

Université Catholique de Louvain
Faculté de Médecine
Ecole de Santé Publique
Centre de Médecine et Hygiène du Travail



Exposition aux fibres céramiques réfractaires chez les Maçons-Fumistes.

Dr Mostosi Christian

Etude de poste réalisée en vue de l'obtention du
Master Complémentaire en Médecine du Travail

Promoteur : Prof. Dominique Lison

Année académique 2012 – 2013

Remerciements

Mes vifs remerciements vont :

A la Direction de l'entreprise, le Conseiller en Prévention et les Chefs de chantiers pour leur étroite et aimable collaboration. Merci aux travailleurs de me transmettre votre passion du métier.

Au Pr. Dominique Lison d'avoir accepté d'être le promoteur de cette étude de poste et pour sa relecture attentive.

Au Dr. Michèle Verhaeren pour sa collaboration sur le site de Liège.

Au Cesi et tout particulièrement Madame Nathalie Boonen pour son aide à la recherche de documents et articles mais également pour sa relecture précieuse.

A Madame Patricia Bamps pour sa disponibilité.

A ma famille.

A Rosy et Coco !

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations	5
Lexique	7
Classifications des substances cancérogènes	9
Résumé	10
I. Introduction	11
1. Le métier de maçon-fumiste	11
2. L'entreprise	11
3. Raisons de l'étude	12
II. Description de l'activité	13
1. Fumisterie en sidérurgie	14
2. Fumisterie en cokerie	20
3. Fumisterie en verrerie	26
4. Chantiers de béton coulé	32
5. Chantiers divers	34
6. Gunitage	43
III. Produits et matériaux	47
IV. Analyse de risques	48
V. Les fibres céramiques réfractaires (FCR)	52
5.1. Introduction	52
5.2. Toxicité	56
5.3. Exposition	58
5.4. Étiquetage	62
5.5. Gestion des déchets	63

5.6. Substitution des FCR	63
5.6.1. Les fibres de silicate alcalino-terreux (FSAT)	64
5.6.2. Les fibres en contenu élevé en alumine et faible en silice	65
5.7. Amiante	66
5.8. Nanofibres	66
VI.Exposition non professionnelle : tabagisme	67
VII. Equipements de protection	68
VIII. Surveillance médicale	72
IX.Actions réalisées	78
X. Conclusions	79
XI. Bibliographie	80
XII. Annexes	86
Annexe 1 : Liste des produits et matériaux.	
Annexe 2 : Questionnaire sur les symptômes respiratoires	
Annexe 3 : Les espaces confinés	
Annexe 4 : Le travail à la chaleur	

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AP : Asthme Professionnel

ALT : Asthme Lié au Travail

AS : Anthraco-Silicose

BEI : Biological Exposure Indices

CESI : Centre de Services Interentreprises

CITP : Classification Internationale Type des Professions

CLP : Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures.

CPPT : Comité de Prévention et de Protection au Travail

CO : Monoxyde de carbone

COPREV : Association des services externes de prévention et de protection au travail

CPMT : Conseiller en Prévention – Médecin du Travail

EFR : Épreuves Fonctionnelles Respiratoires

FCR : Fibre Céramique Réfractaire

FMA : Fibre Minérale Artificielle

FSAT : Fibre de Silicate Alumino-Terreux

FVA : Fibre Vitreuse Artificielle

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

HT wool : High Temperature wool (high-alumina, low-silica wool)

IARC : International Agency for Research on Cancer

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

MF : Maçon-fumiste

MOCP : Microscopie Optique à Contraste de Phase

NACE : Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne

NS : Non Spécifié

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : Oto-Rhino-Laryngologue

TNF α : Tumor Necrosis Factor α

UE : Union Européenne

VME : Valeur Moyenne d'Exposition

VLE : Valeur Limite d'Exposition pondérée sur huit heures de travail

LEXIQUE

Alumine : oxyde d'aluminium, Al_2O_3 .

Andalousite : espèce minérale du groupe des silicates, Al_2SiO_5 , contenant des traces d'autres éléments.

Argile : roche sédimentaire composée en grande partie par des minéraux spécifiques, silicates en général d'aluminium.

Bauxite : roche caractérisée par sa forte teneur en alumine et en oxydes de fer. Principal minéral d'aluminium. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Béton : matériau de construction appelé également ciment qui sert à être coulé ou projeté.

Chamotte : argile brute cuite à haute température, broyée et tamisée pour la fabrication des briques réfractaires.

Cristobalite : minéral composé de dioxyde de silicium avec des traces d'autres éléments. Peut être formé par chauffage de fibres céramiques réfractaires à haute température ($>1000^\circ\text{C}$).

Dolomie : roche sédimentaire carbonatée composée au moins à moitié de dolomite.

Dolomite : minéral composé de carbonate de calcium et de magnésium, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, pouvant contenir des traces d'autres éléments.

Fibre : particule ayant un rapport longueur/diamètre supérieur ou égal à 3, et des côtés approximativement parallèles.

Graphite : composé de carbone, se différencie du diamant par la structure des atomes.

Kaolin : ou kaolinite, minéral composé de silicate d'aluminium hydraté, $\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$.

Magnésie : ou magnésie calcinée, correspond à l'oxyde de Mg. A ne pas confondre de la magnésie utilisée dans les milieux sportifs qui est du carbonate de calcium (magnésie blanche).

Mortier : matériau de construction utilisé pour le maçonnage des briques réfractaires.

Mullite : cristal composé de silicate d'aluminium, $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Quartz : minéral composé de dioxyde de silicium pouvant contenir des traces d'autres éléments.

Silice : forme naturelle du dioxyde de silicium, entrant dans la composition de nombreux minéraux.

Vermiculite : minéral complexe mêlant Mg, Fe, Al, Si et Ca, souvent associé dans la nature à l'amiante.

Zircone : oxyde de zirconium, ZrO_2 . A ne pas confondre avec le **zircon**, ZrSiO_4 .

CLASSIFICATIONS DES SUBSTANCES CANCÉROGÈNES

Selon l'Union Européenne (CLP)		Ancienne classification
1A	Substance dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est avéré ; la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données humaines.	1
1B	Substance dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est supposé ; la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données animales.	2
2	Substance suspectée d'être cancérigène pour l'homme.	3

Selon l'IARC	
Groupe 1	Agent cancérigène pour l'homme
Groupe 2A	Agent probablement cancérigène pour l'homme
Groupe 2B	Agent peut-être cancérigène pour l'homme
Groupe 3	Agent inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme
Groupe 4	Agent n'est probablement pas cancérigène pour l'homme

RÉSUMÉ

Le métier de maçon-fumiste (MF) étant peu connu, nous avons choisi de l'expliquer et d'illustrer la profession dans ce travail suite à l'attribution d'une telle entreprise dans notre secteur d'activités. Nous avons voulu également développer l'exposition aux fibres céramiques réfractaires (FCR), matériau très utilisé dans le secteur de l'isolation thermique industrielle.

Les FCR sont utilisées comme substitut de l'amiante. Si l'expérimentation animale sur hamsters et rats a permis de démontrer l'action cancérogène sur le tissu pulmonaire, chez l'Homme, nous ne disposons actuellement d'aucune donnée permettant de confirmer l'action cancérogène des FCR. Seule l'induction de plaques pleurales a été démontrée. Les troubles respiratoires (chute de la capacité vitale forcée, CVF et du volume expiratoire maximal en 1 seconde, VEMS) observés dans certaines études n'ont pas pu être liés à l'exposition aux FCR. Cependant, en attendant d'autres études et un recul plus important, les MF exposés aux FCR doivent bénéficier d'une surveillance médicale semblable à une exposition à l'amiante. Des substituts sont déjà utilisés mais leurs caractéristiques techniques ne sont pas satisfaisantes.

Ce travail permet de montrer l'analyse de risques établie, la surveillance médicale mise en place et les actions réalisées au sein de l'entreprise.

I. INTRODUCTION

1. Le métier de Maçon-Fumiste

Bien que dans l'argot, le terme de fumiste désigne un farceur, menteur ou encore un plaisantin [1], la définition selon le Larousse est la suivante [2] :

- Ouvrier sachant travailler la tôle, garnir un poêle à l'aide de matières réfractaires et procéder au montage des conduits de fumée ou de cheminée.
- Ouvrier qui procède à la construction d'ouvrages en terre réfractaire (fours, hauts-fourneaux, etc.).

Le maçon-fumiste (MF) est donc un ouvrier spécialisé qui **construit, répare** ou **démolit** les **revêtements réfractaires et isolants d'installations soumises à de très hautes températures** : fours, incinérateurs, chaudières et cheminées industrielles (sidérurgie, métallurgie, verrerie, cimenteries, tuileries, etc.) [3]. Le mot fumiste vient du fait que le rôle du travailleur était d'empêcher les cheminées de fumer et apparaît dans le Dictionnaire de l'Académie française en 1762 [4].

Ce métier est également associé au **briquetage** (briqueteur, poseur de briques), au **gunitage** (guniteur, projeteur de ciment réfractaire) et au **calorifugeage** (calorifugeur, monteur en isolation industrielle).

2. L'entreprise

L'entreprise, affiliée au Cesi (Centre de Services Interentreprises), pour laquelle nous organisons la surveillance médicale est composée d'un siège principal situé dans la région de Charleroi. D'autres travailleurs sont repris dans un siège à Liège, dans la région de Ciney/Dinant et enfin Mons.

Le personnel est composé de 3 cadres dirigeants, 5 chargés d'affaires, du Conseiller en Prévention (CP), l'employée administrative et 75 ouvriers dont le magasinier, les maçons-fumistes et/ou guniteurs ou ouvriers polyvalents ainsi que les responsables de chantiers.

Nous nous occupons personnellement du site de Charleroi tandis que le Docteur Michèle Verhaeren gère le siège de Liège. Les travailleurs repris dans les autres sites sont pris en charge par des médecins des centres correspondants.

3. Raisons de l'étude

Lors de l'attribution de cette entreprise dans notre secteur d'activités, il y a quelques années, il nous a fallu refaire une analyse de risques sur base des visites de lieux de travail afin de mieux comprendre les besoins et les nécessités en matière de surveillance de santé.

Ce métier étant peu connu par les Conseillers en Prévention – Médecins du Travail (CPMT), hormis ceux ayant une entreprise du secteur concerné à charge, il nous a semblé utile de décrire de manière précise et complète l'activité en question ainsi que les risques inhérents.

Cela nous permet également de nous intéresser plus particulièrement aux poussières de fibres céramiques réfractaires, fort utilisées pour l'isolation industrielle, présentes lors du travail sur chantier.

II. DESCRIPTION DE L'ACTIVITE

Précisons que ce type d'entreprise fait partie du secteur de la construction mais possède le code 43999 selon la Nomenclature européenne des activités économiques (NACE) : « Autres activités de construction spécialisées ». Cette nomenclature constitue le cadre de référence pour la production et la diffusion des statistiques relatives aux activités économiques en Europe. Les statistiques ne sont donc pas comparables au secteur de la construction classique. Nous n'avons aucune idée du nombre de MF en Belgique mais il semblerait qu'il y ait une dizaine d'entreprises possédant l'expérience en fumisterie.

Les activités de notre entreprise sont réparties en 6 secteurs différents :

1. la fumisterie en sidérurgie,
2. la fumisterie en cokerie,
3. la fumisterie en verrerie,
4. les chantiers de béton coulé,
5. les chantiers divers,
6. le gunitage.

Celles-ci sont brièvement expliquées et illustrées dans les pages suivantes.

1. Fumisterie en sidérurgie :

Il s'agit de travaux de réfection des briques réfractaires tapissant la paroi interne des poches à acier qui sont des récipients permettant de recueillir l'acier en fusion pouvant y être traité (fig. 1). Il peut s'agir, plus rarement, de travaux de réfection de poches de l'industrie du cuivre ou d'autres métaux. A l'occasion, des travaux de gunitage peuvent être réalisés pour certaines finitions ou pour une réparation provisoire. Différents types de briques existent contenant entre autre, en proportions variables, de l'alumine et de la dolomie. Celles-ci sont parfois fournies par le client ou sont commandées par l'entreprise en fonction des besoins spécifiques.

La poche doit d'abord être « décrassée » des résidus métalliques restant sur les parois, ce qu'on appelle le grapinage (fig. 2). La démolition des différentes couches de matériaux réfractaires peut ensuite commencer (fig. 3). Un tri sélectif des briques est réalisé à des fins de recyclage. Les briques ne seront cependant pas réutilisées dans les réparations. Lors de l'évacuation des déchets d'une poche, le travailleur s'expose, entre autres, aux poussières de métaux (notamment au Plomb) accumulées dans les briques tapissant la paroi du fond et aux résidus de briques réfractaires ayant subi de nombreux cycles de hautes températures. L'entreprise demande systématiquement les fiches de données de sécurité (FDS) des anciens matériaux utilisés sur les chantiers de réfection et si une exposition à l'amiante est possible. Autrefois de l'amiante était utilisé surtout dans les cordons d'étanchéité des portes. Jusqu'à présent aucune exposition à l'amiante n'a été signalée par les clients.

Les travaux s'effectuent à l'aide de tables (plan de travail), d'échafaudages traditionnels ou de type « parapluie » permettant de travailler sur toute la hauteur de la paroi ou encore à l'aide de nacelles ou simplement avec cordes et harnais dans les zones les plus inaccessibles où un échafaudage ne peut être monté (fig. 4).

Les nouvelles briques sont placées selon des plans précis afin de recouvrir les parois soumises aux hautes températures. Au besoin, elles seront sciées sur place (fig. 5). Les palettes en bois sont laissées dans les poches (fig. 6 et 7). Elles seront consumées lors du préchauffage de la poche. Celui-ci est réalisé afin d'amener les briques réfractaires à bonne température lors de la première coulée pour éviter l'éclatement causé par la différence de température.

Durant les procédures de réparation, le film plastique des palettes de briques peut s'enflammer spontanément engendrant des fumées de combustion, d'où l'intérêt d'évacuer les déchets au fur et à mesure. Des extincteurs doivent être prévus à proximité.



Fig. 1. Placement des briques réfractaires dans une poche à acier.



Fig. 2. Grapinage d'une zone de travail dans un four électrique.



Fig. 3. Démolition à l'aide d'un marteau-pic dans un four de cimenterie.



Fig. 4. Echafaudage en parapluie pour le travail en poche avec harnais de sécurité.



Fig. 5. Scie à briques.



Fig. 6. Les palettes en bois sont laissées en place à la fin du chantier (four électrique).

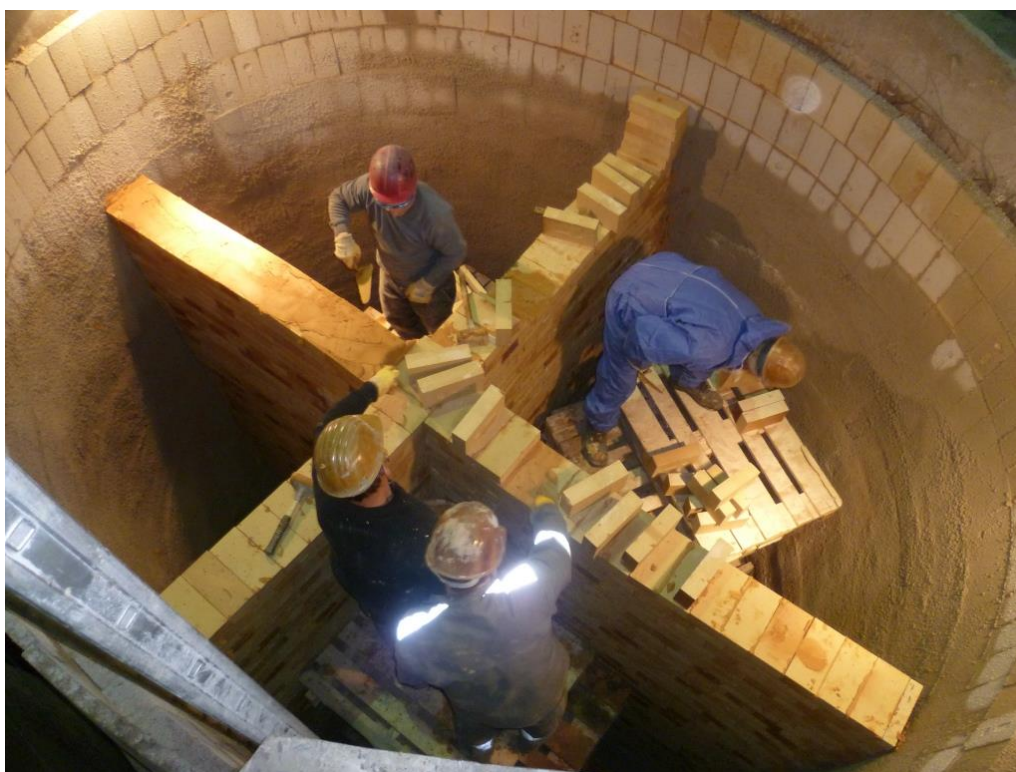


Fig. 7. Dans ce cas, les palettes ont servi de plan de travail (poche à déchets).

2. Fumisterie en cokerie :

Avant chaque début de chantier, selon les sites, des formations et examens concernant les procédures de sécurité, de manutention et d'exposition aux divers gaz doivent être passés afin d'obtenir l'autorisation d'accès pour une durée déterminée (par exemple, passeport sécurité pour 5 ans en cokerie).

Les travailleurs assurent l'étanchéité des portes de fours, la réfection ou le maçonnerie des piédroits qui sont les espaces entre les fours et composés des carneaux. Les carneaux sont des cheminées verticales utilisées dans le chauffage du four, constituées de parois de briques poreuses permettant le passage des gaz libérés lors de la réduction du charbon en coke (fig. 8 à 11). La réfection de ces structures s'effectue pendant que les autres carneaux adjacents fonctionnent. Les passages réguliers de l'enfourneuse, la défourneuse, le coke-car et les cycles d'inversion dans les galeries limitent la durée de travail des MF en cokerie.

Lors du maçonnerie à chaud, où la température peut atteindre 1600°C, les sabots en bois peuvent encore être portés, évitant que les semelles des chaussures de sécurité ne fondent sous l'effet de la chaleur (fig. 12). Toutefois, les chaussures récentes présentent des semelles plus résistantes à la chaleur.

Le travail a lieu en présence d'émanations de monoxyde de carbone (CO), de benzène et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) provenant des hauts fourneaux mais aussi des poussières de combustion environnantes (fig. 13). On sait que des émanations soufrées et ammoniacales sont également présentes en cokerie mais les travailleurs sont moins bien informés à ce sujet.

Les opérateurs sont régulièrement amenés à effectuer des soudures céramiques (oxydermie) sur certaines zones à colmater. Il s'agit d'une technique, uniquement réalisée à chaud, qui consiste à introduire un long tube muni d'un bec où on insuffle les produits

céramiques sous pression avec de l'oxygène (fig. 14). La réaction chimique se produit à haute température et la soudure se forme par durcissement des matériaux.

Du gunitage peut être réalisé à l'entrée des fours (piédroits). Le sol est souvent jonché de débris provenant des transferts de matériaux traités dans les batteries (fig. 15).



Fig. 8. Démolition de carneaux.

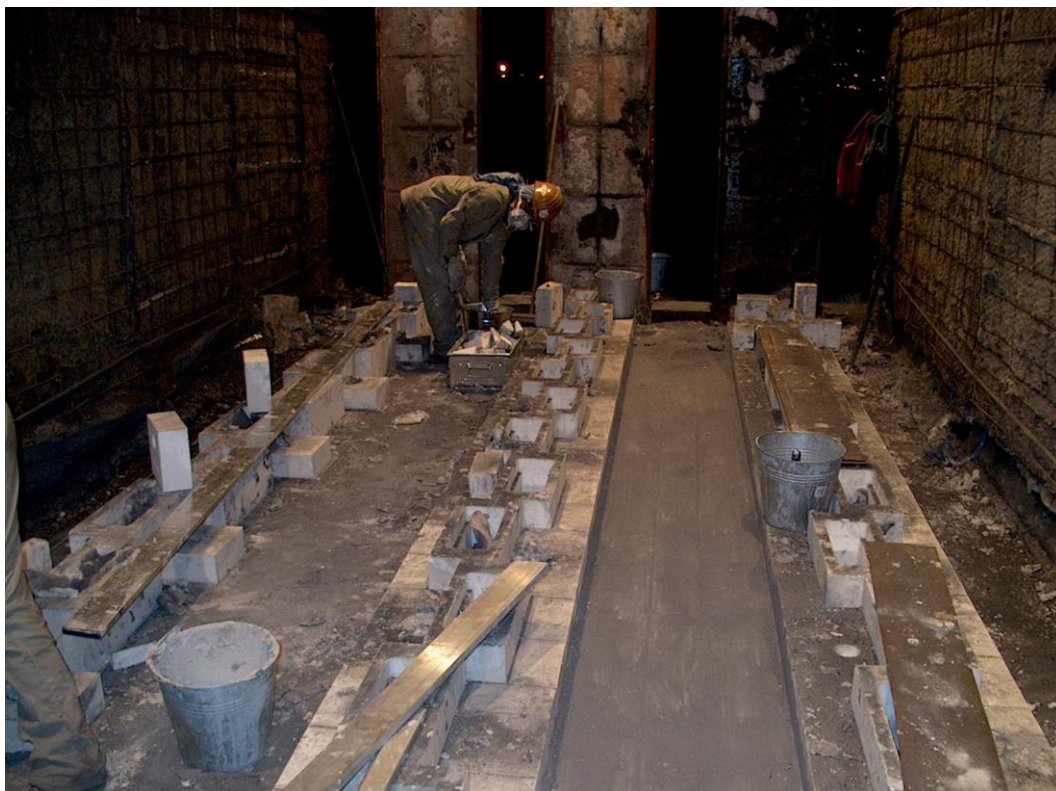


Fig. 9. Chantier de réfection de carneaux en cokerie.

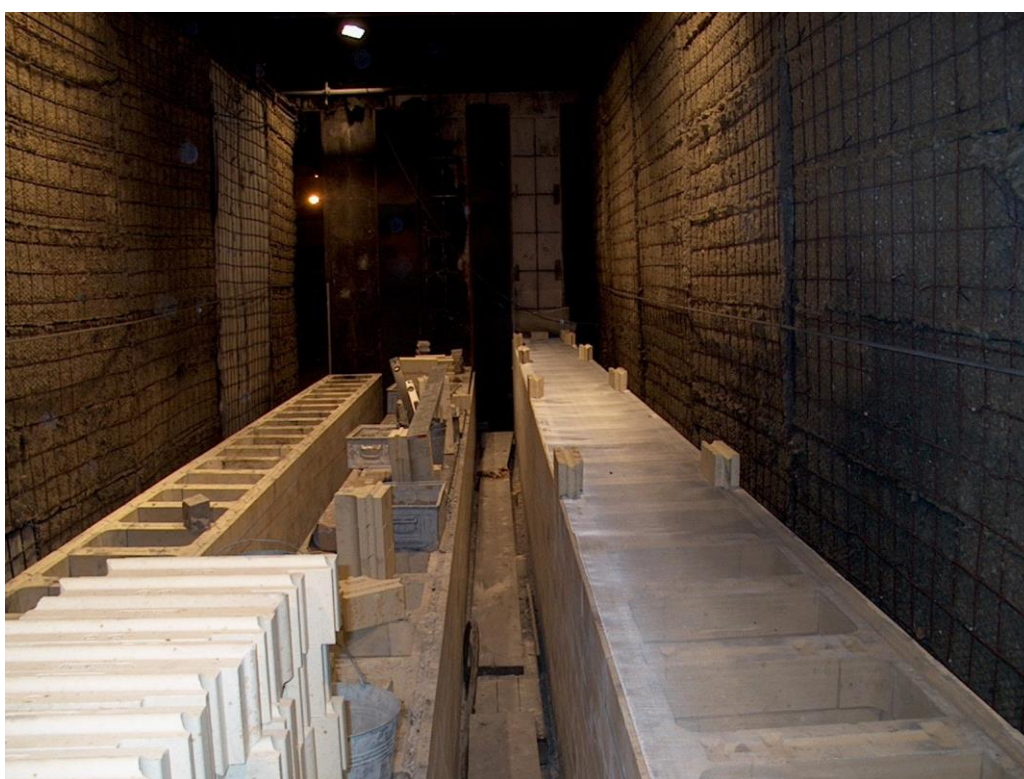


Fig. 10. Chantier de réfection de carneaux en cokerie.

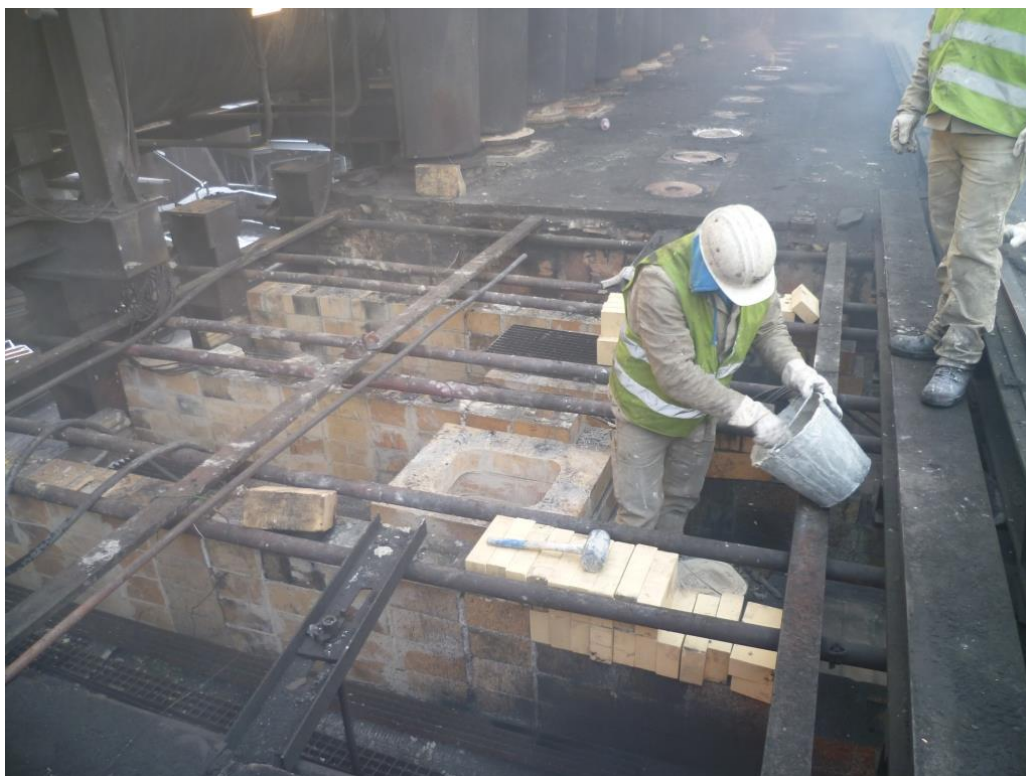


Fig. 11. Chantier de réfection de carneaux en cokerie.



Fig. 12. Sabots en bois (sont portés avec des chaussons).



Fig. 13. Vue d'ambiance en cokerie (plateau et tour à charbon).



Fig. 14. Soudure céramique lors de la réfection d'un four.

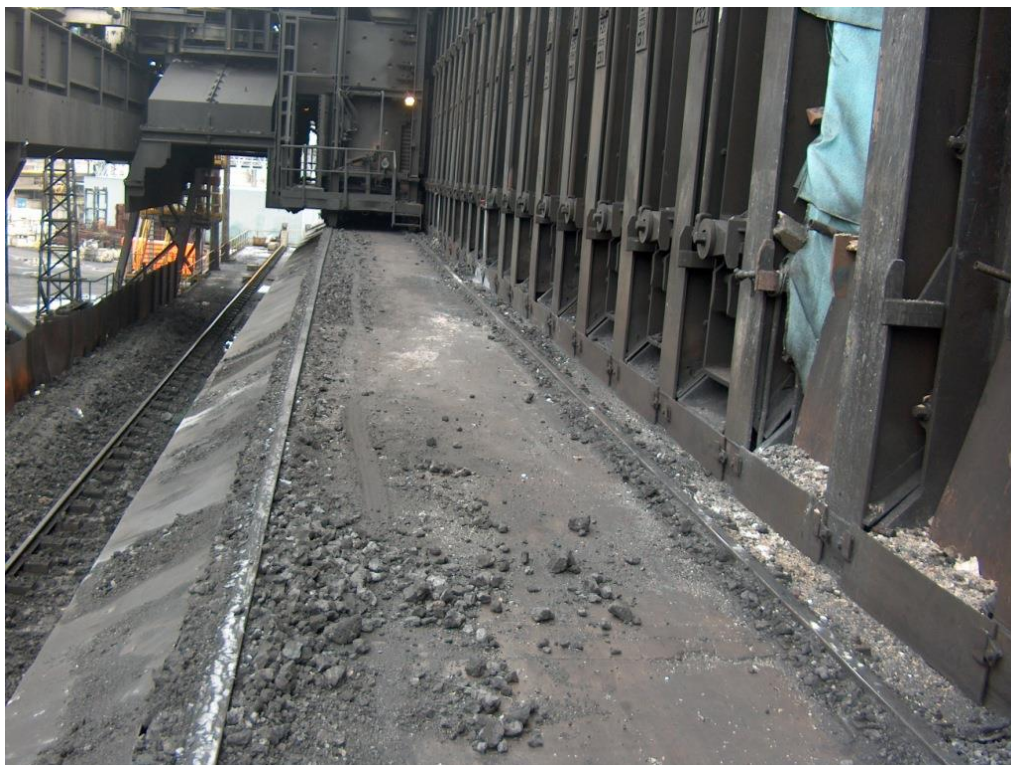


Fig. 15. Débris sur le sol du quai de défournement.

3. Fumisterie en verrerie

Selon le type d'intervention, le four peut être mis à l'arrêt ou pas. Lorsque le four est éteint, la démolition commence après 3 à 4 jours, le temps que la température soit descendue à un niveau rendant possible le travail. Les travaux peuvent commencer lorsque la température atteint une centaine de degrés, diminuant encore au fur et à mesure de l'avancement du chantier. Il peut s'agir de réparations locales ou complètes. L'exposition à la température est variable mais en général, elle dure une dizaine de minutes environ. Si possible, un système de ventilation à air comprimé appelé « Venturi » est utilisé assez fréquemment afin de refroidir l'ambiance de travail (fig. 16). Une fois le four éteint, le verre restant dans le four, solidifié, doit être cassé et évacué en tenant compte des installations et des accès à disposition (fig. 17 et 18). L'évacuation peut se faire soit manuellement (à la brouette, par exemple) ou à l'aide d'engins de levage adaptés (fig. 19 à 21). Un triage à lieu au fur et à mesure pour séparer le verre, les produits céramiques et les différentes briques. Certaines briques peuvent être récupérées pour être réutilisées mais ce n'est pas toujours le cas. Les isolants réfractaires sont placés selon des plans précis des installations. Plusieurs couches de différents matériaux sont souvent nécessaires, chacune conférant une propriété spécifique (fig. 22). Les matériaux contenant du chrome trivalent, conférant une couleur verte, sont spécifiques de l'industrie verrière (fig. 23). Les ajustements peuvent être effectués à l'aide de scies mécaniques ou manuelles (fig. 24).

Le margeage des fours est une technique de jointage à chaud utilisée en verrerie, à l'aide d'un produit réfractaire, ayant pour but le comblement des fissures après dilatation des briques lors de la mise en température.



Fig. 16. Système « Venturi ». Entrée de l'air comprimé à gauche et sortie par la droite.



Fig. 17. Canal de coulée endommagé.



Fig. 18. Epaisse couche de verre solidifié sur la sole d'un four.



Fig. 19. Démolition de la couche de verre et évacuation manuelle.



Fig. 20. Evacuation des déchets par bande transporteuse.



Fig. 21. La couche de verre a été totalement évacuée.



Fig. 22. Canal de coulée de verre en fusion. De l'intérieur vers l'extérieur : briques à base de chrome (gris foncé), briques à base de zircon (beige), briques de FCR (blanc).



Fig. 23. Briquetage en verrerie (la zone verte correspond à un mortier contenant du chrome).



Fig. 24. Découpage de matériaux à la scie.

4. Chantiers de béton coulé :

Réalisation, notamment à l'atelier de Charleroi mais aussi sur chantiers, de structures en béton réfractaire coulé au moyen d'une pompe à béton sur des pièces de chaudronnerie comme, par exemple, des portes, des répartiteurs (bac tampon situé entre la poche et la coulée continue) ou encore des couvercles (fig. 25 et 26).



Fig. 25. Répartiteur armé avant coulée, tapissé d'une couche de protection.



Fig. 26. Répartiteur après coulée.

5. Chantiers divers :

Il s'agit,

- de chantiers de fumisterie autres qu'en sidérurgie : incinérateurs, cimenteries, chaudières de fabriques de papier, fours (fig. 27 à 29), etc. Les briques sont acheminées soit par palettes entières sur le site même au moyen d'engins de levage ou être amenées une à la fois en fonction de l'exiguïté de la zone de travail (fig. 30 et 31). Les accès aux chantiers ne sont pas toujours aisés. Parfois, il y a juste assez de place pour assurer le passage d'une personne de taille moyenne (fig. 32, 33).
- de traitement anti-usure : fabriques de lames de parquet, broyeurs-concasseurs (fig. 34) revêtement de tuyères (brûleurs de chaudières) (fig. 35 et 36), zones de déversement de charbon en cokerie, habillage intérieur de trémies à minerai, etc.
- de revêtement anti-acide : pose de carrelages ou d'une feuille d'étanchéité pour des zones de stockage de produits corrosifs, acides ou basiques, de dérivés pétroliers,... (fig. 37 à 39).

Les zones de travail ne sont pas toujours très spacieuses (fig. 40).



Fig. 27. Four avant revêtement.



Fig. 28. Four après revêtement.



Fig. 29. Briquetage de la table du four.



Fig. 30. Acheminement des briques réfractaires dans un four de cimenterie.

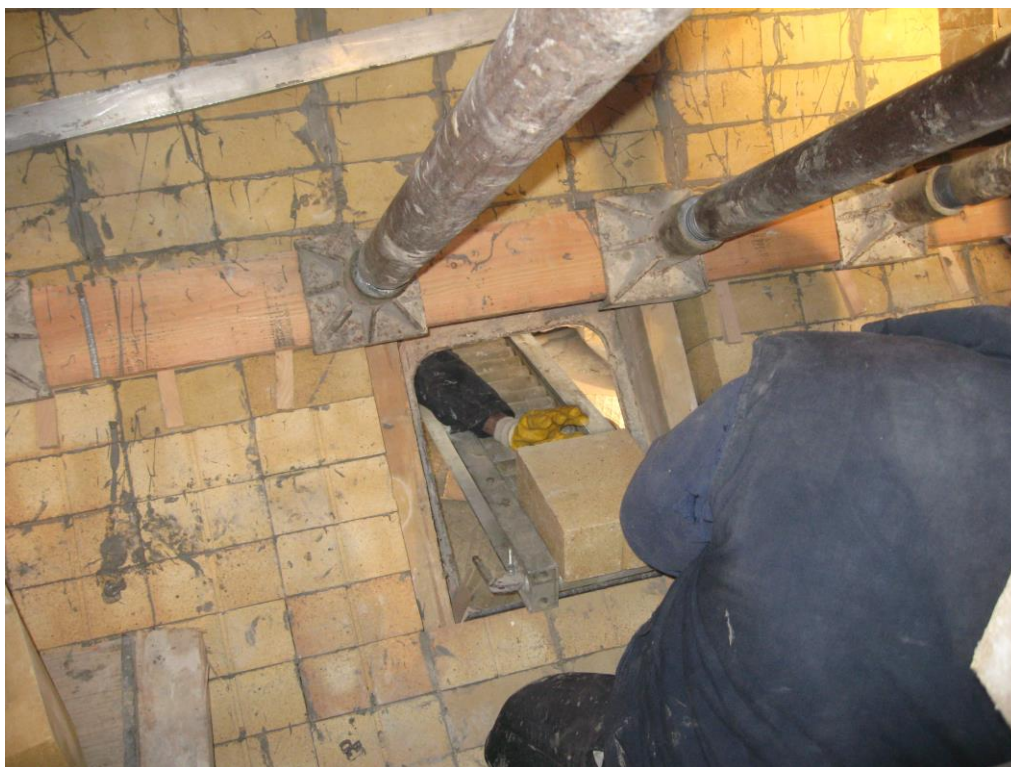


Fig. 31. Acheminement des briques dans le four.



Fig. 32. Accès à un four en cimenterie.



Fig. 33. Accès à des fours.



Fig. 34. Revêtement anti-usure dans un concasseur.



Fig. 35. Kit de pièces en céramique anti-usure numérotées pour une tuyère (brûleur de chaudière).

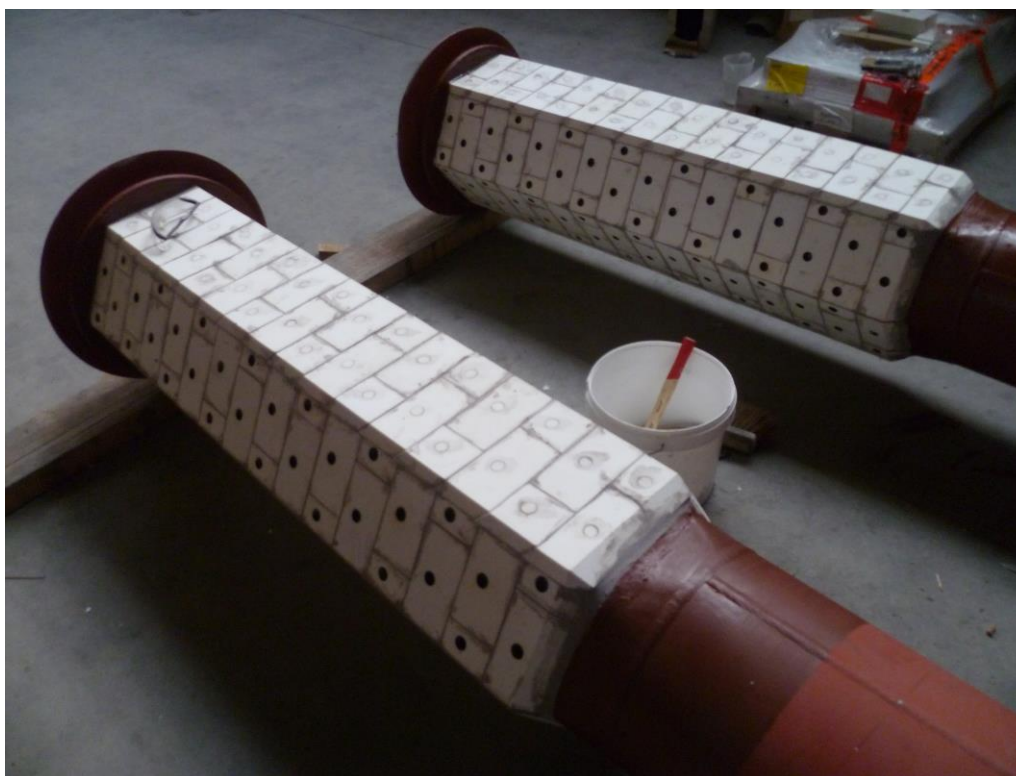


Fig. 36. Tuyère terminée.



Fig. 37. Carrelage céramique anti-usure.



Fig. 38. Carrelage anti-acide.



Fig. 39. Revêtement anti-acide d'un socle de pompe.



Fig. 40. Conduit laissant juste assez de place pour le travailleur chargé de la réfection anti-usure.

6. Gunitage :

Il s'agit d'une technique de projection sous pression de béton réfractaire ou non (fig.41 à 43) au moyen d'une gunitieuse (fig.44). Utilisée dans les incinérateurs, les chaudières ou même certains décors de parc d'attractions. Le travail s'effectue en milieu humide, avec de nombreuses éclaboussures (ou rebonds) et vapeurs d'où la nécessité du port de visières ou de lunettes de protection malgré que celles-ci se salissent très rapidement. Le gunitier a besoin d'une bonne luminosité pour palier au « brouillard » ambiant et surtout s'il travaille dans des espaces restreints et sombres sans pour autant créer des reflets et éblouissements qui pourraient le gêner dans l'accomplissement de sa tâche.



Fig.41. Guniteur.



Fig. 42. Guniteur.



Fig. 43. Gunitage d'un décor pour parc d'attraction.



Fig. 44. Gunitseuse.

III. PRODUITS ET MATERIAUX

L'entreprise peut soit utiliser les matériaux fournis par le client ou apporter ses propres matériaux qu'elle commande à des fabricants spécialisés.

En général le conditionnement des sacs de poudre de ciment ou coulis sont de 25 kg. Ceux-ci doivent être mélangés selon un rapport variable avec de l'eau ou un liquide spécifique conditionné également en récipients de 25 kg.

Les briques réfractaires et en fibres ainsi que les carrelages, panneaux, laines et papiers sont de tailles variables selon le type de matériau et la commande effectuée (notamment pour les pièces sur mesures). Ces produits sont conditionnés en palettes.

On estime qu'un travailleur manutentionne approximativement une centaine de briques par jour. Le poids d'une pièce peut aller de 200 grammes à 4 kg (1 kg en moyenne).

Le tableau en Annexe 1 reprend de manière non exhaustive la plupart des produits et matériaux utilisés par les MF.

IV. ANALYSE DE RISQUES

Selon la Fiche d'aide au repérage de l'INRS pour le MF [5], celui-ci est exposé pendant les manœuvres d'entretien, ramonage et réfection aux risques cancérogènes suivants : HAP, silice, fibres céramiques réfractaires (FCR), amiante et chrome VI. Les MF sont également exposés à d'autres métaux (fer, nickel, cobalt, aluminium,...) notamment lors des chantiers en sidérurgie. En cokerie, les expositions aux gaz soufrés (H_2S , SO_2), à l'ammoniac et au monoxyde de carbone (CO) sont documentés.

Le tableau 2 reprend les risques (ainsi que les codes utilisés au Cesi) retenus pour les MF et guniteurs de l'entreprise suite à l'analyse de risques effectuée par les CPMT. Les travailleurs ne sont évidemment pas exposés à tous ces risques simultanément. L'exposition dépendra, en effet, du type de chantier en cours. Les chantiers peuvent être très différents au cours de l'année, en fonction également des compétences et des préférences de chaque travailleur.

Le risque de charge psycho-sociale est repris pour les superviseurs, devant gérer toutes les équipes, les contraintes de temps et les aléas des chantiers.

Le code de classification internationale type des professions (CITP) retenu est le 7112 (maçons).

Les autres risques professionnels non repris dans la classification des codes risques ci-dessus sont les suivants :

- Chute (de plain-pied ou de hauteur), glissade.
- Écrasement, des extrémités ou du corps entier entre deux machines ou entre une machine et un élément fixe.
- Coupure,
- Projection solide ou liquide, dans les yeux ou sur la peau.

- Brûlure, thermique ou chimique, par contact ou par rayonnement.
- Étouffement (si travail en espace confiné),
- Électrocution,
- Incendie, atmosphères explosives.

Nous allons toutefois nous intéresser dans ce travail uniquement aux FCR qui sont peu connues des CPMT. Les autres expositions ne seront donc pas développées en détails.

Exposition/Risque	Code Cesi	
Métaux et dérivés	11.00.00	
Ciment	11.04.07	
Suie *	11.05.04	
Monoxyde de carbone *	11.05.05	
Silice	11.06.01	
Fibres minérales synthétiques	11.06.06	
Fibres céramiques	11.06.07	
Huiles minérales	11.12.04	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	11.12.06	
Benzène *	11.12.11	
Xylène	11.12.13	
Styrène	11.12.14	
Isocyanates	11.15.08	
Résines époxy	11.25.06	
Particules ultrafines	11.28.00	
Fumées	11.28.10	
Cancérogène	11.33.01	
Exposition pulmonaire	11.34.01	
Exposition cutanée	11.34.02	
Bruit (selon le niveau)	12.02	Bruit
	12.03	Bruit ≥ 80 dB(A) et < 85 dB(A) Pcrête $\Rightarrow 135$ dB(C) < 137 dB(C)
	12.04	Bruit ≥ 85 dB(A) et < 87 dB(A)

		Pcrête =>137 dB(C) <140 dB(C)
	12.05	Bruit >= 87 dB(A) Pcrête =>140 dB(C)
Vibrations manubrachiales	12.08	
Ultraviolets	12.10	
Infrarouges	12.11	
Chaleur industrielle	12.14	
Pressions locales	12.15	
Tétanos	13.12	
Port de charges	20.22	
Travail monotone et répétitif	20.23	
Travail posté	20.25	
Contraintes ergonomiques	20.26	
Travail de week-end	20.27	
Charges psycho-sociale **	30.31	

Tableau 2. Analyse de risques des MF et guniteurs.

* Risques repris pour les fumistes en cokerie uniquement.

** Risque appliqué aux chefs de chantiers.

V. LES FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES

5.1. Introduction

Les FCR sont des fibres de silicates vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux ($[\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}] + [\text{CaO}] + [\text{MgO}] + [\text{BaO}]$) est inférieur à 18% selon la directive européenne n°97/69/CE du 5 décembre 1997 [6,7]. Elles contiennent en général entre 47 et 54% de silice et entre 35 et 51% d'alumine. Leurs caractéristiques physiques peuvent être modifiées par ajout de divers oxydes (zirconium, bore, titane, fer, chrome,...). Les FCR appartiennent à la famille des fibres inorganiques synthétiques ou fibres minérales artificielles (FMA) ou encore fibres vitreuses artificielles (FVA). Les termes anglais sont « *man-made mineral fibres* » (MMMF) ou « *man-made vitreous fibres* » (MMVF) (Tableau 3).

Fibres inorganiques naturelles	Fibres inorganiques synthétiques	
- Amiante - Wollastonite - Sépiolite, - Basalte, - Zéolite, - ...	Fibres siliceuses	Fibres non siliceuses
	- FCR, - Fibres de silicates alcalino-terreux, - Fibres de verre à usage spécial, - Laines minérales, - Filaments continus de verre, - ...	- Carbone, - Alumine, - Polytitanate, - Whiskers (sulfate de Mg, oxydes de W) - ...

Tableau 3. Classement des fibres inorganiques d'après Ricaud [8].

Selon la composition en matières premières du mélange, on distingue trois classes de FCR : les fibres à base de kaolin, les fibres à base de silice et d'alumine avec ajout de zircone et celles à base de silice et d'alumine de haute pureté [9]. Des additifs peuvent être ajoutés selon l'utilisation finale. Il s'agira d'agents de revêtement, de liants, d'acidifiants ou encore de lubrifiants. Ces agents permettent entre autre de protéger les filaments de leur propre abrasion durant la fabrication et la manipulation, de réduire la formation de poussières ou d'assurer une bonne adhérence entre les fibres [10].

Conçues en 1942 aux États-Unis, elles sont commercialisées depuis les années 50 aux USA, en 1968 en Europe et en 1975 en Amérique du Sud et en Australie [11,12]. Ces fibres sont élaborées par fusion à très haute température (1500 à 2400°C) d'une combinaison d'alumine et de silice en Europe et d'un mélange de kaolin en Asie et aux États-Unis. Une fois atteint le bon degré de température et de fusion, le mélange est projeté sur des roues en rotation (procédé par centrifugation ou *spinning process*) ou à l'intérieur d'un courant d'air (procédé par soufflage ou *blowing process*). En Europe, la République Tchèque, la France, l'Allemagne, la Pologne et le Royaume-Uni sont les pays producteurs tandis que la Belgique, la France, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, la Hollande et le Royaume-Uni sont les principaux consommateurs [12]. En France, en 2004, la fabrication se situait aux environs de 7500 tonnes [11] et l'utilisation était estimée à 2200 tonnes [6].

D'un diamètre moyen de 1 à 3 μm et d'une longueur pouvant atteindre plusieurs cm, elles ont un aspect blanc cotonneux. Les dimensions d'une fibre dépendent uniquement du procédé de fabrication. Leur densité est de 2,6 à 2,7 g/cm^3 . Contrairement à l'amiante, les FCR ne peuvent se scinder en fibrilles de diamètres inférieurs mais peuvent se couper transversalement en particules plus petites pouvant être éliminées plus facilement par phagocytose [6,13,14]. Des particules non fibreuses appelées « *shots* », d'une dimension approximative de 60 μm , sont produites lors de la fabrication. Ces particules représentent 20 à

40% en poids du matériau selon l'IARC (2002) alors que l'Inserm estimait cela entre 40 et 60% en 1999 [9].

Des dérivés divers peuvent être produits : modules, panneaux, pièces de forme, feutres, papiers, ciments, mastics et textiles, pour des applications comme isolants thermiques principalement dans l'industrie sidérurgique (acier et aluminium), verrière, céramique, pétrochimique et aérospatiale (fig. 45 à 47). Les FCR résistent en effet jusqu'à des températures dépassant 1200°C (jusqu'à 1450°C pour celles contenant du dioxyde de zirconium) [13]. Elles ont, comme autres propriétés, une faible conductivité, une faible capacité calorifique, une très grande résistance aux agents chimiques, une résistance à l'oxydation, la réduction et la corrosion [9]. Cependant, au-delà de 1000°C, elles recristallisent en cristobalite (cancérogène classé en catégorie 1 par l'IARC) et en mullite [15].

Ces fibres ne sont en principe pas utilisées dans le bâtiment bien qu'une utilisation commerciale et domestique est décrite, par exemple dans les appareils de cuisson et les chaudières domestiques [16]. Cependant, ces applications domestiques qui représentaient 20% du volume produit en 1990, ne représentent plus que 2% ces dernières années selon le rapport Afsset (2007) suite à leur substitution par les fibres de silicates alcalino-terreux (FSAT), détaillées plus loin. On retrouve également les FCR dans des applications automobiles et dans la protection incendie [9].



Fig.45. Briquettes en FCR.



Fig.46. Pièces hexagonales en FCR.



Fig.47. Panneaux légers en FCR.

5.2 Toxicité

En ce qui concerne les FMA, il n'existe actuellement pas de preuve d'une association entre leur exposition et le risque de cancer pulmonaire ou de mésothéliome mais il y a de nombreuses limites aux études (niveaux d'exposition bas, interférence du tabac, pics élevés d'expositions mais intermittents,...). Chez les animaux de laboratoire, les FMA sont cancérogènes et causent de la fibrose et de l'inflammation pulmonaires. Les effets génotoxiques des FMA ont été démontrés dans plusieurs études sur des cellules (y compris humaines). Les fibres longues sont plus actives que les courtes. Elles se déposent dans les poumons où elles sont phagocytées complètement ou incomplètement. Dans ce dernier cas, le stimulus pro-inflammatoire est puissant et conduit à la génotoxicité et à la prolifération

cellulaire pulmonaire [10]. Cette toxicité est directement liée à la longueur de la fibre [14]. Selon Bernstein [17], les FMA ne présentent pas de risques pour la santé chez l'humain.

Les FCR ont été évaluées dans le cadre d'une expertise collective conduite par l'INSERM en 1998 [18] et par l'IARC en 2002 [10]. Elles sont classées cancérogènes de catégorie 2B en 2002 par l'IARC [19] et en catégorie 1B par l'Union Européenne [20]. La demi-vie pulmonaire (biopersistance) des FCR va de 45 à 55 jours [13].

Chez l'animal, on a observé une augmentation statistiquement significative de l'incidence de fibrose, de tumeurs pulmonaires et de mésothéliome chez les rats et les hamsters exposés par inhalation, instillation intratrachéale, injection intrapleurale ou intrapéritonéale [10,15,21,22]. Il semble que les rats étudiés aient développé ces tumeurs par un phénomène de surcharge, empêchant la clearance pulmonaire, à des niveaux de doses bien plus élevées que l'exposition humaine. Cela ne serait donc pas pertinent pour l'exposition de l'Homme chez qui des études pour des expositions à faibles doses sont nécessaires [14].

Chez l'humain, dans des cohortes de travailleurs impliqués dans la production de FCR aux États-Unis et en Europe, la capacité d'induire des plaques pleurales a été démontrée (en absence de lien avec la durée et l'intensité de l'exposition) bien que celles-ci peuvent être dues à une exposition antérieure à l'amiante [10,14]. Cependant, de récents articles, Costa et al. (2012), Walker et al. (2012) et Lockey et al. (2012), n'ont pas permis de mettre en évidence un excès de mortalité (toutes causes de décès confondues, y compris pour le mésothéliome et le cancer du poumon) chez les travailleurs exposés et ce, malgré un recul de plus de 20 ans [14,23,24]. Toutefois, une observation isolée a montré un taux anormalement accru de cancers des voies urinaires [25]. Les anomalies fonctionnelles respiratoires (réduction de la capacité vitale forcée et du volume expiré en une seconde) ne sont corrélées qu'avec le tabagisme [21]. Il n'y a pas de preuves concernant la fibrose pulmonaire mais les études épidémiologiques pourraient ne pas avoir détecté de cas vu les faibles doses

d'exposition [15]. Les fibres épaisses peuvent provoquer une irritation mécanique cutanée, oculaire et du tractus respiratoire supérieur (toux, congestion nasale, dyspnée) [21]. Les FCR produisent des altérations de l'ADN, des chromosomes et des aberrations nucléaires. Ces fibres activent des proto-oncogènes et des facteurs de transcription, augmentent la production de $\text{TNF}\alpha$, provoquent la transformation cellulaire et stimulent la croissance cellulaire [10].

Il est probable que les FCR soient moins cancérigènes que les fibres d'asbeste mais les données actuelles ne permettent pas d'aboutir à des conclusions définitives [23].

5.3. Exposition

L'inhalation est la voie d'exposition principale aux FCR bien que l'ingestion et le contact cutané soient aussi des voies possibles durant la production et l'utilisation de ces fibres. Les fibres ayant un diamètre $< 3 \mu\text{m}$ sont classées dans la catégorie des fibres respirables, les non respirables ayant un diamètre $> 3\mu\text{m}$ [9].

Les niveaux d'exposition professionnelle peuvent être mesurés par différentes méthodes. La méthode normalisée (norme XP 43-269) par microscopie optique à contraste de phase (MOCP) permet le comptage des fibres en ignorant leur nature [26]. La microscopie optique à lumière polarisée (MOLP), la microscopie électronique à balayage analytique (MEBA) et la microscopie électronique à transmission analytique (META) permettent non seulement de compter les fibres mais aussi de les identifier [9]. Les résultats sont exprimés en nombre de fibres par millilitre ou centimètre cube (f/ml ou f/cm^3).

La valeur limite d'exposition pondérée sur huit heures de travail (VLE) en France a été graduellement abaissée jusqu'à $0,1 \text{ f/cm}^3$ depuis 2009 et est fixée à $0,2 \text{ f/cm}^3$ aux États-Unis [10]. En Belgique, elle est de $0,5 \text{ f/cm}^3$ [27]. Le nombre de travailleurs belges exposés aux FCR était évalué en 1999 à 1312 [15].

Trois indices sont utilisés pour évaluer l'exposition aux FCR dans les études épidémiologiques [28] :

- **Probabilité** : donne la proportion de travailleurs de l'emploi concerné exposés aux FCR. Cinq classes sont utilisées :
 1. de 0,1 à 1 %,
 2. de 1 à 10 %,
 3. de 10 à 50 %,
 4. de 50 à 90 %,
 5. supérieure ou égale à 90 %.

Lorsque la probabilité d'exposition est inférieure à 0,1 %, les emplois sont considérés comme non exposés et n'apparaissent pas dans une matrice emplois-expositions (disponible selon la nomenclature internationale).

- **Fréquence** : donne une indication du temps que l'opérateur passe à effectuer des tâches exposantes sur l'ensemble de son temps de travail. Ces tâches peuvent être :
 1. occasionnelles (de 1 à 5 % du temps de travail),
 2. intermittentes (de 5 à 30 % du temps de travail),
 3. fréquentes (de 30 à 70 % du temps de travail),
 4. permanentes (plus de 70 % du temps de travail).

Une correspondance entre le pourcentage du temps de travail et la durée de travail est reprise dans le tableau 4 [11].

	1. Occasionnelle	2. Intermittente	3. Fréquente	4. Permanente
% global	<5	5 à 30	30 à 70	>70
Jour	<30 min	30 à 120 min	2 à 6 h	>6 h
Semaine	<2 h	2 à 8 h	1 à 3 J	>3 J
Mois	< 1 J	1 à 6 J	6 à 15 J	>15 J
Année	<15 J	15 J à 2 mois	2 à 5 mois	>5 mois

Tableau.4. Fréquence et durée du temps d'exposition aux FCR.

- **Intensité** : évalue la concentration (en fibres par cm^3 d'air) à laquelle est soumis l'opérateur pendant les tâches exposantes, en fonction de la nature des tâches et de l'environnement de travail :

1. inférieure à $0,1 \text{ f/cm}^3$,
2. de $0,1$ à 1 f/cm^3 ,
3. de 1 à 3 f/cm^3 ,
4. supérieure à 3 f/cm^3 .

La notion de pics d'exposition n'a pas été retenue (toute intensité même faible est considérée comme exposante dans le milieu professionnel).

Une étude finlandaise sur deux sites sidérurgiques a mis en évidence une exposition plus importante aux FCR dans les zones de réfection des fours par rapport à l'extérieur des fours et dans les zones adjacentes. Les valeurs relevées à l'intérieur des fours s'élèvent à $0,09 \text{ f/cm}^3$ et $0,60 \text{ f/cm}^3$, tandis qu'elles sont respectivement inférieures à $0,01 \text{ f/cm}^3$ et environ $0,02 \text{ f/cm}^3$ à l'extérieur et dans les zones adjacentes. Le travailleur serait donc exposé 9 à 30 fois plus lors des opérations de réfection. Le port de protection respiratoire permet de réduire l'exposition mais l'efficacité n'a pas pu être clairement démontrée dans cette étude [29].

L'évaluation de l'exposition des travailleurs aux FCR basée sur les données COLCHIC (gérées par l'INRS), EVALUTIL (gérées par les Laboratoires Interrégionaux de

Chimie des Caisses Régionales d'Assurances Maladie sur le territoire français) et CARE (constituées par l'European Ceramic Fibres Industry Association) permettent de conclure que les travailleurs affectés aux activités de finition/transformation, d'installation et de retrait de FCR sont les plus exposés. Les activités de retrait pouvant entraîner des niveaux supérieurs à 10 ou 20 f/cm³ avec des durées d'intervention relativement longues. Les niveaux d'exposition peuvent être rapidement dépassés lors de pics d'exposition importants sur une tâche actuelle [9].

L'étude rétrospective de Maxim et al. (2008) montre que les niveaux d'exposition chez des sous-traitants aux États-Unis effectuant des travaux de retrait entre 1990 et 1994 sont restés approximativement identiques par rapport aux mesures relevées entre 2002 et 2006 (fig. 48). Cependant, l'exposition lors des travaux de finition et d'installation a diminué lorsque l'on compare les mêmes périodes. Cette même étude révèle que le pourcentage de travailleurs portant une protection respiratoire (non spécifiée dans l'étude) a augmenté entre 1993 et 2006. C'est lors des opérations de retrait que l'intérêt du port d'une protection respiratoire s'illustre le plus (fig. 49) [12].

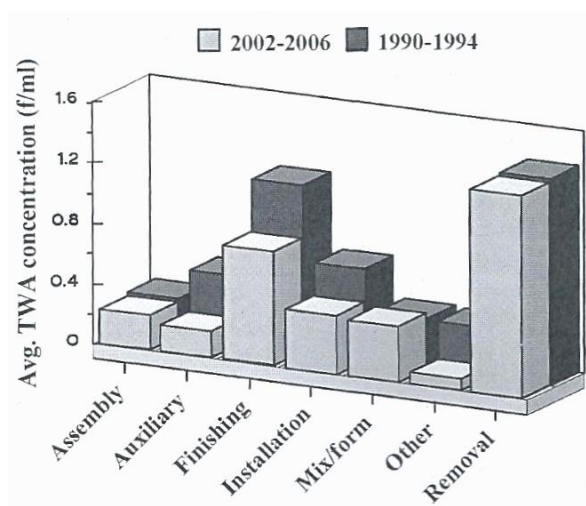


Fig. 48. VLE de FCR par poste de travail chez des sous-traitants. 1990-1994 en comparaison à 2002-2006 [12].

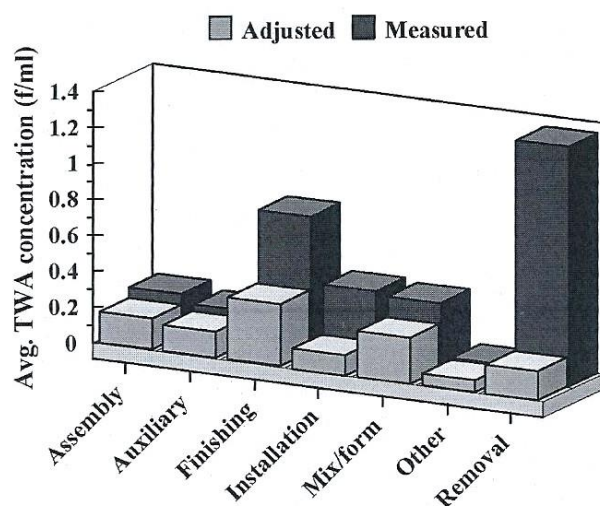


Fig. 49. VLE de FCR mesurée et ajustée pour le port de protection respiratoire Par poste de travail chez les sous-traitants [12].

5.4. Étiquetage

Le nouveau règlement Classification, Labelling and Packaging (CLP) est en application obligatoire depuis le 1^{er} décembre 2010 [30].

L'étiquetage des produits contenant plus de 0,1% en poids de FCR doit comprendre les pictogrammes suivants : GHS07 (Irritation cutanée et oculaire, sensibilisation cutanée,...), GHS08 (Mutagénicité sur les cellules germinales, Cancérogénicité, Toxicité pour le système reproductif, Danger par aspiration,...) et GHS09 (danger pour le milieu aquatique) (fig.50). Les phrases de danger : « Peut provoquer le cancer par inhalation » (H350i) et « Provoque une irritation cutanée (H315) doivent être mentionnées. Certains emballages ne sont toutefois pas encore toujours pourvus d'un étiquetage correct (Fig. 51).



Fig. 50. Pictogrammes GHS07, GHS08 et GHS09.



Fig. 51. Etiquetage de conditionnement de FCR. Absence des pictogrammes de dangers.

5.5. Gestion des déchets

Les déchets de FCR sont dangereux. On entend par déchets tous les surplus, chutes, matériaux résultant de la maintenance mais également les conditionnements, les filtres des installations de ventilation, les sacs d'aspirateurs, équipements de protection respiratoire et cutanée jetables, linges de nettoyages,...

Le nettoyage doit se faire si possible par voie humide et l'utilisation de procédés dispersant les fibres (balayage, soufflette) doit être proscrite.

Ces déchets doivent être triés et conditionnés dans des sacs fermés, étanches et étiquetés comme les emballages neufs puis évacués au fur et à mesure. Ils doivent être pris en charge par des installations de stockage de déchets de classe 1 ou éliminés en centre d'inertage.

5.6. Substitution des FCR

L'industrie a développé de nouvelles fibres ayant des propriétés techniques similaires aux FCR mais ayant une solubilité plus importante dans les milieux biologiques (notamment dans le poumon). Leur biopersistance étant nettement plus faible que les FCR, leur

élimination par l'organisme humain est donc plus rapide. Il existe actuellement deux principaux types de fibres de substitution : les fibres de silicate alcalino-terreux (FSAT) et les fibres en contenu élevé en alumine et faible en silice. D'autres fibres, détaillées dans le rapport Afsset (2007), peuvent être envisagées comme par exemple les laines minérales ou les fibres polycristallines.

Les données animales, pour les fibres à faible biopersistance, ne montrent pas d'augmentation significative de l'incidence de tumeurs pulmonaires ni de mésothéliomes dans des études à long terme d'inhalation chez des rats. Une étude d'exposition intrapéritonéale à hautes doses chez des rats n'a pas permis d'observer des tumeurs abdominales [10].

La substitution est possible pour des applications ne dépassant pas les 1200°C mais au-delà la substitution devient plus problématique. Jusqu'à présent, les matériaux de remplacement ont des caractéristiques techniques inférieures aux FCR et des coûts plus élevés [9].

5.6.1. Les fibres de silicate alcalino-terreux (FSAT)

Actuellement, c'est le matériau substitutif de choix des FCR. Ces fibres (*Alkaline Earth Silicate*, AES) sont fabriquées depuis le début des années 1990 dans les mêmes fours que ceux utilisés pour produire les FCR [11]. Les FSAT contiennent plus d'oxydes alcalins et alcalino-terreux (18 à 43% en poids d'oxyde de calcium et de magnésium). Elles contiennent 50 à 80% en poids de silice et moins de 6% en poids d'autres éléments (zirconium, titane, alumine) [10]. Ces fibres portent, de manière inappropriée, le nom de « fibres bio » ou « fibres vertes ».

Leur densité est de 2,6 g/cm³. Ces fibres ont une température d'utilisation maximale d'environ 1000 à 1200°C [6].

La demi-vie pulmonaire des FSAT variant de 5 à 9 jours [13], ces fibres sont exonérées de la classification cancérigène selon la note Q de la Directive 97/69/CE [7] spécifiant que la classification comme cancérigène ne doit pas s'appliquer s'il peut être établi que la substance remplit l'une des conditions suivantes :

- un essai de biopersistence 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 biopersistence à court terme par instillation intratrachéale 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.

Des études par inhalation à long terme chez des rats aux FSAT n'ont pas mis en évidence d'augmentation significative des tumeurs pleuropulmonaires même suite à des instillations intrapéritonéales [14].

5.6.2. Les fibres en contenu élevé en alumine et faible en silice

Ce sont des laines minérales d'isolation haute température (*High Temperature* (HT) ou *high-alumina, low-silica wool*) introduites également dans les années 90 mais produites à partir de matières premières identiques aux laines de roche ou de laitier (basalte, bauxite,...) et par le même procédé utilisant la force centrifuge. Elles contiennent 30 à 40% en poids de silice et environ 20% d'alumine avec une densité de 2,8 g/cm³ [10]. Leur demi-vie pulmonaire

varie de 7 à 58 jours [13] et sont exonérées de la classification cancérogène selon la note Q ou classées en catégorie 3 (IARC).

Comme pour les FSAT, les études animales n'ont pas mis en évidence d'augmentation significative des tumeurs pleuropulmonaires [14].

5.7. L'amiante

Rappelons que plusieurs Arrêtés Royaux ont limité les expositions pour les travailleurs en Belgique depuis 1978 [31]. En 1998, un Arrêté Royal interdisant un très grand nombre d'applications d'amiante a été publié (AR du 3 février 1998) [32]. Cet AR a été abrogé par l'AR du 23 octobre 2001 qui a prévu une interdiction générale de l'amiante à partir du 1er janvier 2002 [33]. L'utilisation de chrysotile pour certaines applications industrielles spécifiques était toutefois encore autorisée jusqu'au 1er janvier 2005 [34].

La VLE est fixée en Belgique à $0,1 \text{ f/cm}^3$ [35].

Les travailleurs de notre entreprise nous ont déjà signalé, qu'auparavant, de l'amiante était présent lors des opérations de réfection. Même si actuellement aucune exposition n'a lieu, les salariés doivent bénéficier du même suivi médical préconisé en cas d'exposition à l'amiante.

5.8. Les nanofibres

Les nanoparticules sont des particules ayant une dimension inférieure ou égale à 100 nanomètres. Les études animales par inhalation de nanotubes de carbone chez le rat ont mis en évidence le développement d'une fibrose pleurale et un risque de mésothéliome [14]. Des études supplémentaires sont toutefois nécessaires pour évaluer de manière plus précise les risques liés à l'exposition professionnelle de nanofibres.

VI. EXPOSITION NON PROFESSIONNELLE : TABAGISME

Le tabagisme est fréquent chez les MF de notre entreprise, 60% d'entre eux fument. Sans développer ce chapitre, nous allons quand même rapidement évoquer certaines propriétés toxiques liées à l'exposition aux fibres.

Selon une étude de Černá et al. (2005), le tabagisme amplifie la cytotoxicité pulmonaire des FCR [36].

Il est fortement recommandé à tout sujet fumeur ayant été ou étant exposé à l'amiante de cesser le tabagisme [37]. Comme illustré dans le tableau suivant (Tableau 5), le risque de cancer broncho-pulmonaire est majoré par la fumée de tabac [38].

	Non exposé à l'amiante	Exposé à l'amiante
Non exposé au tabac	1	5,17
Exposé au tabac	10,85	53,24

Tableau 5. Risque de développer un cancer broncho-pulmonaire en fonction d'une exposition à l'amiante et/ou au tabac.

VII. EQUIPEMENTS DE PROTECTION

Conformément à la législation, l'entreprise met à disposition des travailleurs des équipements de protection [39].

Au niveau **collectif** :

- Procédures de travail : en milieu clos, utilisation d'engins, permis feu, consignation,...
- Systèmes de ventilation et de renouvellement d'air : système de buse Venturi (fig. 20),
- Politique de remplacement de produits dangereux : utilisation de silicone sans acide acétique, utilisation de fibres « bio » au lieu des fibres céramiques.

Au niveau **individuel**, selon le travail à réaliser :

- Tenue de travail en deux pièces (veste, pantalon) pour la protection du feu, vêtements en Kevlar, vêtements aluminisés, vêtements adaptés pour le travail en climat froid, manchettes anticoupures, vêtements adaptés à la pluie,
- Chaussures de sécurité de type S3 (semelle antidérapante, coque antichoc et semelle antiperforation) résistantes à la chaleur, sabots en bois si nécessaire,
- Gants de plusieurs types : pour le travail à la chaleur (Kevlar® ou aluminisés), pour la manutention, adaptés à la manipulation des matériaux céramiques,... (fig. 52).



Fig. 52. Divers types de gants en Kevlar® et gants aluminisés avec paume en cuir.

- Casques antichocs en fibres résistantes au feu et au métal fondu,
- Lunettes de sécurité jetables, lunettes étanches, lunettes adaptées à la vue, visières, visières aurifiées pour le travail à la chaleur, (fig. 53 à 55).



Fig. 53. Lunettes pour le travail à la chaleur avec verre feuilleté.



Fig. 54. « Lunettes » anti-gravillons.



Fig. 55. Visière aurifiée.

- Bouchons/casques antibruit avec jugulaire,
- Masques de protection de type FFP3, masques ventilés, demi masques à cartouches jetables, masques complets à adduction d'air, scaphandres, (fig. 56)



Fig. 56. Scaphandre.

- Masques de fuite (kits d'autosurvie) pour le travail en espace confiné,
- Genouillères classiques et genouillères externes pour le travail en verrerie,
- Détecteurs de CO jetables (après deux ans) et détecteurs à plusieurs gaz (O₂, CO et méthane),

VIII. SURVEILLANCE MEDICALE

La surveillance médicale actuellement appliquée et justifications :

1. Examen médical, annuel.

Une première partie, réalisée par l'assistante paramédicale, comprend une biométrie classique (poids, taille, tige urinaire) et un test visuel de sécurité, tous les maçons-fumistes étant considérés en poste de sécurité (C1, AR 28 mai 2003) [40].

La deuxième partie, confiée au médecin, consiste en une anamnèse et un examen physique général.

2. Radiographie du thorax, à l'embauche, ensuite tous les deux ans.

C'est le principal moyen de dépistage chez les travailleurs exposés aux poussières minérales dont la silice, où l'altération radiologique précède le plus souvent les troubles fonctionnels. La classification du Bureau International du Travail (BIT) est la plus fréquemment utilisée [41].

Au Canada, la fréquence de la radiographie est adaptée à l'exposition cumulée à la silice. Une première radiographie sera réalisée lorsque le travailleur aura atteint une dose cumulée de $1 \text{ mg/m}^3\text{-année}$ et une seconde lorsque la dose cumulée aura atteint $2 \text{ mg/m}^3\text{-année}$ [42]. L'OMS recommande la réalisation de radiographies tous les 2 à 5 ans après 2 ou 3 ans d'exposition [43].

En accord avec le Docteur Michèle Verhaeren, chargée du siège de Liège, nous avons convenu de demander des clichés tous les deux ans.

Puisque la silicose favorise le développement de la tuberculose, la radiographie peut être utile à son dépistage. Le RR de tuberculose est de 30 en cas de silicose [44]. La maladie est cependant confirmée par la présence des bacilles de Koch dans

l'expectoration ou le tubage gastrique. Puisque une surveillance radiologique est réalisée tous les deux ans, l'intradermoréaction n'est donc pas justifiée.

Les signes radiographiques de fibrose pulmonaire sur cliché standard de face peuvent être absents alors que les répercussions fonctionnelles (syndrome restrictif, altération de la diffusion du CO) sont très importantes [45]. Les risques de faux négatif sont estimés entre 20 et 30 % [37]. La tomodensitométrie computerisée (TDM) thoracique, surtout à haute résolution (HR), permet une meilleure détection des altérations pulmonaires [46]. La sensibilité de la TDM est supérieure pour la détection de nodules et des pathologies interstitielles pulmonaires [37]. Pour la détection de plaques pleurales, la TDM est non seulement sensible mais aussi plus spécifique [21,37]. La TDM ne semble cependant pas efficace comme outil de détection pour le mésothéliome. Toutefois le manque de spécificité de cet examen induit une découverte de lésions qui ne sont pas forcément causées par l'amiante [37].

La Conférence de Consensus de 1999 proposait une stratégie de surveillance médicale dans laquelle, en résumé, une TDM HR et des Épreuves Fonctionnelles Respiratoires (EFR) seraient réalisées, entre autres, tous les 6 ans après 10 ans de fortes expositions professionnelles à l'amiante. Pour les travailleurs exposés à des niveaux intermédiaires, la surveillance serait initiée après 20 ans d'exposition à l'amiante avec une TDM HR réalisée tous les 10 ans [37].

3. Spirométrie, à l'embauche, ensuite annuelle.

S'il n'existe quasiment pas de modifications aux EFR dans la pneumoconiose simple, des modifications fonctionnelles peuvent être observées dans les formes plus évoluées selon l'étendue des lésions et de l'association de lésions d'emphysème [47].

L'OMS recommande une utilisation annuelle de la spirométrie associée à un questionnaire sur les symptômes respiratoires [43]. Si les EFR ne peuvent pas être utilisées pour dépister la silicose, elles sont utiles pour la surveillance des troubles associés (syndrome obstructif, emphysème). Rappelons toutefois que l'emphysème peut être une complication de l'antraco-silicose (AS) mais pas de la silicose pure. Le tabagisme est un facteur confondant puisqu'il est la principale cause de bronchite chronique.

4. Questionnaire respiratoire.

Nous utilisons un questionnaire modifié inspiré de celui de Conner (Annexe 2) [48]. L'utilisation de questionnaires peut être utile pour relever des symptômes précurseurs ou caractéristiques de l'asthme professionnel (AP) ou lié au travail bien qu'il n'y ait pas de questionnaire universellement accepté et validé pour la surveillance médicale de l'AP. Selon certains auteurs, 93% des travailleurs ayant un AP signalent au moins un symptôme nasal au poste de travail [49,50].

Un risque de biais par manque ou même excès de déclarations de symptômes est possible par la crainte de perdre l'emploi ou l'espoir de pouvoir bénéficier d'avantages économiques [51,52]. Les questionnaires se révèlent donc être sensibles mais peu spécifiques. Certains travailleurs peuvent aussi ne pas comprendre les questions posées et répondre erronément.

Dans le cadre des examens médicaux, les questions doivent être intégrées dans l'anamnèse.

5. Audiométrie tonale, à l'embauche, ensuite tous les 3 ans.

Pour rappel, la périodicité de l'évaluation de santé est fixée comme suit (Titre IV : Facteurs d'environnement et agents physiques, Chapitre III : Ambiances sonores, Section VIII. : Surveillance de la santé, Art.27 de la loi du bien-être au travail :

- tous les ans pour les travailleurs qui sont exposés à une exposition quotidienne moyenne égale ou supérieure à 87 dB(A) ou à une pression acoustique de crête de 140 dB ;

- tous les trois ans pour les travailleurs qui sont exposés à une exposition quotidienne moyenne égale ou supérieure à 85 dB(A) ou à une pression acoustique de crête de 140 dB ;

- tous les cinq ans pour les travailleurs qui sont exposés à une exposition quotidienne moyenne égale ou supérieure à 80 dB(A) ou à une pression acoustique de crête de 140 dB ;

Un mesurage a pu être réalisé, en mars 2011, lors d'une visite d'un chantier qui s'effectuait en période de four éteint. La pression acoustique maximale mesurée au poste de travail était de 76 dB(A).

6. Dosage du 1-hydroxypyrene urinaire, en fin de poste, en fin de semaine, annuel (deux fois par an à la Cokerie).

Le dosage urinaire du 1-hydroxypyrene est donc couramment utilisé pour apprécier l'exposition des travailleurs aux HAP.

Vu l'exposition plus importante en cokerie, le dosage est réalisé tous les 6 mois.

7. Dosage de l'acide trans,trans-muconique urinaire, en fin de poste, en fin de semaine.

Utilisé pour apprécier l'exposition au benzène lors des chantiers en cokerie.

Actuellement, aucun dosage n'est réalisé vu l'absence sur plusieurs années de taux supérieurs aux valeurs chez la population non professionnellement exposée.

8. Vaccinations :

La prévention contre le tétanos est réalisée tous les 10 ans. Il n'y a pas d'autres vaccinations prévues.

9. Surveillance de santé prolongée.

Wagner proposait une prolongation de la surveillance de la santé pendant toute la vie des travailleurs exposés notamment à la silice [43]. Une note des représentants des associations belges de médecine du travail évoque que cela n'aurait actuellement pas d'application présentant une valeur préventive démontrée [53].

Aux États-Unis, le « *Sentinel Event Notification System for Occupational Risks* » (SENSOR) a été mis en place depuis 1987 pour surveiller activement les conditions professionnelles [54]. Au Royaume-Uni, c'est le programme de surveillance « *Surveillance of Work-related and Occupational. Respiratory Disease* » (SWORD) qui a été établi, depuis 1998, sous forme de déclaration de maladies respiratoires par les pneumologues [55]. Ce programme a été incorporé dans un projet de surveillance du travail nommé « *Occupational Disease Intelligence Network* » (ODIN) permettant de centraliser les données et de déterminer de manière plus précise les incidences de pathologies professionnelles.

L'Association des services externes de prévention et de protection au travail (COPREV) propose également un contrôle endoscopique du larynx (réalisé par un ORL) pour les travailleurs exposés à l'amiante lors de symptômes suggestifs (notamment, enrouement persistant, dysphagie, dyspnée, toux persistante, halitose, otalgie,...) [56].

IX. ACTIONS REALISEES

Des fiches d'information sur le travail en espace confiné (Annexe 3) et le travail à la chaleur (Annexe 4) ont été rédigées à l'attention des travailleurs.

Une lettre d'information sur le métier de MF et les risques liés aux expositions aux HAP et les FCR a été rédigée à l'attention des médecins traitants. Ce document explique la surveillance de santé dont le travailleur bénéficie.

Les visites de lieu de travail avec visites des chantiers ont été régulièrement organisées.

La présence régulière du CPMT lors des réunions du Comité de Prévention et de Protection au Travail (CPPT) a permis de mettre plusieurs sujets à l'ordre du jour :

- Information sur les HAP,
- Information sur le tabac et le risque lié au CO, distribution de prospectus et dosages du CO expiré sur les membres du CPPT.
- Présentation du nouvel AR relatif aux ambiances thermiques [57],
- Présentation des fiches d'informations rédigées.

Des mesurages ambiants ont été réalisés par un client (prélèvements par pompe d'échantillonnage individuel aux soins du Conseiller en Prévention le 20 mars 2012 entre 6h et 14h) révélant une présence de particules inhalables à des taux 2 à plus de 4 fois supérieurs (respectivement 21 et 47 mg/m³) à la valeur limite (10 mg/m³). Par contre, les mesurages de chrome VI étaient bien en-dessous des valeurs limites et aucune particule de silice cristalline ou FCR n'ont été retrouvées. Les poussières étaient composées majoritairement d'oxydes de calcium, de silicium et de magnésium.

D'autres actions de prévention seront menées dans les mois suivants.

X. CONCLUSIONS

Le métier de maçon-fumiste expose le travailleur à de nombreuses substances dont certaines sont cancérogènes. Nous avons, ces dernières années, adapté l'analyse de risques et la surveillance médicale des travailleurs de notre entreprise.

Les données épidémiologiques concernant les FCR étant limitées, elles n'ont pas permis à ce jour une évaluation adéquate du risque de cancer tout en tenant compte des facteurs confondants (asbeste et tabac). Des études complémentaires sur les procédés de retrait des FCR (ayant les pics d'exposition les plus importants) et sur l'exposition à de faibles doses de fibres doivent être menées. En attendant, les travailleurs doivent bénéficier d'une surveillance de santé adaptée et semblable à une exposition à l'amiante. Nous devons également développer nos connaissances quant aux nanofibres et à leur pathogénicité.

Des actions d'information des employeurs, des travailleurs et même des médecins traitants doivent être poursuivies dans le cadre de la prévention des risques et notamment ceux liés à l'exposition aux fibres.

XI. BIBLIOGRAPHIE

- [1] <http://www.languefrancaise.net/bob/detail.php?id=3082>. Consulté le 16 juin 2012.
- [2] <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/fumiste/35571>. Consulté le 16 juin 2012.
- [3] Maçon Fumiste. FAST n°09.01.91. Groupement National Multidisciplinaire de Santé au Travail dans le BTP. 2010.
- [4] Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales.
<http://www.cnrtl.fr/lexicographie/fumiste>. Consulté le 16 juin 2012.
- [5] INRS. Fiche d'aide au repérage. Maçon fumiste. FAR 10. 2008.
- [6] INRS. Les fibres céramiques réfractaires. ED 109. 2008.
- [7] Directive 97/69/CE de la Commission du 5 décembre 1997 portant vingt-troisième adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE du Conseil concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses.
http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_397L0069.html Consulté le 28 décembre 2012.
- [8] Ricaud M. Les fibres minérales artificielles. INRS. 2008.
- [9] AFSSET. 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. 2007.
- [10] IARC. Man-made vitreous fibres. Volume 81. 2002.
- [11] Institut de Veille Sanitaire. Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres minérales artificielles. Matrices emplois-expositions aux fibres minérales artificielles : laines minérales, fibres céramiques réfractaires.

- [12] Maxim LD, Allshouse J, Fairfax RE, Lentz TJ, Venturin D, Walters TE. Workplace monitoring of occupational exposure to refractory ceramic fiber--a 17-year retrospective. *Inhal Toxicol.* 2008;20:289-309.
- [13] INRS. Fibres céramiques réfractaires. Isolation et protection thermique en milieu industriel. ED 6085. 2011.
- [14] Costa R, Orriols R. Man-made mineral fibers and the respiratory tract. *Arch Bronconeumol.* 2012;48:460-8.
- [15] Conseil Supérieur d'Hygiène. Avis concernant les fibres céramiques réfractaires. Publication n°8119. 2007.
- [16] National Toxicology Program. Ceramic fibers (respirable size). *Rep Carcinog.* 2011;12:89-90.
- [17] Bernstein DM. Synthetic vitreous fibers: a review toxicology, epidemiology and regulations. *Crit Rev Toxicol.* 2007;37:839-86.
- [18] INSERM. Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante. Inserm, Expertise collective, 1999.
- [19] IARC. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–106. 2012.
- [20] Classification européenne des substances cancérogènes. <http://www.cancer-environnement.fr/222-Classification-europeenne.ce.aspx> Consulté le 20 décembre 2012.
- [21] Utell MJ, Maxim LD. Refractory ceramic fiber (RCF) toxicity and epidemiology: a review. *Inhal Toxicol.* 2010;22:500-21.
- [22] Mahoux P. Proposition de loi relative aux valeurs limites d'exposition contraignantes et spécifiques pour tous les produits de substitution à l'amiante et autres produits dangereux. Document législatif n°5-250/1. Sénat de Belgique. 2010.
- [23] Walker AM, Maxim LD, Utell MJ. Are airborne refractory ceramic fibers similar to asbestos in their carcinogenicity? *Inhal Toxicol.* 2012;24:416-24.

- [24] Lockett JE, Roggli VL, Hilbert TJ, Rice CH, Levin LS, Borton EK, Biddinger PW, Lemasters GK. Biopersistence of refractory ceramic fiber in human lung tissue and a 20-year follow-up of radiographic pleural changes in workers. *J Occup Environ Med.* 2012;54:781-8.
- [25] LeMasters GK, Lockett JE, Yiin JH, Hilbert TJ, Levin LS, Rice CH. Mortality of workers occupationally exposed to refractory ceramic fibers. *J Occup Environ Med.* 2003;45:440-50.
- [26] AFNOR. Air des lieux de travail. Détermination de la concentration en nombre de fibres par microscopie optique en contraste de phase – Méthode du filtre à membrane. Norme XP 43-269. 2002.
- [27] Arrêté Royal du 19 mai 2009 modifiant l'AR du 11 mars 2002 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail. *Moniteur Belge* 11 juin 2009.
- [28] Institut de Veille Sanitaire. Présentation d'une matrice emplois-expositions aux fibres céramiques réfractaires. Quelques applications à un échantillon de population en France. 2012.
- [29] Linnainmaa M, Kangas J, Mäkinen M, Metsärinne S, Tossavainen A, Sääntti J, Veteli M, Savolainen H, Kalliokoski P. Exposure to refractory ceramic fibres in the metal industry. *Ann Occup Hyg.* 2007;51:509-16
- [30] Règlement (CE) N° 1272/2008 du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006.
- [31] Daras J, Dua V. Proposition de loi relative à l'amiante et aux composés de l'amiante. Document législatif n°1-522/1. Sénat de Belgique. 1997.

<http://www.senate.be/www/?MIval=/publications/viewPub.html&COLL=S&LEG=1&NR=522&VOLGNR=1&LANG=fr> Consulté le 28 décembre 2012.

[32] Arrêté Royal du 3 février 1998. Arrêté Royal limitant la mise sur le marché, la fabrication et l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses (amiante). Moniteur Belge, 21 février 1998.

[33] Arrêté Royal du 23 octobre 2001. Arrêté Royal limitant la mise sur le marché et l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses (amiante). Moniteur Belge, 30 novembre 2001.

[34] SPF Emploi, Travail et Concertation sociale.

<http://www.emploi.belgique.be/defaultTab.aspx?id=3400#I,5> Consulté le 28 décembre 2012.

[35] Arrêté Royal du 16 mars 2006 relatif à la protection des travailleurs contre les risques d'exposition à l'amiante. Moniteur Belge, 23 mars 2006.

[36] Černá S, Hurbánková M, Kováčiková Z, Beno M, Wimmerová S. Lung cytotoxicity of combined exposure to refractory ceramic fibres and cigarette smoke. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2005;149:381-4.

[37] Conférence de Consensus. Elaboration d'une stratégie de surveillance médicale clinique des personnes exposées à l'amiante. 1999.

[38] INRS. Amiante : l'essentiel. DW 06. 2009.

[39] Arrêté Royal du 13 juin 2005. Arrêté royal relatif à l'utilisation des équipements de protection individuelle. Moniteur Belge, 14 juillet 2005.

[40] Arrêté Royal du 28 mai 2003. Arrêté royal relatif à la surveillance de la santé des travailleurs. Moniteur Belge, 16 juin 2003.

[41] International Labour office. Guidelines for the use of the ILO international classification of radiographs of pneumoconiosis. Revised edition. 2000.

- [42] Nadeau D. Surveillance médicale des travailleurs exposés à la silice. Guide de pratique professionnelles. Comité médical provincial en santé au travail du Québec. 1996.
- [43] Wagner GR. Exposition des travailleurs aux poussières minérales : dépistage et surveillance. OMS. 1998.
- [44] FARES. Recommandations concernant le dépistage ciblé et le traitement de l'infection tuberculeuse latente. 2003.
- [45] Lauwerys R. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 5^e édition. Masson. 2007.
- [46] Bégin R, Ostiguy G, Filion R, Colman N, Bertrand P. Computed tomography in the early detection of asbestosis. *Br J Ind Med*. 1993;50:689-98.
- [47] Brichet A, Tillie-Leblond I, Wallaert B, Tonnel AB. Silicose et pneumoconiose du mineur de charbon. *Encycl Méd Chir, Pneumologie*, 6-039-T-60,2000,12.
- [48] Conner PR. Experience with early detection of toluene diisocyanate-associated occupational asthma. *Appl Occup Environ Hyg*. 2002;17:856-62.
- [49] Fishwick D, Barber CM, Bradshaw LM, Harris-Roberts J, Francis M, Naylor S, et al. Standards of care for occupational asthma. *Thorax*. 2008;63:240-50.
- [50] Gautrin D, Ghezze H, Infante-Rivard C, Malo JL. Natural history of sensitization, symptoms and occupational diseases in apprentices exposed to laboratory animals. *Eur Respir J*. 2001;17:904-8.
- [51] Mackie J. Effective health surveillance for occupational asthma in motor vehicle repair. *Occup Med (Lond)*. 2008;58:551-555.
- [52] Gordon SB, Curran AD, Murphy J, Sillitoe C, Lee G, Wiley K, Morice AH. Screening questionnaires for bakers' asthma – are they worth the effort? *Occup Med (Lond)*. 1997; 47:361-6.

- [53] Note stratégique pour le futur de la médecine du travail en Belgique. Une position commune des représentants des associations B.B.v.Ag.-A.P.B.M.T., V.W.V.A., S.S.S.T., V.V.I.B.-A.M.T.I. Version finale. 2012.
- [54] Baker EL. Sentinel Event Notification System for Occupational Risks (SENSOR): the concept. Am J Public Health. 1989;79 Suppl:18-20.
- [55] Meyer JD, Holt DL, Cherry NM, McDonald JC. SWORD '98: surveillance of work-related and occupational respiratory disease in the UK. Occup Med (Lond). 1999;49:485-9.
- [56] COPREV. Code de bonnes pratiques. Amiante. 2007.
- [57] Arrêté Royal du 4 juin 2012. Arrêté royal relatif aux ambiances thermiques. Moniteur Belge, 21 juin 2012.

XII. ANNEXES

Annexe 1 : Liste des produits et matériaux.

Annexe 2 : Questionnaire respiratoire.

Annexe 3 : Les espaces confinés.

Annexe 4 : Le travail à la chaleur.

Annexe 1.

Nom du produit	Forme	Usage	Composition chimique	%
Oxydur Liq. UP 82 I Oxydur PTB-E Liq. I	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	Polyalcools	NS 70
Oxydur Powd. E	Poudre	Préparation de ciment anti-acide	Silice	NS
Oxydur Liq. VE-V II	Liquide	Préparation de ciment anti acide	- TDI - Butylacétate	< 0,5 33
Oxydur PTB Liq. II	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	MDI	100
Oxydur Liq. UP 82 II	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- MDI - Trisphosphate	0,5 50
Oxydur Liq. K 560 I	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	Xylène	60
Oxydur Liq. K 560 II	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Polyisocyanates - Xylène - Ethoxy/Méthoxy propylacétate	40 < 0,5 NS
Oxydur Liq. K 425 I	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	Styrène	33
Oxydur Liq. K 425 II	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Styrène - Xylène - Ethylbenzène - TDI	33 11 < 0,33 2
Oxydur Liq. A	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	Styrène	40
Oxydur Liq. VE-V I	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Styrène - Résine époxyde	40 60
Oxydur Liq.VE-L	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Styrène - Résine époxyde	35 60
Oxydur Hardener 20	Poudre	Préparation de ciment anti-acide	Dibenzoyl peroxyde	20
Oxydur Cement Powder	Poudre	Préparation de ciment anti-acide	- Silice - Dibenzoyl peroxyde	- NS - < 0,5
Oxydur Accelerator OF	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Trisphosphate - Dibutylphtalate - Diméthylaniline	- 50 - 40 - 4,5
Furadur Cement Powder	Poudre	Préparation de	- Silice	- NS

		ciment anti-acide	- Urée	- 2-3
Oxydur Primer ST	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Styrène - Résine époxyde	- 40-50 - 50-60
Furadur Cement Liquid	Liquide	Préparation de ciment anti-acide	- Alcool furfurylique - Formaldéhyde	- -
Calde Stix 151	Poudre	Mortier réfractaire	- Chamotte ou mullite - Alumine - Bauxite - Andalousite - Zircon - Kaolinite	- 25-50 - 10-25 - 10-25 - 10-25 - 2,5-10 - 2,5-10
Autec 948 SP, Gunec 385, Gunec 404 ALAG, Gunec 604, Vibrec 835 F	Poudre	Béton réfractaire	Matériaux réfractaires NS	
Semisolec 1300	Poudre	Mortier (coulis)	- Chamotte - Ciment alumineux - Kaolinite	- 50-100 - 20-50 - 2,5-10
Tilebond 402 Part A Hardener	Gel thixotrope	Résine anti-usure (mortier)	- Nonylphénol - Tetraecyclamine - 2,4,6-triphenol - trimethylhexaméthylène Diamine - Methyl Isobutyl Cétone	- 20-30 - 7-10 - 3-5 - 7-10 - 1-3
Tilebond 402 Part B Base	Résine	Mortier anti-usure	- Bisphenol A	- 40-80
Kalcret	Poudre	Béton anti-usure	- Oxyde d'aluminium - Mullite - Matrice de verre - Titanate d'aluminium - Silicone - Aluminate de calcium	- 70-90 - <10 - <10 - <3 - <10 - 15-30
Insulcrete 22	Poudre	Béton anti-usure	- Silicate d'aluminium - Aluminate de calcium - Vermiculite - Verre fibreux	- 30-60 - 30-60 - 10-30 - 1-5
Insulcrete K26	Poudre	Béton anti-usure	- Oxyde d'aluminium - Aluminate de Calcium - Silicate d'aluminium	- 60-100 - 10-30 - 10-30
Optishot 85	Poudre	Béton anti-usure	- Oxyde d'aluminium - Silicate d'aluminium - Silice amorphe - Aluminate de calcium	- 60-100 - 10-30 - 5-10 - 1-5

Q-Crete 25HS	Poudre	Béton anti-usure	- Mullite - Aluminate de calcium - Argile	- 60-100 - 30-60 - 1-5
Q-Crete 32-70	Poudre	Béton anti-usure	- Bauxite - Silicate d'aluminium - Silice - Aluminate de calcium	- 60-100 - 5-10 - 1-5 - 5-10
Q-Crete 65AL	Poudre	Béton anti-usure	- Bauxite - Argile - Aluminate de calcium - Silice amorphe	- 60-100 - 5-10 - 5-10 - 1-5
Sokabel 4, Sokabel 8P, Sokacol 20	Pâte	Coulis de maçonnerie	- Alumine - Silice	NS
Cerez 600 XS	Résine époxy	Anti-acide	Bisphénol A	<30
Alsitra 1260, Alsitra 1400, Alsitra 1430 Z	Solide (fibreuse)	Isolant réfractaire	- Alumine - Silice - Zircon	- 35-50 - 45-50 - 0-15
Altra 72, Altra 80, Altra 97	Solide (fibreuse)	Isolant réfractaire	- Alumine - Mullite	- 70-97 - 3-30
Pentadol S	Solide	Isolant réfractaire	Oxyde de calcium et de magnésium	80-100
Arelcrete 1200HSGM, Arelcrete ICVF GM	Poudre	Anti-usure	- Silicate d'aluminium - Aluminate de calcium - Quartz	NS
Arelcrete AFM GM	Poudre	Anti-usure	- Alumine - Silicate d'aluminium - Aluminate de calcium - Silice amorphe - Quartz	NS
Sigunit 49 AF	Poudre	Ciment de gunitage	- Sulfate d'aluminium - ciment - calcaire	- 50-75 - 25-35 - 1-5
Silirub 2, Silirub HT	Pâte	Mastic d'étanchéité Anti usure	- Butane-2-one-O,O',O"- (vinylsilyldyne)trioxime - 2-butanone-oxime - Butane-2-one-O,O',O"- (méthylsilyldyne)trioxime	- 0,1-<1 - 0,1-<1 - 0,1-<1
Silirub AC	Pâte	Mastic d'étanchéité	- Gazole - Triacétoxyéthylsilane - Benzène	- <10 - 1-5 - < 0,1

Surface Activator	Liquide	Nettoyant	- Propane-2-ol - Tetraisopropanolate de titane	- >25 - <20
Aluboard 607, Board 607-75, Board 607-85, Board 607 LTI, H Board 607, Blok 607-800, Blok 607-1000, Blok 607-1100, Firemaster Board 607-350, Firemaster Board 607-550	Solide	Panneaux de laine d'isolation haute température	- <u>FSAT</u> : Silice Oxydes de calcium et magnésium Alumine, dioxyde de titane, dioxyde de zirconium	- 10-90 10-90 50-82 18-43 <6
Board 1260 EXLB, Board 1260 XLB-TYPE 1, Board 1260 EXLB-TYPE 2, Board 1400 EXLB	Solide	Panneaux d'isolation thermique	- <u>FCR</u> : Silice Alumine Zircone Oxyde de chrome III - Graphite - Silicate d'aluminium et de magnésium	- 20-80 48-60 25-55 <16 <3 - 1-50 - 0-65
JM 20, JM 23, TC 115, TC 130, TC 135	Solide	Briques réfractaires poreuses isolantes	- Silicate de calcium - Silicate d'alumine - Quartz	- >70 - 0-40 - 0-5
TC 26, TC 140, TC 140 HS, JM 26, JM 28, JM 30, JM 32	Solide	Briques réfractaires poreuses isolantes	- Oxyde d'aluminium - Silicate d'aluminium - Quartz	- 40-80 - 30-70 - 0-5
Cerafibre, Cerablanket, Cerachromefiber, Cerachrome Blanket, Cerachem Fiber, Cerachem Blanket, Enfil HP, Enfil Z, Kaowool Fibre, Kaowool Blanket, Pyrobloc H, Pyrobloc R, Pyrobloc Y, Saber Bloc, Pyro-Log H, Pyro-Log R, Ultrafelt, Z-Blok, Thermo-Bloc Module, Teknoblanke FBK 1260/1450, Teknoblok FBK 1260/1450, Teknowool FBK 1260/1450, Bulk fibres L-2, L-2/1, L-3 et L-3/1, Blanket MT2 et MT3	Fibres	Isolation thermique	- <u>FCR</u> : Silice Alumine Zircone Oxyde de chrome III	- 100 48-60 25-55 <16 <3
Cerapaper, Kaowool 1260 Paper, Kaowool 1400 Paper, Kaowool Flexi-Felt, Kaowool 1260 Waterproof Paper, Kaowool 1260 Ceramic Felt	Papier	Isolation thermique	- <u>FCR</u> : Silice Alumine Zircone Oxyde de chrome III	- 70-98 48-60 25-55 <16 <3
Ceraboard 100 PT-2 et PT-3, Ceraboard 115, Ceracarton 100, Ceraform 100/200/250/400/1000/1400, HS-45 Board, Kaowool Boards CT/HD 14/1260/1260 CBE/1260 STRONG/1260 HS/1260 SHD/1260 Double Binder/1400 SHD/1400 S, Kaowool 1260 Mixes, Kaowool Shapes CT/HD 14/1260/1260 CBE/1260 STRONG/1260 HS/1260 SHD/1260 Double Binder/1400 SHD/1400 S, Teknoboard FBK 1260/FBK 1450/FBK 1600, Teknoshapes FBK 1260/FBK 1450, Procast AH/R1260/R1260 DL 110/HT 1400/Kapysal/Pièces de forme : KW-3	Panneaux ou formes	Isolation thermique	- <u>FCR</u> : Silice Alumine Zircone Oxyde de chrome III	- 15-90 48-60 25-55 <16 <3
Cerafelt	Feutre	Isolation thermique	- <u>FCR</u> :	- 90

			Silice Alumine Dioxyde de zirconium Oxyde de chrome III - Résine phénol-formaldéhyde	45-60 28-55 <16 <18 - 10
JM 375, JM 460, JM 500	Poudre	Ciment réfractaire à base de fibres	- Laine minérale - Argile - Ciment d'aluminate de calcium -Additif inorganique inerte	- 2-35 - 10-90 - 40-50 -20-40
Fibre Superwool 607, Superwool 607 blanket, Superpak 607, Pyro-Bloc 607, Pyro-Log 607, Z-Blok 607, Thermo-Bloc Module 607	Fibres (pieces découpées et modules)	Isolation réfractaire	- <u>FSAT</u> Silice Oxydes de calcium et magnésium Alumine, dioxyde de titane, dioxyde de zirconium	- 100 50-82 18-43 <6
Fireclay 10J/12P/ISE/26P/28E /28J/29J/31E/31J/31P/41P/42P	Pièce de forme	Isolation réfractaire	- Silicate d'alumine - Cristobalite - Autre matériau inorganique	- <50 - 0-6 - 20-80
Hot Bond 30/40/55/85, Dry Blakite, Dry JM 2600, HBR 40/70.	Poudre	Ciment briques réfractaires	- Silicate d'alumine - Alumine - Argile - Silicate de sodium	- 15-80 - 0-70 - 10-25 - <10
Kaobond 85C	Poudre et granulats	Béton réfractaire	- Silicate d'alumine - Alumine - Fumée de silice - Argile	- 80-90 - <10 - <10 - <5
Kaowool 1600 Paper	Papier	Isolation thermique	- Fibre polycristalline - Laine minérale - Laine organique	- 80-100 - 0-10 - 3-10
Kaowool 1400 / 1500 AK / 1600 / 1600 DH / 1600 R / 1600 SPECIAL / 1700 FS, GR 1600/1600 ST	Panneaux ou formes	Isolation réfractaire	- <u>FCR</u> : Silice Alumine Dioxyde de zirconium Oxyde de chrome III - Fibres polycristallines - Silice colloïdale	- 10-80 48-60 25-55 <16 <3 - 6-65 - 0-40
JM 2200, JM 2600, JM 3300, Blakite, Blakite SM, Superblakite, Fire Cement, Tecnobond 145/165S/BX	Poudre	Mortier réfractaire	- Silicate d'alumine - Alumine - Silicate de sodium - Argile	- 30-70 - 0-20 - 20-30 - 5-40

Phoscrete Cast/Gunn	Granules	Béton de gunitage	- Alumine - Cristobalite - Oxyde de magnésium - Quartz - Dioxyde de titane	- 10-65 - 0-19 - 3-6 - 0-20 - 0-2
Belcolle MS	Suspension visqueuse	Ciment	- Kaolinite - Quartz - Silicate de sodium	- 10-20 - 20-40 - 10-20
Surebond 70WAE	Suspension visqueuse	Ciment	- Kaolinite - Mullite - Oxyde d'aluminium - Silicate de sodium	- 10-20 - 5-10 - 40-60 - 1-5
Cemex	Liquide	Nettoyant, détartrant de sols	Acide chlorhydrique	15-30
Britox Plus	Liquide	Nettoyant, détartrant de sols	Acide chlorhydrique	NS
Acétone	Liquide	Dégraissage de colles, silicone	Acétone	100
Altradan Plus	Liquide	Nettoyant	Agents tensioactifs non ioniques et cationiques	NS
Alual Cast 62	Mixture	Béton réfractaire	Andalusite Chamotte	NS
Arrow Plan	Liquide	Détergent pour machine à haute pression	Distillats légers de pétrole	NS
Autocryl Plus LV Thinner	Liquide	Solvant	- 2,4-pentanedione - Heptane-2-one - 5-méthylhexane-2-one - Solvant Stoddard (naphta)	- 25-50 - 10-25 - 10-25 - 0-1
Diesel/Mazout	Liquide	Carburant	Mazout n°2	100
Compaktuna Pro	Liquide	Additif pour mortiers	Copolymères de vinyl	NS
Diluant V16	Liquide	Solvant	- Xylène - Ethylbenzène	- 70-75 - 20-25
Heptane	Liquide	Solvant	Heptane	100
Nabalox	Poudre	Ciment réfractaire	Alumine	>99,5
P 303 Partie A	Liquide	Préparation pour mortier	- Bisphénol A - Ether diglycidique de l'hexane-1,6-diol	- 25-50 - 2,5-10
P 303 Partie B	Liquide	Résine époxy pour mortier	- M Xylènediamine - Diéthylènetriamine - Nonylphénol	- 0-2,5 - 2,5-10 - 0-2,5

			- Bisphénol A - Ethylèneglycol - Naphte léger - 2,3,4-triméthylhexane-1,6-diamine	- 0-2,5 - 0-2,5 - 0-2,5 - 2,5-10
Pétrole lampant	Liquide	Carburant	Kérosène	>99
Pétrole lampant type B	Liquide	Carburant	Kérosène hydrodésulfuré	100
Promasil 1000/1100	Panneaux et formes	Isolant réfractaire	Silicates de calcium	NS
Shell Mould Oil MP	Liquide	Huile	Distillats paraffiniques légers	80-100
Tablonet	Liquide (aérosol)	Nettoyant	- Butane - Propane - Propane-2-ol - Ammoniaque - Morpholine	- 1-10 - 1-10 - 1-10 - < 0,1 - <1
Tectyl 122 A	Liquide	Revêtement imperméabilisant	- Essence lourde - Composés d'ammonium quaternaire et bentonite	- 40-50 - 2,5-5
Thinner cellulosique F-X	Liquide	Solvant	- Toluène - Acétone	- > 12,5 - >20
Dolset S4	Solide	Isolant réfractaire	Oxydes de magnésium et calcium	50-100
Ecoflow 33B82, Ekokast 33B02	Poudre	Matériau réfractaire	Quartz	1-2
Jacolit TDF 60 AP	Poudre	Ciment réfractaire	- Alumine - Oxyde de calcium - Silice - Dioxyde de titane - Oxyde de fer	- 60 - 1,6 - 35 - 1,3 - 1
ER 1681, ER 1651, ER 1682, ER 1621, ER 1685, ER 1711, ER 1851, ZAC 1681, ER 2001	Pièce de forme	Réfractaire pour industrie verrière	- Zircon - Verre - Alumine Traces d'éléments radioactifs d'origine naturelle : U + Th	- 15-45 - 10-40 - 45-72 <0,05
Erplast 05 Cement	Poudre	Ciment réfractaire	- Alumine - Zircon - Silice - P2O5 d'acide phosphorique 75% Traces d'éléments radioactifs d'origine naturelle : U + Th	- 50 - 28 - 15 - 3 <0,05
TH 1400/1500/1600	Pâte	Ciment réfractaire	- Alumino-silicates	- 10-30

			- Kaolinite - Silicate de soude - Quartz - Alumine	- 10-30 - 5-10 - 10-20 - 0-10
Erchrom 30 Mortar/Castable	Poudre	Ciment réfractaire en verrerie	- Cr2O3 - Alumine - Zircon - Silice Traces d'éléments radioactifs d'origine naturelle : U + Th	- 30 - 45,5 - 14,5 - 9 - <0,05
Erchrom 60 cast	Poudre	Béton réfractaire	- Cr2O3 - Alumine - Zircon - Silice	- 60 - 17 - 12 - 8
Erplast Z	Poudre	Ciment réfractaire En verrerie	- Zircon - Silice - P2O5 d'acide phosphorique 75% Traces d'éléments radioactifs d'origine naturelle : U + Th	- 60 - 31 - 4 - <0,05
Ersol 50/06/04	Poudre	Béton isolant verrierie	- Alumine - Zircon - Silice	- 45-55 - 25-35 - 15-25
Insulfrax	Solide (papier, feutre, pièces,...)	Isolant réfractaire	- <u>FSAT</u> : Silice Oxydes de Mg et Ca	- 100 60-70 30-40
Isofrax	Solide (papier, feutre, pièces,...)	Isolant réfractaire	- <u>FSAT</u> : Silice Oxyde de Mg	- 100 70-80 18-27
Resistit SR885 0-6	Solide	Isolation thermique	- Alumine - Cr2O3 - monoaluminiumphosphate	- 60-70 -20-30 - 5-10
Resistit ZM160P 0-1	Solide	Isolation thermique	- Alumine - silicate de zirconium - ciment alumineux - acide phosphorique	- 40-50 - 30-40 - 10-20 - 5-10
RPR-SC	Poudre	Mélange réfractaire pour gunitage	- Oxyde de silicium - Silicium - Oxyde de calcium	- >75 - <16 - <9
RPR-SL	Liquide	Mélange pour gunitage	- Résine de silicone - Xylène	- >60 - <20

			- Naphte - Ethylbenzène - tetra(triméthylesiloxy) silicone - n-Hexane	- <10 - <10 - <10 - <10
Acide acétique	Liquide	Neutraliser l'oxydation du chrome 3 en 6, pulvérisé lors du démontage de fours	Acide acétique	

Annexe 2.

Questionnaire sur les symptômes respiratoires

Date :

Nom, Prénom :

Entreprise :

Durant les 4 dernières semaines :

Avez-vous ressenti des difficultés à respirer ou une oppression thoracique ? OUI – NON

Avez-vous entendu des sifflements durant la respiration ? OUI – NON

Avez-vous eu une toux régulière ou persistante ? OUI – NON

Avez-vous développé une éruption cutanée ? OUI – NON

Si vous avez répondu OUI à une des questions ci-dessus, répondez aux questions suivantes :

Si vous montez rapidement les escaliers ou faites de la course, est-ce que vous avez

Des sifflements ? OUI – NON

De la toux ? OUI – NON

Une oppression dans le thorax ? OUI – NON

Est-ce que votre sommeil est interrompu par

Des sifflements ? OUI – NON

Une difficulté à respirer ? OUI – NON

Est-ce que vous vous réveillez le matin avec

Des sifflements ? OUI – NON

Une difficulté à respirer ? OUI – NON

Est-ce que vous avez des sifflements

Si vous êtes dans une pièce enfumée ? OUI – NON

Dans un endroit très poussiéreux ? OUI – NON

Le weekend ou pendant les congés, c'est MIEUX, LE MÊME ou PIRE ? (entourez la réponse adéquate)

Est-ce que cela arrive lorsque vous êtes exposés à une substance particulière ou lors d'un certain processus ? OUI – NON

Si oui, lequel ?