

Maladies professionnelles

Silice

Tableau n° 25 : Pneumoconioses consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre.

Tableau n° 25 bis : Affections non pneumoconiotiques dues à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre.

INTRODUCTION : Cette fiche est la première d'une série consacrée aux maladies professionnelles et à leurs facteurs déclenchants. A destination des médecins du travail et des chefs d'entreprise, elle va leur permettre d'élaborer plus sûrement la politique de prévention de l'entreprise. Ils y trouveront des lieux et professions exposés ainsi que la démarche prévention, déclinée selon les principes généraux de prévention. Une large part est faite aux modes d'action des produits ou facteurs physiques sur le corps humain et à la pathologie inhérente à l'exposition. Elle sera une aide précieuse à la rédaction des plans particuliers de sécurité et de protection de la santé.

La signification des mots signalés par un astérisque * est exposée dans un glossaire situé en fin de fiche.

I - DÉFINITION DE LA NUISANCE ET DU RISQUE

La silice libre est un oxyde de silicium SiO_2 . C'est une substance solide peu réactive.

La silice libre existe sous deux formes principales : **amorphe** ou **cristalline**. La forme pathogène est la forme cristalline (quartz, tridymite, cristobalite) que cette silice soit pure ou qu'elle soit associée à d'autres agents (charbon, minerai de fer, graphite...).

Cette organisation cristalline est très complexe. Elle résulte des conditions différentes du refroidissement de la roche après fusion. La silice se trouve dans les roches cristallines riches en quartz : grès, granit, gneiss, sable, terres réfractaires, terres à diatomées, schistes (ardoises), silicates divers : argiles (ocres), kaolin, talc, mica, feldspath.

Le sable ordinaire est, sous forme granuleuse, non ou peu pathogène. Mais le choc (projection du sablage, utilisation d'engin mécanique de forte puissance) ou le chauffage (moules de fonderie) peuvent lui donner une forme pathogène. Une variété particulière est la terre à diatomées, utilisée comme poudre abrasive.

II - LE RISQUE : OÙ LE TROUVE-T-ON ?

Les tableaux n° 25 et 25 bis du régime général de la Sécurité Sociale comportent, en 3^{ème} colonne, une liste indicative de travaux susceptibles de provoquer les maladies faisant l'objet des deux tableaux. La liste que nous présentons ne concerne que les métiers du BTP et n'est pas exhaustive.

Ces travaux exposant à la silice font l'objet d'une surveillance médicale spéciale des salariés (Art. R. 241 48 & 50 du Code du travail) et doivent donc **obligatoirement** être déclarés par le Chef d'Etablissement au Médecin du travail.

III - VOIE D'ENTRÉE DANS L'ORGANISME ET CONSÉQUENCES

III.1 - Caractéristiques physico-chimiques

L'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre expose l'ensemble de l'appareil respiratoire. Les caractéristiques physico-chimiques influencent considérablement les effets, ainsi la nocivité des particules est fonction de plusieurs facteurs :

La nature des particules

Le pouvoir pathogène de la silice varie en fonction de son organisation atomique : la silice amorphe (verre) possède un pouvoir fibrosant beaucoup moins important que les diverses formes cristallines (quartz tridymite cristobalite).

La silice a également une action chimique toxique sur le tissu pulmonaire.

De même, des sites actifs responsables de la toxicité cellulaire, ont été décrits à la surface de la silice.

La taille des particules

Pour ces particules grossièrement sphériques, l'effet pathogène est d'autant plus important que la dimension des particules est faible (moins de 5 micromètres* (μm)). En effet, seules les particules de moins de 5 μm atteignent les alvéoles pulmonaires (particules alvéolaires*).

La quantité de particules inhalées

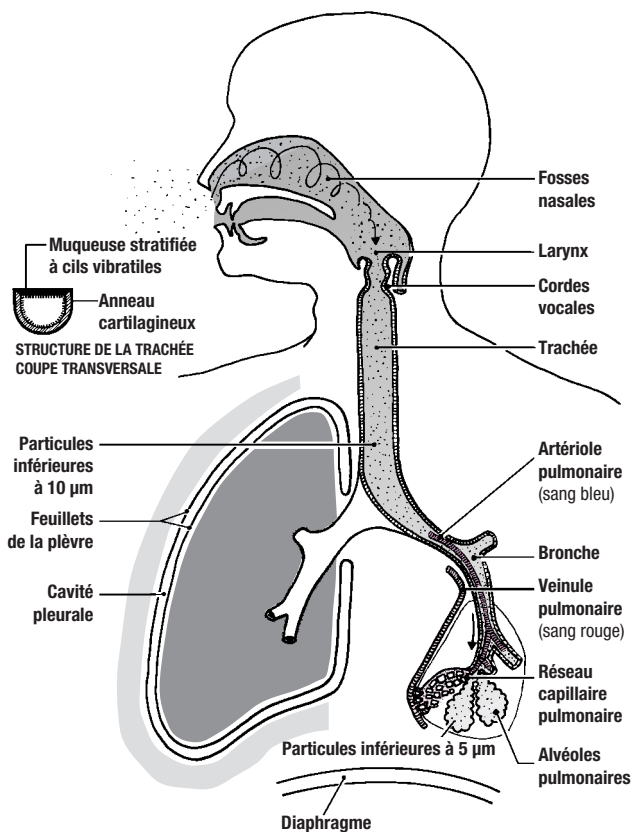
Elle dépend de leur concentration dans l'air au poste de travail et de la durée d'exposition.

En outre, l'action des poussières sera modulée par des facteurs individuels (hyperventilation lors de l'effort musculaire, moyens de défense de l'organisme...) ; ceci explique l'inégalité des effets pour une même exposition.

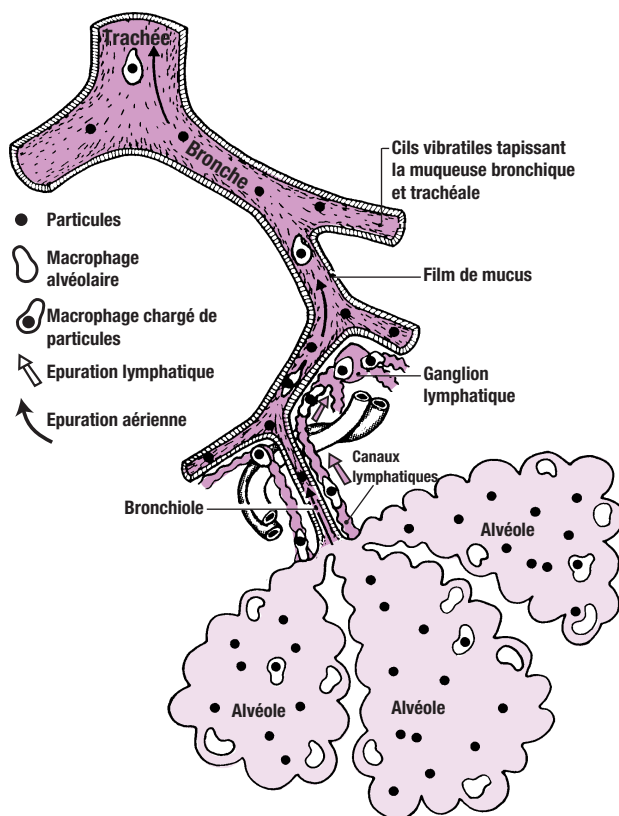
Travaux exposant à l'inhalation des poussières renfermant de la silice libre (tirés du tableau n° 25 des maladies professionnelles)	Lieux exposés	Professions exposées
Travaux de forage, d'abattage, d'extraction et de transport de minerais ou de roches, renfermant de la silice libre	Creusement conventionnel de galerie, terrassement de route, enfouissement de ligne, reprise en sous œuvre, travaux géologiques, travaux de ponçage Centrale à béton	Mineur T.P., foreur, sondeur, puisatier, terrassier Conducteur d'engin T.P. (brise-roche) Boute-feu Conducteur de centrale
Concassage, broyage, tamisage et manipulation effectués à sec de minerais ou de roches renfermant de la silice libre	Centrale de concassage pour travaux routiers	Personnel de centrale et d'entretien
Taille et polissage de roches renfermant de la silice libre	Voies et réseaux divers, construction, entretien, réhabilitation de monuments	Poseur de bordure, tailleur de pierre, habilleur de façade, paveur, graveur sur pierre
Travaux de ponçage et sciage à sec de matériaux renfermant de la silice libre	Ponçage, sciage à sec de béton, ragréage de paroi en béton	Manœuvre, maçon
Extraction, refente, taillage, lissage et polissage de l'ardoise	Travaux de couverture	Couvreur
Travaux de meulage, polissage, aiguisage effectués à sec, au moyen de meules renfermant de la silice libre	Entretien d'outils de menuiserie, d'atelier mécanique ; Métallerie	Affûteur Mécanicien
Travaux de décapage ou de polissage au jet de sable	Tous travaux de sablage de charpente, de façade...	Sableur, étanchéiste, ravaleur
Travaux de construction, d'entretien et de démolition exposant à l'inhalation de poussières renfermant de la silice libre	Travaux d'entretien, de démolition de fours et de cheminées industrielles (1) Projection de béton	Maçon-fumiste, lanceur thermique Personnel de maintenance et d'entretien de fours industriels Porte lance
Travaux non classables		<ul style="list-style-type: none"> - Soudeurs à l'arc de produits contenant de la silice - Menuisiers (bois ayant poussé sur des terrains contenant de la silice) - Miroitiers - Electricien (rainurage) - Personnel assurant le nettoyage en fin de chantier - Personnel assurant la pose, l'entretien de voies ferrées en exploitation, en tunnel

(1) En se refroidissant, les fibres céramiques qui garnissent les fours industriels libèrent de la silice libre (cristobalite).

Arbre respiratoire



Mécanismes d'épuration physique



III.2 – Les moyens de défense

Le poumon comporte différents systèmes de défense, complémentaires (mécaniques, immunitaires et bio-enzymatiques).

Les plus grosses particules sont éliminées par l'éternuement, la toux, les sécrétions muqueuses, l'épuration microciliaire.

La pénétration de poussières de silice dans l'alvéole* entraîne de multiples interactions cellulaires avec les macrophages, lymphocytes, et polynucléaires... Les macrophages* alvéolaires restent le principal moyen de défense. Toutes ces interactions vont concourir à expliquer l'apparition de lésions pulmonaires, surtout si les moyens de défense sont dépassés.

Ainsi, l'atteinte initiale est une alvéolite* macrophagique précédant la constitution de granulomes silicotiques dans les cloisons interalvéolaires évoluant inexorablement vers la destruction du tissu pulmonaire (schéma).

Il faut souligner la possibilité de perturbations immunologiques induites par la silice probablement à l'origine de pathologies tels que : le syndrome de Caplan-Colinet et le syndrome d'Erasmus (voir chapitre pathologie).

IV - PATHOLOGIE

La silicose est une pneumoconiose* consécutive à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre, c'est une maladie respiratoire grave d'évolution lente et irréversible (10 à 30 ans).

IV.1 - Le diagnostic clinique

Il est axé sur la recherche scrupuleuse des antécédents professionnels afin de faire bénéficier le salarié d'une surveillance médicale particulière.

La maladie reste souvent latente (plusieurs années). Elle n'est pas spécifique. Il s'agit le plus souvent d'une bronchite chronique banale, avec parfois de vagues douleurs thoraciques, puis apparition progressive d'une dyspnée* d'effort évoluant vers l'insuffisance respiratoire, bien que l'état général soit longtemps conservé.

C'est donc une maladie insidieuse grave apparaissant plusieurs années après l'exposition (les deux tiers sont diagnostiquées à l'âge de la retraite).

Il existe cependant des formes évoluant très rapidement en cas d'exposition massive aux poussières de silice (sablage à sec, percement de galeries, ponçage).

IV.2 - Le diagnostic radiologique

Il est une étape essentielle permettant le dépistage de la maladie avant l'apparition des symptômes.

On observe au début de petites opacités rondes, micro-nodulaires, sensiblement de taille égale réparties dans les tiers supérieurs et moyens des deux poumons. Le scanner est le moyen de diagnostic de référence.

Par la suite, les nodules grossissent et s'agglomèrent pour constituer des masses fibreuses pseudo-tumorales bilatérales. Le tissu pulmonaire atteint subit des remaniements cicatriciels (emphysème, fibrose...). Il existe également des adénopathies* proches des

grosses bronches, denses avec calcifications parfois périphériques donnant un aspect en coquille d'œuf.

IV.3 - L'exploration fonctionnelle respiratoire (spirométrie)

Elle permet uniquement d'évaluer l'obstruction au niveau des bronches et la restriction liée au remaniement pulmonaire.

IV.4 - Les complications

Elles figurent au tableau 25 :

● **Complications cardiaques**

L'insuffisance ventriculaire droite résulte de la fibrose cicatricielle des vaisseaux pulmonaires et des conséquences de l'insuffisance respiratoire.

● **Complications pleuro pulmonaires**

– **La tuberculose** : est la complication infectieuse classique de la silicose. Elle revêt une sévérité évolutive particulière. Le diagnostic de début est délicat, il est fondé sur l'apparition d'une altération de l'état général, avec amaigrissement, parfois une hémoptysie*.

– **Nécrose cavitaire aseptique** : elle apparaît sans infection au sein des images pseudo-tumorales qu'elle creuse.

– **Aspergillose pulmonaire intracavitaire** : il s'agit de la surinfection par un champignon pathogène des cavités précédentes.

● **Complications non spécifiques**

– **Pneumothorax** : par rupture d'une bulle d'emphysème, entraîne l'irruption d'air dans la plèvre, créant douleur et gêne respiratoire aiguës.

– **Suppurations broncho-pulmonaires** : bronchites ou bronchopneumonies liées à une surinfection.

● **Autres complications**

Des perturbations immunologiques induites par la silice sont à l'origine de deux maladies :

– Le syndrome d'ERASMUS : associant la silicose à une sclérodermie* dont les complications évolutives vont aggraver l'insuffisance respiratoire.

– Le syndrome de CAPLAN-COLINET : associant la silicose à une polyarthrite rhumatoïde* avec apparition de nodules rhumatoïdes dans les périphéries du poumon.

● **Relations silicose - cancer ?**

Le classement récent de la silice libre en produit cancérogène doit faire penser à l'éventualité de l'apparition de cancer broncho-pulmonaire.

IV.5 - Traitement

Il n'y en a aucun spécifique ; l'évolution se poursuit, même après cessation de l'exposition au risque, d'où l'importance primordiale de la détection du risque et de la prévention.

V - DÉMARCHÉ DE PRÉVENTION

a) Eviter les risques :

Le risque résulte de la conjonction des éléments suivants :

- présence humaine,
- existence de silice libre cristalline,
- matériel ou mode opératoire utilisant ou générant de la silice.

On évitera donc le risque en suivant l'une de ces trois voies :

Eviter le risque	Exemples de voies de recherche
Exclure toute présence humaine	Robotisation.....Robofore, tunnelier Mécanisation....Découpe informatisée IsolementCabine pressurisée
Modifier le matériau ou le rendre inerte	Matériau deLaitier ou grenaille substitution à la place de sable
Choisir un process (mode opératoire) évitant de générer de la silice	Eviter la taillePréfabrication sur chantier en atelier

b) Evaluer le risque qui ne peut-être évité :

Les paramètres d'évaluation de la quantité de silice libre inhalée sont complexes, ils résultent du pourcentage de silice, libérable, présente dans le matériau, des caractéristiques des matériels utilisés, du confinement du lieu de travail et des facteurs individuels.

La conjugaison de ces différents paramètres ne doit pas porter la concentration de poussières alvéolaires (< à 5 µm), inhalées par un travailleur pendant huit heures, à une valeur supérieure à la valeur moyenne d'exposition, donnée par la relation :

VME < 1 où

$$VME = \frac{Cns}{Vns} + \frac{Cq}{0,1} + \frac{Ct}{0,05} + \frac{Cc}{0,05}$$

Cns : Concentration en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m³.

Vns : Valeur limite moyenne de concentration en poussières alvéolaires non silicogènes, soit actuellement 5 mg/m³.

Cq, Ct, Cc : sont respectivement la concentration en quartz, tridymite et cristobalite en mg/m³.

c) Combattre le risque à la source :

● Aspiration des poussières à la source (capter les poussières sur la machine et/ou ventilation générale du lieu de travail) :

- Humidification, vaporisation ;
- Electro abattage des poussières ;
- Forage à l'eau ou à la bentonite.

d) Adapter le travail à l'homme :

Travailler dans des conditions diminuant l'hyperventilation lors de l'effort physique, notamment on réduira la pénibilité des tâches en :

- diminuant l'effort physique :
 - amélioration des postures de travail,
 - institution de pauses,
 - limitation du port des charges,
- diminuant la contrainte thermique.

e) Tenir compte de l'état de l'évolution technique :

S'informer de l'évolution des techniques, en utilisant les innovations les plus récentes allant dans le sens de la diminution des risques (cabines pressurisées... - marteau-piqueur avec aspiration).

f) Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins :

Utiliser le découpage plutôt que le broyage lors de démolitions.

g) Planifier la prévention :

- Planifier les approvisionnements (logistique) :
Exemple : mise en place de la ventilation avant de démarrer un travail poussiéreux.
- Etablir des procédures d'intervention :
Exemple : respect en galerie des délais post-tir.
- Circonscrire les zones de danger :
Exemple : capoter les convoyeurs pour ne pas exposer les risques.
- Respecter les procédures de surveillance :
Exemple : effectuer des contrôles d'empoussièremment, vérifier l'état des filtres.
- Informer le médecin du travail et le CHSCT des expositions, en vue d'une surveillance adaptée :
 - Recueillir les résultats des contrôles d'empoussièremment
 - Organiser les secours.

h) Prendre des mesures de protection collectives en priorité sur les protections individuelles :

A ce stade des principes généraux de prévention, il s'agit de protections rapportées :

Collectives

Ventilation, capotage, aspiration mobile, arrosage.

Individuelles

Appareil filtrant classe P3 ou mieux, isolant.

i) Formation, information des salariés :

- Formation à la sécurité des salariés exposés, y compris lors des coactivités.
- Formation à l'usage des équipements de protection individuelle.
- Information sur le risque silicotique.

VI - ÉVOLUTION DU NOMBRE DE SILICOSES RECONNUES AU PLAN NATIONAL

(d'après les statistiques CNAM)

Années	BTP	Toutes professions y compris BTP
1950	214	701
1960	91	614
1970	40	521
1980	31	548
1990	12	332
1995	13	274

(dont 1 cas au tableau 25 bis)

- Tableau n° 25 : Pneumoconioses consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre (date de création 3 août 1945 - dernière modification 30 avril 1997).
- Tableau n° 25 Bis : Affections non pneumoconiotiques dues à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre (date de création 24 décembre 1992).
Sclérodémie* systémique progressive

Le tableau n° 25 définissant les critères de reconnaissance des maladies dues à l'inhalation de poussières renfermant de la silice libre a été créé en 1945.

L'analyse des statistiques des silicozes reconnues depuis cette époque permet de constater les faits suivants :

- Importance du nombre cumulé des cas exprimant la réalité du risque présent et passé.

- Diminution régulière du nombre de silicozes reconnues pour toutes les professions y compris le BTP.
- Diminution relative plus importante dans le BTP.

L'application de cette évolution comporte plusieurs facettes :

- Malgré l'importance des cas cumulés, le pragmatisme nous rappelle l'habituelle sous-déclaration des maladies professionnelles, ce qui n'est pas moins vrai pour la silicose.
- L'évolution des effectifs dans les professions exposées au risque explique en partie la diminution constatée.
- Néanmoins, il est légitime de citer les effets réels des démarches de prévention : prise de conscience du risque, évolution technologique, choix des modes opératoires intégrant la sécurité, effets des dispositifs de protection collective et individuelle.

Toutes ces démarches, parfois catalysées par des incitations réglementaires, ont permis une réduction progressive du risque, même s'il reste beaucoup de choses à faire, en particulier dans les expositions occasionnelles et aléatoires.

VII - RÉGLEMENTATION

- L. 231.2. et L. 231.3 du Code du travail
- Art. R. 241 48 et 50 du Code du travail
- Décret n° 97-331 du 10 avril 1997
- Carrières : Décret n° 94-784 du 2 septembre 1994
- Arrêté du 11 juillet 1977

GLOSSAIRE

- Adenopathies** : inflammation chronique des ganglions lymphatiques.
- Alvéoles pulmonaires** : extrémités dilatées des dernières ramifications bronchiques.
- Alvéolite** : inflammation des alvéoles pulmonaires.
- Dyspnée** : essoufflement.
- EFR** : exploration fonctionnelle respiratoire.
- Macrophage** : cellule capable d'englober des corps étrangers solides, participant ainsi à la défense de l'organisme.
- Hémoptysie** : évacuation par la bouche de sang provenant des voies respiratoires.
- Micromètre** : millième de millimètre (anciennement micron - µm).
- Pneumoconiose** : maladie pulmonaire provoquée par l'inhalation de certaines poussières.
- Poussières alvéolaires** : poussières dont les dimensions sont suffisamment faibles (inférieures à 5 µm) pour leur permettre d'atteindre l'alvéole pulmonaire.
- Sclérodémie** : maladie caractérisée par l'épaississement avec durcissement de la peau et certains tissus profonds.
- Polyarthrite rhumatoïde** : maladie chronique évolutive touchant les articulations des membres avec douleurs et déformations, conduisant à une impotence fonctionnelle.

Ont participé à cette étude :

- Dr. J.C. Abécassis** - C. Régional Paris-Ile-de-France
- Dr. J.P. Baud** - C. Régional Rhône-Alpes
- Dr. J.F. Boulat** - C. National
- Pr. P. Frimat** - C. Régional Nord-Picardie
- Dr. A. Pelé** - C. Régional Bretagne
- Dr. Ch. Siegfried** - C. Régional Nord-Est
- Mme M. Ch. Michel** - C. National - Ingénieur au service technique

25

RÉGIME GÉNÉRAL

Pneumoconioses consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre

Date de création : 3 août 1945

Dernière mise à jour : 10 novembre 1995
(décret du 6 novembre 1995)

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
<p>Silicose, pneumoconiose du houilleur, schistose, talcose, kaolinose, graphitose et autres pneumoconioses provoquées par ces poussières ; ces affections sont caractérisées soit par des signes radiographiques ou, éventuellement, tomodynamométriques, soit par des constatations anatomopathologiques lorsqu'elles existent, que ces signes ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels.</p> <p>Complications de ces affections :</p> <p>a. Complication cardiaque : Insuffisance ventriculaire droite caractérisée.</p> <p>b. Complications pleuropulmonaires : Tuberculose ou autre mycobactériose surajoutée et caractérisée ; Nécrose cavitaire aseptique ; Aspergillose intracavitaire confirmée par la sérologie.</p> <p>c. Complications non spécifiques : Pneumothorax spontané ; Suppuration broncho-pulmonaire subaiguë ou chronique ; Insuffisance respiratoire aiguë nécessitant des soins intensifs en milieu spécialisé.</p> <p>d. Association d'une pneumoconiose avec une sclérodémie systémique progressive (syndrome d'Erasmus).</p> <p>e. Lésions pleuro-pneumoconiotiques à type rhumatoïde (syndrome de Caplan Colinet).</p>	<p>15 ans (sous réserve des dispositions du décret pris en application de l'article L. 461-7 du code de la sécurité sociale)</p>	<p>Travaux exposant à l'inhalation des poussières renfermant de la silice libre, notamment :</p> <p>Travaux de forage, d'abattage, d'extraction et de transport de minerais ou de roches renfermant de la silice libre ;</p> <p>Concassage, broyage, tamisage et manipulation effectués à sec, de minerais ou de roches renfermant de la silice libre ;</p> <p>Taille et polissage de roches renfermant de la silice libre ;</p> <p>Fabrication et manutention de produits abrasifs, de poudres à nettoyer ou autres produits renfermant de la silice libre ;</p> <p>Travaux de ponçage et sciage à sec de matériaux renfermant de la silice libre ;</p> <p>Travaux dans les mines de houille ;</p> <p>Extraction, refente, taillage, lissage et polissage de l'ardoise ;</p> <p>Utilisation de poudre d'ardoise (schiste en poudre) comme charge en caoutchouterie ou dans la préparation de mastic ou aggloméré ;</p> <p>Extraction, broyage, conditionnement du talc ;</p> <p>Utilisation du talc comme lubrifiant ou comme charge dans l'apprêt du papier, dans certaines peintures, dans la préparation de poudre cosmétique, dans les mélanges de caoutchouterie ;</p> <p>Fabrication de carborundum, du verre, de la porcelaine, de la faïence et autres produits céramiques, des produits réfractaires ;</p> <p>Travaux de fonderie exposant aux poussières de sable, décochage, ébarbage et dessablage ;</p> <p>Travaux de meulage, polissage, aiguisage effectués à sec, au moyen de meules renfermant de la silice libre ;</p> <p>Travaux de décapage ou de polissage au jet de sable ;</p> <p>Travaux de construction, d'entretien et de démolition exposant à l'inhalation de poussières renfermant de la silice libre ;</p> <p>Manipulation, broyage, conditionnement, usinage, utilisation du graphite, notamment comme réfractaire, fabrication d'électrodes.</p>

25 bis

RÉGIME GÉNÉRAL

Affections non pneumoconiotiques dues à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice libre

Date de création : 24 décembre 1992
(décret du 23 décembre 1992)

Dernière mise à jour : -

Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer cette maladie
Sclérodémie systémique progressive.	<p>15 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 10 ans).</p>	Travaux visés au tableau n° 25.