eau. Ces techniques doivent donc être évitées.

Lors de l'utilisation d'un liquide d'imprégnation, la formation de boues par excès d'eau doit être évitée. Le produit d'imprégnation peut être coloré pour permettre de contrôler qu'il a bien pénétré à cœur les FCR. Lors de son séchage, il ne doit ni durcir ni polymériser, afin de ne pas emprisonner ou coller des particules de FCR sur les supports.

Une imprégnation bien maîtrisée permet d'abaisser de manière significative le degré d'empoussièrement.

Les matériaux retirés doivent être manipulés avec précaution. Les sacs de récupération des déchets doivent être placés à proximité immédiate de l'opérateur pour limiter au maximum les manipulations ou transports pouvant libérer des fibres.

Une attention particulière doit être portée à la phase brossage des supports qui génère beaucoup de poussières lorsque celle-ci est réalisée à sec. Il est recommandé de réaliser ces opérations avec aspiration à la source ou après humidification.

L'entreprise, avant de décider l'emploi d'une technique, doit en évaluer les risques :

a) pour les salariés :

- niveau d'efficacité des protections respiratoires (en fonction de l'empoussièrement du chantier),
- conditions de travail aggravées par des postures de travail inconfortables (couché, accroupi, etc.),
- risque de troubles musculosquelettiques des membres supérieurs,
- risque lié à la présence de silice, au défaut d'oxygène en espace confiné,
- conditions de manutention des déchets liquides, des boues,
- etc. ;



© Gael Kerbaol/INRS

Figure 41

Installation de production d'air comprimé

b) pour l'environnement du chantier :

- rejets d'eau polluée à l'extérieur du chantier,
- rupture de confinement, projection de FCR à l'extérieur de la zone confinée,
- mauvais conditionnement des déchets.

Cas particulier du retrait à sec

Le retrait de FCR à sec provoque un empoussièrément qui peut atteindre plusieurs dizaines de fibres/cm³. Lorsque cette technique doit être utilisée (présence de matériels électriques, problèmes de corrosion, température intérieure encore élevée, etc.), les surfaces traitées sont limitées aux surfaces les plus réduites possible.

Les déchets doivent être conditionnés immédiatement afin d'éviter l'émission de fibres.

8.6. Fiche technique 6 : évacuation des déchets de la zone de travail

Les déchets produits pendant les différentes phases de réalisation des travaux de retrait ou de FCR sont triés, conditionnés et évacués de la zone de travail au fur et à mesure de leur production.



© Gael Kerbaol/INRS

Figure 42

Tunnel déchets et zone de stockage des déchets

Dans la zone de travail, les déchets non décontaminables sont conditionnés dans des emballages (sacs, housses) transparents, résistants et rendus étanches. Les dimensions des conditionnements sont adaptées aux dimensions des compartiments du tunnel.

Pour les déchets volumineux, un sas déchets spécifique doit être mis en place. Ses dimensions et les moyens de manutention sont adaptés aux déchets à évacuer. L'analyse de risques du chantier tient compte de cette particularité pour garantir la ventilation correcte du chantier.

Lorsque les déchets sont évacués par le tunnel de décontamination du personnel, la même procédure que pour la décontamination du personnel doit être respectée. Le nettoyage des compartiments de ce tunnel devra être achevé avant que le personnel ne se décontamine.

Pour limiter le transfert de pollution, l'évacuation des déchets devrait être menée avec la participation conjointe de trois groupes de salariés :

- les travailleurs qui transfèrent les déchets de l'intérieur de la zone au tunnel. Ils ne doivent pas pénétrer à l'intérieur de l'installation de décontamination. Avant d'y déposer les déchets et matériels à décontaminer, ils procèdent à un dépoussiérage par aspiration ;
- une personne qui doit être affectée en poste fixe au niveau du compartiment de douchage ;
- un salarié qui réceptionne les déchets après lavage et met en place leur deuxième emballage avant leur évacuation et leur dépose dans l'emballage de transport. Il doit aussi porter des EPI (combinaison, masque et gants) afin de pallier tout risque d'exposition en cas d'incident pouvant être à l'origine d'une dispersion de déchets contenant des FCR.

À l'extérieur, les sacs contenant les déchets sont transportés jusqu'aux GRV, eux-mêmes placés dans un local fermé, une benne, un conteneur ou sur une zone à accès réglementé en attente d'être transportés.

Le principe d'évacuation des déchets décrit ci-dessus est applicable aux déchets décontaminables, c'est-à-dire aux déchets non emballés qui après douchage ne présentent plus de possibilité d'entraîner une pollution.

8.7. Fiche technique 7 : nettoyage

Lorsque la totalité des travaux de retrait est réalisée et que les déchets sont évacués, un nettoyage soigné de la zone confinée, maintenue en dépression, est effectué selon l'ordre établi ci-dessous.

a) Aspiration de la totalité des surfaces, matériels utilisés pour les travaux et équipements restés en zone à l'aide d'aspirateurs munis de filtres à très haute efficacité et d'embouts d'aspiration adaptés au nettoyage des diverses surfaces. Les matériels de l'entreprise qui ne sont pas dépollués et qui seront employés dans une autre zone confinée sont conditionnés et évacués de la zone comme s'il s'agissait de déchets, identifiés et mis dans des caisses de transport.

b) Contrôle visuel des films en matière plastique afin de procéder à la réparation de déchirures ou de décollements survenus pendant les travaux et non encore réparés.

c) Contrôle visuel de toutes les surfaces et en particulier des endroits difficiles d'accès ou de nettoyage : angles, supports de matériels, espaces entre des équipements et les cloisons, etc. Ce contrôle visuel est destiné à vérifier l'absence de résidus de FCR.

d) Lavage à l'eau des parois et équipements sur lesquels les FCR ont été retirées, si c'est techniquement possible, ainsi que des films en matière plastique et des matériels ayant été utilisés pendant les travaux (échafaudages, circulateurs, etc.). Les eaux de lavage sont filtrées avant leur rejet.

e) Pulvérisation d'un produit fixateur (surfactant) sur les films plastiques afin d'éviter la remise en suspension de fibres résiduelles, lors de leur dépose. Cette pulvérisation ne doit pas être effectuée sur les parois traitées. L'utilisation de ces produits peut fixer de nombreuses fibres sur les parois et en outre présenter des problèmes de compatibilité et donc d'accrochage des matériaux de remplacement des FCR.

f) Dépose de la première couche de film en matière plastique après le lavage (avant séchage) ou le surfactage (après séchage du fixateur) ; cette couche est conditionnée et évacuée de la zone de travail comme un déchet contaminé.

g) En cas de constatation de déchirures ou de décollements dans le premier film, on peut affirmer que le second film en matière plastique (restant en place) est pollué. En conséquence, sa dépollution dans les conditions indiquées ci-avant est indispensable, après réparation des déchirures et décollements.

Après ce nettoyage, afin de garantir la bonne exécution des travaux, il est suggéré à l'entreprise qui effectue les travaux de retrait de FCR de réaliser un ou des prélèvement(s) afin de vérifier la teneur en fibres résiduelles dans l'atmosphère de la zone confinée, de rechercher, le cas échéant, les sources de pollution de la zone, de mettre en œuvre les dispositions qui s'avèrent nécessaires : nettoyage, nouvelles mesures d'empoussièrement, etc.

Lorsque la zone est déclarée propre par l'entreprise, le maître d'ouvrage, le donneur d'ordre ou leur représentant effectue le contrôle visuel des surfaces traitées et fait reprendre, le cas échéant, les zones laissant apparaître des résidus de FCR. La dernière couche de film en matière plastique est déposée progressivement, panneau par panneau, les extracteurs étant toujours en fonctionnement.

h) En cas de perforation ou de décollement des deux couches de films en matière plastique, des fragments de FCR ont pu s'infiltrer derrière les films. On procède alors à un nettoyage des surfaces concernées, après le retrait des films.

En règle générale, après la fin de ce nettoyage, les filtres des aspirateurs et les filtres primaires et secondaires des extracteurs sont retirés et remplacés par des filtres neufs en respectant les prescriptions du constructeur et par une personne ayant reçu la formation indispensable pour le faire. Les filtres à très haute efficacité sont remplacés si nécessaire. Dans le cas où cette opération a lieu dans un autre local dépendant par exemple de l'entreprise qui effectue les travaux, des précautions particulières (emballage, protections mécaniques, etc.) sont mises en œuvre pour le transport et le stockage, ainsi que dans les locaux concernés.

8.8. Fiche technique 8 : restitution de la zone

L'entreprise et le donneur d'ordre peuvent décider avant le début des travaux du niveau de concentration en FCR à atteindre à la fin des travaux, au moment de la restitution. Cette valeur doit être inférieure à la valeur limite d'exposition professionnelle. Il est recommandé qu'elle soit inférieure ou égale à la valeur mesurée dans des conditions similaires avant le début des travaux.

Les **cas d'école** présentés ci-dessous sont des exemples de bonnes pratiques recommandées dans les situations décrites. Les solutions proposées seront ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation précise et de l'évaluation des risques qui aura été faite.

Cas d'école 1

Opération de retrait de FCR sur les portes d'un four

→ **Objectif**

Démolition d'un garnissage réfractaire avec présence de FCR au niveau des portes du four. Le but de ce retrait de garnissage est de recréer des portes dans le four. Il s'agit d'un four de pétrochimie de dimensions en mètres $L \times l \times h = 21 \times 7 \times 8$.

→ **Déroulement des travaux**

Cinq personnes travaillent pendant 20 heures réparties sur 2,5 jours.

Isolement, calfeutrement, confinement statique de la zone de travail

- Isolement de la zone de travail par des films plastiques (sol, plafond, parois). Le volume confiné est de $L \times l \times h = 8 \times 7 \times 8 = 448 \text{ m}^3$.
- Mise en place d'un tunnel à trois compartiments comme seul accès à la zone de travail.

Confinement dynamique

- Mise en place d'un extracteur équipé de filtre à très haute efficacité (débit nominal $800 \text{ m}^3/\text{h}$).
- Réalisation d'un test de fumée pour vérifier l'étanchéité et la ventilation de la zone de travail.

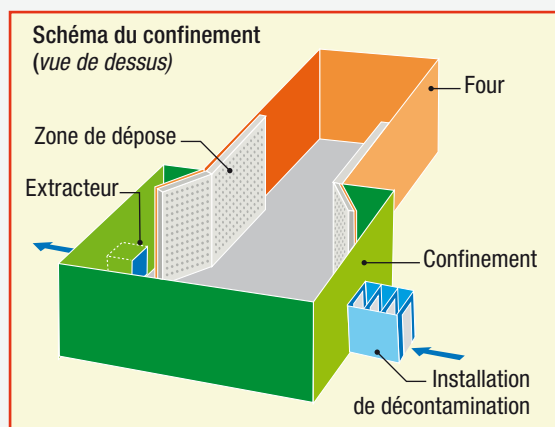


Figure 43

Retrait de FCR au niveau des portes d'un four

Nettoyage des matériels à évacuer

La phase de nettoyage des matériels à évacuer est sans objet. Les matériels restant en place (parois de four sans réfractaire, au droit du confinement) sont nettoyés par aspiration avant la mise en place du confinement.

Travaux de retrait

- Humidification des matériaux par pulvérisation.
- Dépose manuelle en évitant de détériorer les éléments.
- Conditionnement en sacs plastiques au fur et à mesure de la dépose.

Protection individuelle

Pendant toute l'opération, le personnel est équipé d'un masque complet filtrant à ventilation assistée TM3P. Chaque opérateur porte également une combinaison jetable de type 5, étanche aux poussières, avec capuche, des gants jetables. Une pause d'une demi-heure est organisée toutes les deux heures.

Évacuation des déchets de la zone de travail

Les sacs sont amenés jusqu'au sas, où ils sont dépoussiérés par aspiration puis emballés dans un second sac. Les déchets ainsi conditionnés sont mis dans des grands récipients pour vrac (GRV) à proximité du chantier. Ces GRV, posés sur palette, pourront ensuite être évacués.

Nettoyage

La surface intérieure de la zone de travail (films et parois du four) est nettoyée avec un aspirateur équipé de filtre à très haute efficacité.

Restitution de la zone

Le chef d'équipe vérifie visuellement que l'ensemble des surfaces est nettoyé, par exemple en observant les parois en lumière rasante.

Les films sont déposés puis conditionnés comme des déchets contaminés. L'extracteur est arrêté puis le sas est démonté et retiré.



Figure 44

Porte d'un four

Opération de retrait de FCR sur la voûte d'un four

→ Objectif

Dépose de FCR sur toute la voûte d'un four. Cette opération est réalisée dans le cadre de la réfection complète de la voûte (dimensions du four en mètres L x l x h = 20 x 15 x 4).

→ Déroulement des travaux

Quatre personnes travaillent exclusivement sur l'enlèvement des FCR pendant trois semaines.

Isolement, calfeutrement, confinement statique de la zone de travail

- Délimitation d'une zone autour du four. Elle est interdite d'accès aux autres corps d'état pendant ces travaux.
- Occultation des ouvertures du four (brûleurs, regards...), à l'exception des portes d'accès et du conduit de cheminée.
- Pose de deux couches de film plastique de protection sur la sole du four, sur les parois et sur des structures provisoires autour des portes (travées d'échafaudage montées pour l'occasion).
- Mise en place d'un tunnel à cinq compartiments pour les opérateurs et d'un tunnel pour le matériel et les déchets.

Confinement dynamique (extracteurs) ; test de fumée

- Mise en place de deux extracteurs de 5 000 m³/h au droit des trous d'homme, à l'opposé de l'entrée. L'un est en fonctionnement permanent, l'autre en position « secours ».

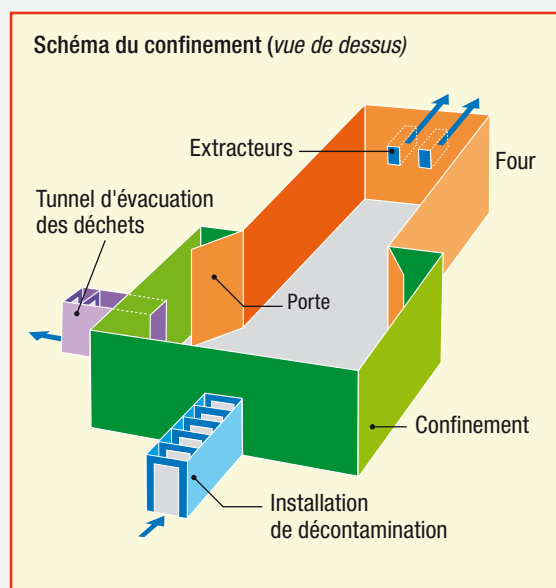


Figure 45

Retrait de FCR sur la voûte d'un four

- Réalisation d'un test de fumée pour vérifier l'étanchéité et la ventilation de la zone de travail.

Travaux de retrait

À partir d'un échafaudage :

- Humidification des matériaux.
- Dépose des blocs de fibres céramiques réfractaires.
- Conditionnement en sac plastique au fur et à mesure de la dépose.

Protection individuelle

Pendant les phases de dépose et de nettoyage après travaux, les opérateurs sont équipés d'un masque complet à adduction d'air car le niveau d'empoussièremment attendu peut dépasser 6 f/cm³. Pendant les phases de préparation, un masque complet filtrant à ventilation assistée TM3P est utilisé. Chaque opérateur porte également une combinaison jetable de type 5, étanche aux poussières avec capuche, des gants jetables.

Une pause d'une demi-heure est organisée toutes les deux heures. La durée de la pause sera augmentée en fonction de la température dans la zone.

Évacuation des déchets de la zone de travail

Les déchets sont évacués par le tunnel spécifique prévu pour les déchets, dans lequel chaque sac est douché puis reconditionné dans un second sac. En dehors de la zone de travail, ils sont mis en GRV sur palette puis évacués de l'atelier au tire-palette.

Nettoyage

Toutes les parois de la zone de travail (voûte déshabillée et films plastiques) sont nettoyées avec un aspirateur équipé de filtre à très haute efficacité. Les surfaces de film plastique sont aussi nettoyées à l'humide. Le matériel utilisé à l'intérieur du four (échafaudage...) est évacué par le sas matériel/déchets où il est décontaminé avant son évacuation à l'extérieur.

Restitution de la zone

- Examen visuel par le responsable de chantier, qui vérifie en lumière rasante que toutes les surfaces ont été nettoyées.
- Dépose de la première peau de confinement.
- Prélèvement et analyse en microscopie pour s'assurer que la zone a été correctement assainie et peut être restituée aux autres équipes.
- Dépose de la seconde peau de confinement, réouverture des orifices.

Les **cas d'école** présentés ci-dessous sont des exemples de bonnes pratiques recommandées dans les situations décrites. Les solutions proposées seront ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation précise et de l'évaluation des risques qui aura été faite.

Cas d'école 3

Préparation d'un sous-ensemble d'isolation (par exemple linteau de porte de four)

→ Objectif

L'opération consiste à :

- découper des nappes aux dimensions requises ;
- empiler ces nappes prédécoupées sur un support en acier ;
- mettre l'ensemble des nappes en compression ;
- stocker le sous-ensemble avant sa mise en place dans le four.

La durée des travaux est de l'ordre de deux à trois heures.

→ Déroulement des travaux

Les mesures de prévention à mettre en œuvre consistent à :

- déconditionner la nappe sur une table aspirante (longueur 3 m, profondeur 1 m) munie d'une aspiration frontale ;
- découper la nappe avec un outil manuel (couteau ou cutter), sur la table ventilée ;
- enfermer les déchets au fur et à mesure de leur production dans une poubelle ventilée ;
- emballer les nappes dans un film plastique étanche ;
- nettoyer l'emballage et le poste de travail avec un aspirateur équipé de filtre à très haute efficacité ;
- apposer une étiquette « Contient des FCR » ;
- stocker dans un local fermé.

L'empilement des nappes et la mise sous pression seront réalisés dans une zone dédiée (cf. cas d'école n° 5).

La table aspirante doit respecter les principes de ventilation, notamment l'encoffrement maximum de la zone de travail. Compte tenu de la faible vitesse d'émission, une vitesse de captage de 0,5 m/s au point d'émission du polluant est suffisante.

Chaque fois que cela est possible, il convient d'utiliser des pièces prédécoupées et préemballées, ce qui évite des découpes *in situ* dans des conditions parfois difficiles.

Protection individuelle

Le personnel est équipé d'une combinaison à usage unique à capuche de type 5, de gants et d'un masque complet à ventilation assistée TM3P choisi conformément au tableau de la **figure 24**.

En fonction de l'évaluation des risques et de l'empoussièrément attendu, les opérations d'assemblage seront réalisées en adduction d'air.



Figure 46

Table aspirante



Figure 47

Mise en place du couvercle d'une poubelle aspirante

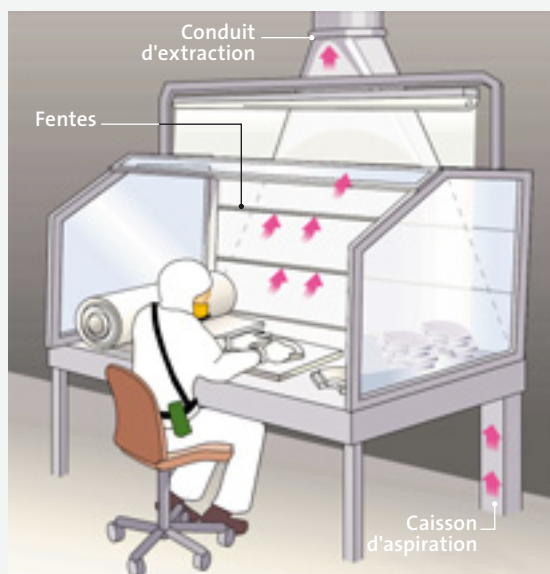


Figure 48

Schéma d'une table aspirante

Mise en place de l'isolation dans un four industriel sur site

→ Objectif

Mise en place de nappes, blocs, panneaux de FCR sur la voûte, les parois, la sole d'un four de dimensions intérieures en mètres L x l x h = 5 x 2 x 2.

→ Déroulement des travaux

Isolement, calfeutrement, confinement statique de la zone de travail

- Délimitation d'une zone autour du four. Elle est interdite d'accès aux autres corps d'état pendant ces travaux.
- Occultation des ouvertures du four (brûleurs, regards...), à l'exception des portes d'accès et du conduit de cheminée.
- Pose de deux couches de film plastique de protection sur des structures provisoires autour des portes (travée d'échafaudage montée pour l'occasion).
- Mise en place d'un tunnel à trois compartiments pour les opérateurs.

Confinement dynamique ; test de fumée

- Mise en place d'un extracteur dans la zone confinée, dimensionné selon le volume à traiter.
- Réalisation d'un test de fumée pour vérifier l'étanchéité et la ventilation de la zone de travail.

Travaux

- Prédécoupage de la protection des blocs (film ou carton).
- Positionnement des blocs fibreux pré-équipés de leur système de fixation, en assurant un tassement contre les blocs fibreux déjà posés (but : limitation du retrait à température). *Nota : Cette opération peut prendre différentes formes en fonction du type de produit.*
- Maintien du bloc en position pendant la soudure du goujon de fixation à la carcasse.
- Retrait de la protection unitaire de chaque bloc (film plastique).
- Mise en place de nappes entre les rangées de blocs tassés au préalable.
- Découpe d'extrémités ou de trous de passage (brûleurs, cheminée, piquages pour pyrométrie...).
- Brumisation intérieure avant damage.
- Damage final assurant un tassement régulier.

Évacuation des déchets de la zone de travail

Les sacs sont amenés jusqu'au sas, où ils sont dépoussiérés par aspiration puis emballés dans un second sac. Les déchets ainsi conditionnés sont mis en GRV à proximité du chantier. Ces GRV, posés sur palette, pourront ensuite être évacués.

Les surplus sont réemballés, dépoussiérés par aspiration, douchés puis évacués vers une zone de stockage.

Nettoyage

La surface intérieure de la zone de travail (films et parois du four) est nettoyée avec un aspirateur équipé de filtre à très haute efficacité.

Restitution de la zone

Les films sont déposés puis conditionnés comme des déchets contaminés. L'extracteur est arrêté puis le sas est démonté et retiré.

Protection individuelle

Les opérateurs sont équipés d'une combinaison à usage unique à capuche de type 5, de gants et d'un masque complet à ventilation assistée TM3P.

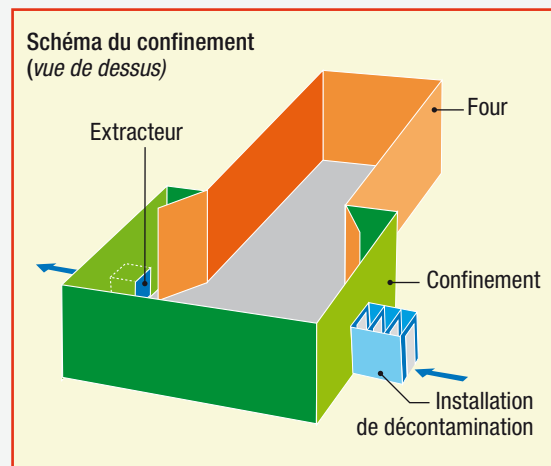


Figure 49

Mise en place de l'isolation d'un four



Figure 50

Garnissage de la paroi interne d'un four industriel avec des modules en FCR

Le **cas d'école** présentés ci-dessous est un exemple de bonnes pratiques recommandées dans les situations décrites. Les solutions proposées seront ajustées, combinées ou adaptées en fonction de chaque situation précise et de l'évaluation des risques qui aura été faite.

Cas d'école 5

Opérations régulières de pose de matériaux d'isolation en atelier (exemple : fours construits en atelier puis livrés)

→ Objectif

Les opérations à effectuer sont identiques à celles décrites dans l'objectif du cas d'école n° 4. Une zone d'atelier, dédiée aux opérations FCR, a été spécifiquement aménagée pour réaliser ces interventions. Les installations sont fixes.

→ Déroulement des travaux

Isolement, calfeutrement, confinement statique de la zone de travail

- Aménagement d'une zone fixe et rigide pour séparer complètement la zone de traitement des zones avoisinantes.
- Construction d'une porte de dimensions suffisantes pour permettre le passage des matériels nécessaires aux travaux dans la zone. Cette porte sera ouverte lorsque la zone sera réputée propre. Des moyens de manutention mécaniques peuvent être installés à demeure dans la zone.
- Mise en place d'un tunnel à trois compartiments pour le personnel. Il pourra également servir à l'évacuation des déchets.
- Calfeutrement en rendant la zone la plus étanche possible.
- Pose de films plastiques sur les parois, le sol et les matériels restant en zone pour limiter la pollution et faciliter le nettoyage ultérieur.

Confinement dynamique ; test de fumée

Deux extracteurs sont mis en place de préférence à l'opposé du tunnel d'accès. L'un est en fonctionnement permanent, l'autre en position « secours ». Un test de fumée est réalisé pour vérifier l'étanchéité et la ventilation de la zone de travail.

Travaux

- Mise en place des FCR dans ou sur le support à garnir (carcasse de four...).
- Découpe (ajustement), perçage, damage.
- Application de *coating*.
- Préparation de l'installation des équipements du four.
- Manutention d'éléments contenant des FCR.

Après chacune de ces opérations ou à chaque fin de poste, la zone de travail est nettoyée à l'aide d'un aspirateur équipé de filtres THE ou à l'humide si cela est techniquement possible.

À la fin des travaux d'isolation, le four est nettoyé par aspiration puis transporté hors de la zone.

Protection individuelle

Les opérateurs sont équipés d'une combinaison à usage unique à capuche de type 5, de gants et d'un masque complet à ventilation assistée TM3P ou à aduction d'air en fonction des facteurs de protection requis (voir tableau de la [figure 24](#)).

Évacuation des déchets de la zone de travail

Les sacs contenant les déchets sont évacués par le sas personnel. Ils sont dépoussiérés par aspiration puis emballés dans un second sac. Les déchets ainsi conditionnés sont mis en GRV à proximité de l'atelier. Ces GRV, posés sur palette, pourront ensuite être évacués.

Les produits non utilisés sont réemballés. Les emballages sont dépoussiérés par aspiration puis stockés dans la partie réservée au stockage de la zone FCR.

Nettoyage final

La surface intérieure de la zone aménagée (films et parois) est nettoyée, à la sortie du matériel, avec un aspirateur équipé de filtre THE, afin de limiter la pollution ultérieure.



Figure 51

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



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 Fibral	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 Fibral	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 sur un chantier

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 ? Comment sont-ils disposés ? Quel est leur mode de fixation ?

Configuration du chantier

- Quelle est la taille de l'équipement ?
- Quelles sont les surfaces concernées par l'opération ?
- Certains éléments (porte, wagon...) sont-ils démontables ou transportables ?
- Quels sont l'environnement de l'équipement et son accessibilité ? Des équipements connexes en fonctionnement sont-ils présents ?
- Quelles sont les possibilités d'isolement du chantier ?

2. Mesures organisationnelles et hygiène

- Quelle est la durée prévisionnelle du chantier ?
- 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 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 retrait

Nettoyage préalable

- Le nettoyage préalable de la zone de travail et des structures est-il nécessaire ?

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

- Un système de ventilation locale peut-il être installé dans le chantier ?
- Un groupe mobile de captage peut-il être placé près des sources d'émission ?
- 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 ?
 - être portés pendant de longues périodes, si nécessaire ?
 - 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 ?
- La société de nettoyage des vêtements est-elle informée de la présence de FCR sur les vêtements ?
- Un aspirateur à filtre à très haute efficacité est-il mis à disposition pour le dépoussiérage des vêtements ?

6. Information et formation des opérateurs

- L'ensemble des opérateurs intervenant sur le chantier ont-ils été informés des risques potentiels associés aux matériaux présents ?
- Les opérateurs ont-ils eu communication des notices de poste ?
- 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 de FCR sur chaque poste exposé est-elle réalisée au minimum annuellement par un laboratoire accrédité ?
- La stratégie de prélèvement a-t-elle été établie par le laboratoire accrédité après consultation du chef d'entreprise, du médecin du travail et du CHSCT ?
- Des prélèvements d'ambiance sont-ils envisagés dans l'environnement du chantier ?
- 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 sûr ?
- Un bordereau de suivi des déchets dangereux (BSDD) accompagne-t-il les déchets ?
- La mise en décharge des déchets est-elle effectuée conformément à la réglementation en vigueur ?

Annexe 3

➤ Aide à la substitution des FCR dans les fours et appareils de combustion. Tableau extrait de l'annexe 1 du TRGS 619¹⁵

Évaluation des possibilités de substitution des FCR dans l'isolation thermique de fours et appareils de combustion, notamment à des températures d'application supérieures à 900 °C

Paramètres techniques	Conditions d'application	Briques / Masses		Composition des produits	
		D'un poids léger	Denses	Laine AES	FCR
1. Température d'utilisation (°C)		Jusqu'à 1 900	Jusqu'à 2 000	500 à 1 200	600 à 1 400
2. Température de classification (°C)		Jusqu'à 1 900	Jusqu'à 2 000	1 050 à 1 260	1 260 à 1 430
3. Conductivité thermique (W / mK)		0,2 jusqu'à 15,0 à 1 100 °C en fonction de la densité		(Par ex. 0,31 à 1 000 °C et densité de 128 kg / m ³)	
4. Point de fusion (°C)		1 100-2 600		> 1 400	> 1 720
5. Densité (kg / m³)		700-1 500	1 500-3 500	60-300	60-300
6. Tenue mécanique					
6.1. Requis		+/-	++	-	-
6.2. Résilience					
a) État neuf		Non disponible		+	++
b) Après traitement thermique		Non disponible		-	++
c) Joints de dilatation		Requis		Non requis	
6.3. Vibrations		-	-	+	++
6.4. Vitesse des gaz > 40 m/s		++	++	-/+	+/-
7. Tenue aux changements de température		+/-	-/+	+	++
8. Utilisation dans des fours haute température					
8.1. Atmosphère dans le four					
- Neutre / Oxydante		++	++	+	+
- Réductrice		++	++	+/-	+/-
- Humidité / Condensation / Eau de cristallisation		++	++	-/+	+
8.2. Utilisation continue					
- Électrique, sans chimie ¹		++	++	++	++
- Électrique, avec chimie ²		+/-	+	+/-	+/-
- Gaz, sans chimie		++	++	+	++
- Gaz, avec chimie		+/-	+	-/+	+/-
- Fioul (fioul extra léger)		+	+	+	+
- Fioul (fioul lourd)		-/+	-/+	-	-

Légende : ++ Très adapté
 + Adapté
 +/- Pas toujours adapté
 -/+ Incertain
 - Non adapté

1. Sans chimie : Sans propriétés corrosives de la matière combustible.

2. Avec chimie : Avec propriétés corrosives de la matière combustible.

15. «Technische Regeln für Gefahrstoffe 619 (TRGS 619), Substitution für Produkte aus Aluminiumsilikatwolle, Substitution des produits en laines d'aluminosilicate», Gemeinsames Ministerialblatt, février 2007, p. 454.



Paramètres techniques	Conditions d'application	Briques / Masses		Composition des produits	
		D'un poids léger	Denses	Laine AES	FCR
8.3. Utilisation cyclique					
– Électrique, sans chimie ¹		+	+/-	+/-	+
– Électrique, avec chimie ²		+/-	-/+	-/+	+/-
– Gaz, sans chimie		+	+/-	+/-	+
– Gaz, avec chimie		+/-	-/+	-	+/-
– Fioul (fioul extra léger)		+	+/-	-/+	+
– Fioul (fioul lourd)		Aucune utilisation			
9. Critères de rentabilité et de protection environnementale					
9.1. Frais d'investissement		Très défavorable	Très défavorable	Favorable	Favorable
9.2. Économie d'énergie		Très défavorable	Défavorable	Très favorable	Très favorable
9.3. Émissions CO ₂ /NOX		Défavorable	Défavorable	Très favorable	Très favorable
9.4. Flexibilité des installations		Très défavorable	Défavorable	Favorable	Favorable
9.5. Productivité		Très défavorable	Très défavorable	Favorable	Favorable
9.6. Durée de vie		Très défavorable	Défavorable	Favorable	Favorable
9.7. Entretien / Réparation		Très défavorable	Très défavorable	Favorable	Favorable
10. Instructions à observer pour l'utilisation de briques / masses réfractaires isolantes ou de laines hautes températures					
10.1. Génération de poussière					
– À l'état neuf		Faible	Faible	Moyen	Moyen
– Après traitement thermique		Moyen	Moyen	Élevé	Élevé
– Au démontage		Élevé	Élevé	Élevé	Élevé

Légende : ++ Très adapté
 + Adapté
 +/- Pas toujours adapté
 -/+ Incertain
 - Non adapté

1. Sans chimie : Sans propriétés corrosives de la matière combustible.
 2. Avec chimie : Avec propriétés corrosives de la matière combustible.

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
BSDD	Bordereau de suivi des déchets dangereux
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
GRV	Grand récipient pour vrac appelé aussi <i>big-bag</i>
IHCP	Institute for Health and Consumer Protection
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
MOCP	Microscopie optique à contraste de phase
OMS	Organisation mondiale de la santé
TFP	Technical Fibre Products
THE	Très haute efficacité
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle

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 Xaintrailles
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. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@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

Les fibres céramiques réfractaires (FCR) sont employées ou ont été employées notamment pour l'isolation et la protection thermique de fours industriels, de hauts-fourneaux, de moules de fonderie, etc. En milieu industriel, les secteurs de l'acier et des métaux non ferreux, du verre et de la céramique, des tuiles et briques, de la chimie et de la pétrochimie et de l'énergie sont par exemple concernés.

Ces fibres classées cancérigènes possibles pour l'homme doivent faire l'objet de règles particulières de prévention.

Ce document est destiné à informer et à donner des réponses pratiques de prévention pour la réalisation de travaux d'isolation ou de protection thermique en milieu industriel mettant en œuvre des fibres céramiques réfractaires (FCR). Il concerne en particulier les opérations de retrait de FCR, de pose ou de maintenance lourde.

Il s'adresse à la totalité des acteurs impliqués dans une opération de traitement de FCR (maîtres d'ouvrage, donneurs d'ordre, maîtres d'œuvre, entreprises, employeurs, médecins du travail, salariés, préventeurs, CHSCT, etc.).



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 6085

1^{re} édition • avril 2011 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1878-9