

Travaux encadrés d'alternants réalisés
dans le cadre du module
« Facteurs de risque et prévention »

Master IS-PRNT – Année 2022/2023



La silice cristalline

Composition du Groupe de travail : PERRET Apolline – BONIN Léa –
MARIN Pierre-Jean – DONATO Morgane

Travaux coordonnés par : BATAILLE Olivier

Table des matières

Table des matières	1
Table des figures	2
Table des tableaux	2
Glossaire	3
Introduction	4
1 Les risques liés à la silice	5
1.1 Qu'est-ce que la silice ?	5
1.1.1 Les types de silice.....	5
1.1.2 Où trouve-t-on la silice.....	5
1.2 Les dangers pour la santé	7
1.2.1 Maladies pulmonaires.....	7
1.2.2 Autres affections.....	8
1.2.3 Maladies professionnelles.....	8
1.3 S'informer sur son risque : les acteurs & leur rôles	9
1.3.1 L'employeur.....	9
1.3.2 Médecin du travail.....	10
1.3.3 Services de Prévention de Santé au Travail – SPST.....	10
2 Évaluer et maîtriser le risque silice	11
2.1 Que dit la réglementation ?	11
2.1.1 Généralités.....	11
2.1.2 Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle – VLEP.....	12
2.1.3 Suivi médical du personnel & traçabilité.....	12
2.2 La Démarche de Prévention des Risques selon les 9 Principes Généraux de Prévention (PGP)	14
2.2.1 Éviter le Risque.....	14
2.2.2 Évaluer le risque qui ne peut pas être supprimé.....	14
2.2.3 Combattre le risque à la source.....	14
2.2.4 Adapter le travail à l'Homme.....	15
2.2.5 Tenir compte des évolutions de la technique.....	15
2.2.6 Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins.....	15
2.2.7 Planifier la prévention.....	15
2.2.8 Favoriser les EPC aux EPI.....	15
2.2.9 Donner des instructions appropriées aux travailleurs.....	15
2.3 L'Évaluation et la Maîtrise du Risque Silice	16
2.3.1 Définir les unités de travail et identifier les risques.....	16
2.3.2 Classer les risques.....	17
2.3.3 Proposer des actions de prévention.....	17
3 Se protéger de la silice, comment faire ?	18
3.1 Exemples d'applications	18
3.1.1 La déconstruction de chaussées : rabotage, fraisage d'enrobée.....	18
3.1.2 Terrassement.....	19
3.1.3 Pose d'assainissement : Découpe de canalisation, de chaussée.....	20
3.2 En résumé : les moyens de prévention	21
3.2.1 EPC / EPI.....	21
3.2.2 Formation/sensibilisation.....	21
Conclusion	23
Bibliographie	24

Table des figures

Figure 1 : Molécule de SiO ₂	4
Figure 2 : Les différents types de silices	5
Figure 3 : Dangers de la silice sur la santé	7
Figure 4 : Tableau de maladies professionnelles n°25 du régime général de la sécurité sociale	9
Figure 6: Fraisage d'enrobée.....	19
Figure 7: Terrassement.....	19
Figure 8: Découpe de chaussée.....	20
Figure 9 Affiche de sensibilisation sur la silice	22

Table des tableaux

Tableau 1 : Matériaux pouvant contenir de la silice	6
Tableau 2 : Concentrations en silice cristalline dans les matériaux les plus courants	6
Tableau 3 : Types de silicoses pouvant être provoqués par l'expositions aux poussières de silice cristalline.....	8
Tableau 4 : VLEP contraignantes de la silice	12

Glossaire

ACD	Agent Chimique Dangereux
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
BPCO	Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive
BTP	Bâtiment Travaux Publics
Cdt	Code du travail
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
Cnam	Caisse nationale de l'Assurance Maladie
CSS	Code de la Sécurité Sociale
CMR	Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique
DUERP	Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels
EPC	Équipement de Protection Collective
EPI	Équipement de Protection Individuelle
HAS	Haute Autorité de Santé
PGP	Principes Généraux de Prévention
PME	Petite Moyenne Entreprise
PMI	Petite Moyenne Industrie
SCA	Silice Cristalline Alvéolaire
SiO₂	Oxyde de Silicium / Silice
SIR	Suivi Individuel Renforcé
SMPP	Surveillance Médicale Post-Professionnelle
SPE	Surveillance Post-Exposition
SPP	Surveillance Post-Professionnelle
SPST	Services de Prévention et de Santé au Travail
SPSTI	Services de Prévention et de Santé au Travail Interentreprise
TPE	Très Petite Entreprise
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VLEP CT	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle Court Terme
VCS	Ventilation par Captage à la Source

Introduction

La silice est un minéral pouvant être rencontré sous différentes formes : à l'état naturel, synthétique, sous forme libre ou composée (silicate). Parmi elles, il existe une silice cristalline utilisée dans de nombreux secteurs d'activité notamment : industries extractives, construction ou multiples applications industrielles en tant que matière première, additif, ou auxiliaire technologique avec ou sans transformation (verrerie, métallurgie, fonderie, chimie, caoutchoucs, peintures, etc).

De ce fait, d'après l'ANSES (l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), près de 365 000 travailleurs en France seraient exposés à la silice cristalline par inhalation.

Or, depuis 1997, l'inhalation de poussière de silice cristalline est classée cancérigène avérée catégorie 1 par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). Par conséquent ces poussières représentent un risque important à la santé des professionnelles.

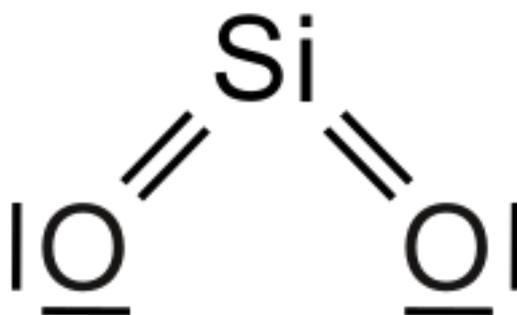


Figure 1 : Molécule de SiO_2

Ce dossier a pour objectif de présenter un outil permettant aux PME, PMI et TPE travaillant au contact de la silice, d'organiser leurs activités afin que leurs opérateurs soient dans des conditions de travail et de sécurités optimales. Il vise à informer les chefs d'entreprise et les personnels en charge de la sécurité à appréhender le risque lié à la silice et à comprendre, connaître et appliquer la réglementation française en vigueur. Une introduction au risque "silice" sera présentée ainsi que ses impacts sur la santé et les différentes activités professionnelles pouvant être confrontées à ce risque. Le but est aussi d'accompagner les PME, PMI et TPE dans la mise en place d'une évaluation des risques et de proposer des moyens de prévention adaptés afin de protéger leurs collaborateurs exposés. Cette note mettra en avant des exemples concrets de situations professionnelles dans le BTP où les travailleurs seront exposés à ce risque.

1 Les risques liés à la silice

1.1 Qu'est-ce que la silice ?

1.1.1 Les types de silice

Minéral présent naturellement dans les roches, la silice (SiO_2) occupe plus de 60% de l'écorce terrestre. Elle est un composant chimique qui existe sous forme de silice libre ou de silicates, qui peuvent, elles, exister sous forme cristalline ou amorphe. Ces formes peuvent être naturelles ou bien résulter d'un processus industriel.

La silice cristalline peut se retrouver sous 3 formes de polymorphes, qui sont :

- **Le quartz** : de l'état de trace dans les roches jusqu'à de hautes teneurs
- **La cristobalite** : dans les roches volcaniques ou les bentonites ou par procédés industriels
- **La tridymite** (plus rare) : dans certaines météorites pierreuses

Elle représente un danger cancérogène lors de son inhalation sous forme de poussière.

La figure 1 ci-dessous présente sous forme de hiérarchie les différents types de silices.

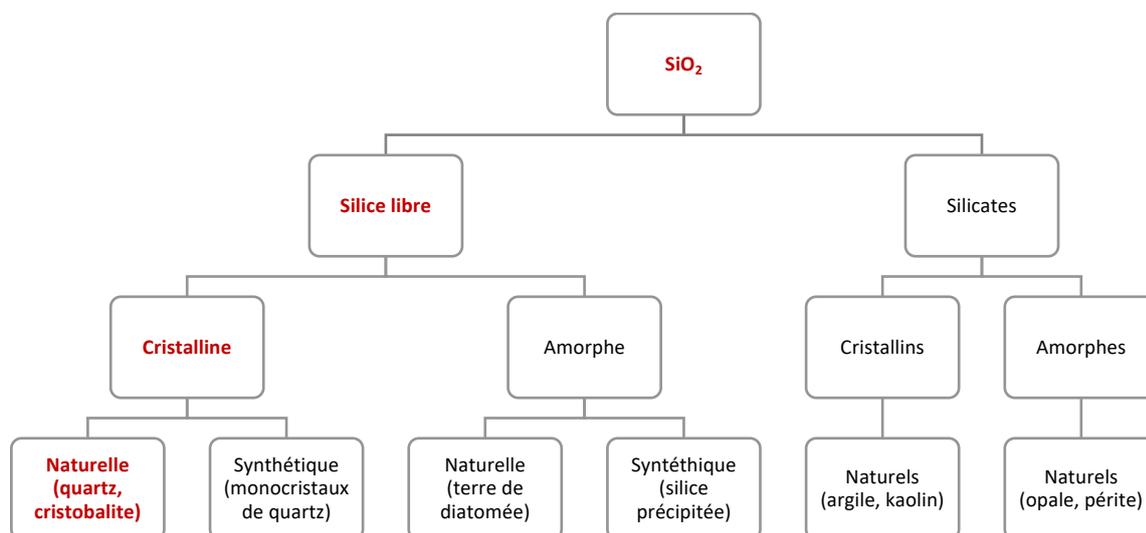


Figure 2 : Les différents types de silices

Nous traiterons ici uniquement la silice **cristalline**.

1.1.2 Où trouve-t-on la silice

De nombreux secteurs d'activité sont concernés par l'exposition à l'inhalation de poussière de silice cristalline du fait de sa présence dans de nombreux matériaux naturels ou industriels utilisés par ces secteurs.

Les études de filière ont permis de mettre ainsi en évidence une liste des secteurs les plus touchés par cette exposition (INRS) :

- Les mines et carrières
- Bâtiment et Travaux Publics, cimenteries et fabrication d'éléments préfabriqués en béton
- Fabrication du verre, porcelaine, céramique, produits abrasifs, prothèses dentaires, bijoux...
- Démolition, réparation, fabrication de fours industriels en briques réfractaires
- Métallurgie
- ...

On retrouve donc principalement les industries extractives, les secteurs utilisateurs et transformateurs de matières premières et s'ajoute également les ressources secondaires.

Certaines opérations ou conditions, telles que la manutention manuelle, la durée de travail ou la température, peuvent conduire les opérateurs à un effort plus élevé ce qui entraîne une inhalation plus importante des poussières de silice cristalline.

Les tableaux 1 et 2 ci-dessous présentent respectivement les matériaux pouvant contenir de la silice et les concentrations en silice cristalline dans les matériaux les plus couramment utilisés par les différents secteurs d'activité

Milieu naturel	Matière première	Matériau/Composé
Ardoise Gypse Granite Kaolin Calcaire Mica Diatomite Quartz Argiles Silex Ballast Talc Grès	Ciment Chaux Granulat Sable	Béton Brique Mortier Céramique/Faïence Pierre reconstituée Colle Plâtre Enduit Porcelaine Enrobé Tuile Gel de silice/Silicone/Silicates/Silicium Verre

Tableau 1 : Matériaux pouvant contenir de la silice

Concentration en silice cristalline libre	Matériaux
≥ 51%	Sable, granit, grès... Pierres artificielles en composites
11 – 50%	Ardoise, argile, kaolin Béton, mortier Minerais métalliques
1 – 10%	Charbon Ciment

Tableau 2 : Concentrations en silice cristalline dans les matériaux les plus courants

1.2 Les dangers pour la santé

Les activités effectuées avec les matériaux contenant de la silice cristalline produisent des poussières dont certaines contenant de la silice cristalline alvéolaire (SCA) (non visible à l'œil nu) qui représente le plus grand risque pour la santé respiratoire des travailleurs de la construction avec l'amiante.

Les SCA peuvent rester jusqu'à 24h en suspension avant de se déposer et représente donc un risque élevé d'exposition.

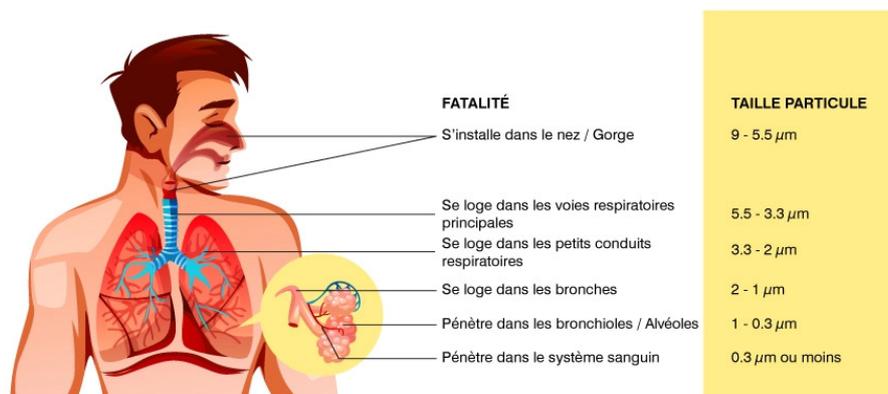


Figure 3 : Dangers de la silice sur la santé

Ces poussières étant très fines ($< 5 \mu\text{m}$), elles pénètrent dans les poumons provoquant ainsi des maladies pulmonaires mais, également, peuvent provoquer d'autres pathologies telles que des maladies auto-immunes.

Les effets de la silice ne sont pas systématiquement immédiats et peuvent être constatés après un certain temps, et sont évolutifs même après l'arrêt de l'exposition.

1.2.1 Maladies pulmonaires

Les maladies pulmonaires provoquées peuvent être la fibrose pulmonaire, la silicose, la Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) et le cancer du poumon.

Le tableau 3 présente les différents types de silicoses pouvant être provoqués par l'exposition aux poussières de silice cristalline.

Silicose aiguë	Exposition intense de courte durée (6-18mois) à de fortes concentrations	Évolution clinique, radiologique et fonctionnelle rapide
Silicose accélérée	Exposition forte sur courte période	Images radiologiques dès 5 ans après le début de l'exposition Souvent accompagnée de maladies auto-immunes

Silicose simple ou chronique	10 à 30 ans d'exposition	Toux essoufflement, expectorations Évolution lente vers l'insuffisance chronique ou insuffisante cardiaque droite
------------------------------	--------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tableau 3 : Types de silicoses pouvant être provoqués par l'expositions aux poussières de silice cristalline

La silicose peut entraîner des complications telles que :

- Insuffisance cardiaque droite
- Tuberculose pulmonaire et autres mycobactérioses
- Nécrose aseptique
- Aspergillose
- Surinfections broncho-pulmonaires
- Pneumothorax
- Cancer bronchopulmonaire

Ce dernier est reconnu uniquement en tant que complication de la silicose mais peut également l'être lorsqu'il est montré qu'il est dû essentiellement et directement à la silice cristalline.

1.2.2 Autres affections

- Infections broncho-pulmonaires non spécifique
- Insuffisance rénale chronique
- Sarcoïdose
- Pathologies auto-immunes :
 - Caplan Colinet : silicose + polyarthrite mixte
 - Erasmus : silicose + sclérodermie
 - Néphropathies glomérulaires
 - Sclérodermie systémique
 - Autres : lupus, connectivité mixte, anémie hémolytique auto-immune, myélome et de gammopathie monoclonale

1.2.3 Maladies professionnelles

La définition d'une maladie professionnelle donnée par l'Assurance Maladie est la suivante :

« Une maladie est dite "professionnelle" si elle résulte des conditions dans lesquelles le salarié exerce d'une façon habituelle son activité professionnelle qui l'expose à un risque physique, chimique, psychique, ou biologique. »

De ce fait, l'exposition des travailleurs à ces poussières, pouvant provoquer de graves pathologies, peut être à l'origine de maladies professionnelle reconnues par le régime général de la Sécurité Sociale. Le tableau n°25 des maladies professionnelles nous indique celles qui sont reconnues dans le cas de la silice cristalline (cf. Figure 2).

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE INDICATIVE DES PRINCIPAUX TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
A.	A.	A.
Affections dues à l'inhalation de poussières de silice cristalline : quartz, cristobalite, tridymite		Travaux exposant à l'inhalation des poussières renfermant de la silice cristalline, notamment : Travaux dans les chantiers et installations de forage, d'abattage, d'extraction et de transport de minerais ou de roches renfermant de la silice cristalline ; Travaux en chantiers de creusement de galeries et fonçage de puits ou de bures dans les mines ; Concassage, broyage, tamisage et manipulation effectués à sec, de minerais ou de roches renfermant de la silice cristalline ; Taille et polissage de roches renfermant de la silice cristalline ; Fabrication et manutention de produits abrasifs, de poudres à nettoyer ou autres produits renfermant de la silice cristalline ; Travaux de ponçage et sciage à sec de matériaux renfermant de la silice cristalline Extraction, refente, taillage, lissage et polissage de l'ardoise ; Utilisation de poudre d'ardoise (schiste en poudre) comme charge en caoutchouterie ou dans la préparation de mastic ou aggloméré ; Fabrication de carborundum, de verre, de porcelaine, de faïence et autres produits céramiques et de produits réfractaires ; Travaux de fonderie exposant aux poussières de sables renfermant de la silice cristalline : décochage, ébarbage et dessablage ; Travaux de meulages, polissage, aiguillage effectués à sec, au moyen de meules renfermant de la silice cristalline ; Travaux de décapage ou de polissage au jet de sable contenant de la silice cristalline ; Travaux de construction, d'entretien et de démolition exposant à l'inhalation de poussières renfermant de la silice cristalline ; Travaux de calcination de terres à diatomées et utilisations des produits de cette calcination ; Travaux de confection de prothèses dentaires.
A1.- Silicose aiguë : pneumoconiose caractérisée par des lésions alvéolo-interstitielles bilatérales mises en évidence par des examens radiographiques ou tomodensitométriques ou par des constatations anatomopathologiques (lipoprotéinose) lorsqu'elles existent ; ces signes ou ces constatations s'accompagnent de troubles fonctionnels respiratoires d'évolution rapide.	A1.- 6 mois (sous réserve d'une durée minimale d'exposition de 6 mois)	
A2.- Silicose chronique : pneumoconiose caractérisée par des lésions interstitielles micronodulaires ou nodulaires bilatérales révélées par des examens radiographiques ou tomodensitométriques ou par des constatations anatomopathologiques lorsqu'elles existent ; ces signes ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires. Complications : - cardiaque : - insuffisance ventriculaire droite caractérisée. - pleuro-pulmonaires : - tuberculose et autre mycobactériose (<i>Mycobacterium xenopi</i> , <i>M. avium intracellulare</i> , <i>M. kansasii</i>) surajoutée et caractérisée ; - nécrose cavitaire aseptique d'une masse pseudotumorale ; - aspergillose intracavitaire confirmée par la sérologie ; - non spécifiques : - pneumothorax spontané ; - surinfection ou suppuration bactérienne bronchopulmonaire, subaiguë ou chronique. Manifestations pathologiques associées à des signes radiologiques ou des lésions de nature silicotique : - cancer bronchopulmonaire primitif ; - lésions pleuro-pneumoconiotiques à type rhumatoïde (syndrome de Caplan-Collinet).	A2.- 35 ans (sous réserve d'une durée minimale d'exposition de 5 ans)	
A3.- Sclérodémie systémique progressive.	A3.- 15 ans (sous réserve d'une durée minimale d'exposition de 10 ans)	

Figure 4 : Tableau de maladies professionnelles n°25 du régime général de la sécurité sociale

1.3 S'informer sur son risque : les acteurs & leur rôles

1.3.1 L'employeur

Quel que soit le risque auquel va être exposé un salarié son employeur devra assurer sa sécurité et sa santé vis-à-vis de celui-ci. L'exposition à la silice impacte fortement la santé et la sécurité des travailleurs. Il est donc impératif pour ce dernier de connaître et de s'informer sur les problématiques liées à la silice afin de mieux prévenir, protéger et informer ses salariés.

Il doit effectuer une analyse de poste pour les travailleurs impactés, mettre en place une organisation et des moyens de protections associés mais également former les salariés à ce risque et à l'utilisation des différents moyens de protection.

Il est important d'effectuer ce travail de formation et d'information pour tout employé susceptible d'être exposé au risque lié à la silice que ce dernier soit un nouvel embauché, un intérimaire ou travailleur temporaire ou un salarié qui change de poste. Il informe le service médical de tout nouveau travailleur exposé afin qu'il ait un suivi médical renforcé mais il les informe également en cas de cessation d'activité ou de départ à la retraite.

Le travail de l'employeur une fois le risque de silice recensé et analysé est de l'inscrire dans le Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels (DUERP). Un point d'attention particulier sur ce document, son aspect obligatoire et les mesures à mettre en place à son issu seront détaillés par la suite dans ce document.

1.3.2 Médecin du travail **Fait partie de la SPST**

Le rôle du médecin du travail est principalement d'accompagner l'employeur et les salariés face au risque d'exposition à la silice.

Ce dernier se doit de rappeler à l'employeur son obligation de mesure d'exposition à la silice cristalline par un organisme accrédité. Il doit également le conseiller afin de mettre en œuvre les mesures de prévention permettant de diminuer les expositions à un niveau le plus bas possible.

Il effectue le suivi renforcé des salariés exposés à la silice

Il identifie et estime l'exposition à la silice cristalline sur l'ensemble de la vie professionnelle du salarié et propose pour chaque salarié un classement de groupe d'exposition cumulée à la silice cristalline (forte ou intermédiaire).

A l'aide d'examens médicaux dans le cadre du suivi des personnels exposés il est recommandé d'effectuer les dépistages suivants :

- La silicose chronique
- Les maladies chroniques obstructives des voies aériennes
- L'insuffisance rénale chronique
- Et dans certains cas bien particuliers, l'infection tuberculeuse latente.

1.3.3 Services de Prévention de Santé au Travail – SPST

Les SPST ont pour mission de conseiller les employeurs, les travailleurs et leurs représentants afin d'éviter toute altération de la santé des travailleurs du fait de leur travail. Ils promeuvent la santé au travail et préservent la santé et la sécurité des travailleurs en améliorant leurs conditions de travail.

Les entreprises de moins de 500 salariés doivent adhérer à un service de prévention et de santé au travail interentreprises (SPSTI). Celui-ci se construit de la manière suivante :

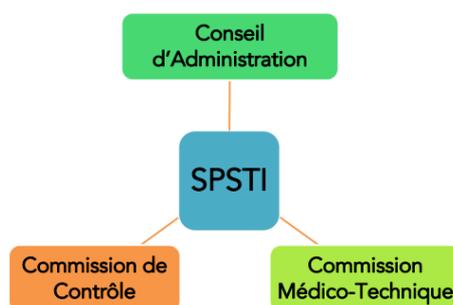


Figure 5 : SPSTI

- Conseil d'administration : établit tous les règlements intérieurs, fixe le montant forfaitaire ou le taux de cotisations dues par les adhérents, gère les fonds de l'Association...
- Commission de Contrôle : consultée sur l'organisation et le fonctionnement du service
- Commission Médico-technique : formule des propositions relatives aux priorités du SPSTI et aux actions à caractère pluridisciplinaires, organise 3 réunions par an, élabore le Projet de Service.

2 Évaluer et maîtriser le risque silice

2.1 Que dit la réglementation ?

2.1.1 Généralités

D'après l'articles L4121-1 du Code du travail, l'employeur doit prendre "les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs. Ces mesures comprennent : 1° Des actions de prévention des risques professionnels, [...] ; 2° Des actions d'information et de formation ; 3° La mise en place d'une organisation et de moyens adaptés.". Ainsi, l'employeur doit mettre en œuvre ses mesures pour l'ensemble de ses travailleurs exposés à la silice en appliquant les 9 Principes Généraux de Prévention (PGP) cités dans l'article L4121-2 du Code du travail.

L'ensemble des résultats de l'évaluation des risques doit être retranscrit dans le Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels (DUERP). Ce document est obligatoire depuis 2001 au regard de l'article R4121-1 du Code du travail. Ce document doit contenir un inventaire des risques identifiés dans chaque unité de travail de l'entreprise ou de l'établissement, chaque unité de travail étant entendue comme un poste de travail, plusieurs types de postes ou situations de travail présentant les mêmes caractéristiques. Ce document est mis à jour dans plusieurs cas selon l'article R4121-2 du Code du travail :

- Annuellement si au moins 11 salariés sont présents dans l'entreprise concernée ;
- Lors de toute décision d'aménagement important modifiant les conditions de travail ;
- Lorsqu'une information supplémentaire concernant l'évaluation d'un risque est connue de l'employeur.

Les employeurs ont donc le devoir de mettre en place des mesures importantes dans le cadre de travaux exposant à la silice cristalline et de retranscrire cela dans le DUERP (Cf. 2.2 pour plus de précisions)

Selon les dispositions du Code du Travail, la silice cristalline est considérée comme un Agent Chimique Dangereux (ACD). Les règles générales de prévention spécifiques aux produits chimiques sont donc à respecter. Depuis le 1er janvier 2021 et à la suite de l'Arrêté du 26 octobre 2020 fixant la liste des substances, mélanges et procédés cancérigènes au sens du code du travail, les poussières de silice cristalline sont considérées comme un agent CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique). De ce fait, des dispositions spécifiques sont applicables à l'ensemble des travailleurs exposés à la silice cristalline : articles R4412-59 à R4412-93 du Code du travail.

2.1.2 Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle – VLEP

Lorsque des travailleurs sont exposés à des agents chimiques dangereux, qu'ils soient CMR ou non, le Code du travail prévoit des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) à respecter par l'employeur. Celle-ci sont des niveaux de concentration en polluants dans l'atmosphère des espaces de travail à ne pas dépasser sur une période de référence déterminée. Elles sont établies en prenant comme référence une population qui ne tient pas compte des enfants ni des personnes âgées. Elles ont pour but de restreindre l'exposition par inhalation à certains agents chimiques, pour protéger les travailleurs.

Le Code du travail distingue les VLEP contraignantes et les VLEP indicatives :

- VLEP contraignantes : le respect de ces valeurs est obligatoire, leur non-respect entraîne une sanction pour l'employeur. Elles sont fixées par décret et intégrées au Code du travail.
- VLEP indicatives : ces valeurs sont un objectif minimum de prévention à atteindre par l'employeur. Elles sont fixées par arrêté.

Il existe deux types de VLEP :

- VLEP court terme (CT) : correspond à des valeurs mesurées sur une période de référence de 15 minutes. Elles sont destinées à éviter les effets indésirables dus à des pics d'exposition.
- VLEP 8h : correspond à des valeurs mesurées sur une durée de travail de 8 heures. Elles sont destinées à éviter les effets différés des ACD sur les travailleurs.

Une VLEP 8h peut être dépassée sur une courte période, tant qu'elle ne dépasse pas la VLEP CT.

Pour respecter les VLEP, l'employeur doit appliquer les 9 PGP cités ci-dessus, il doit effectuer des mesurages réguliers d'exposition auprès de ses travailleurs exposés à la silice cristalline.

La poussière de silice cristalline étant CMR, le dépassement de sa VLEP réglementaire entraîne l'arrêt immédiat du travail sur les postes concernées jusqu'à la mise en place d'action correctives.

VLEP contraignantes pour la silice :

	VLEP 8h	VLEP CT
Silice (poussières alvéolaires de quartz)	0,1 mg/m ³	-
Silice (poussières alvéolaires de cristobalite)	0,05 mg/m ³	-
Silice (poussières alvéolaires de tridymite)	0,05 mg/m ³	-

Tableau 4 : VLEP contraignantes de la silice

2.1.3 Suivi médical du personnel & traçabilité

La poussière de silice cristalline étant considérée comme un agent CMR, les travailleurs exposés à cette poussière dans le cadre de leur profession bénéficient du Suivi Individuel Renforcé (SIR) selon l'article R4624-22 du Code du travail. Le SIR s'applique pour tous les postes à risques fixée par la loi (cf. Article R4624-23 du Code du travail). Celui-ci comprend un examen médical réalisé avant l'affectation sur le poste par le médecin du travail, qui délivre par la suite une aptitude ou inaptitude

au travail (art. R4624-25 Cdt). Cet examen a pour but de s'assurer que les travailleurs sont médicalement aptes pour le poste auquel ils sont affectés, de rechercher s'ils ne sont pas atteints d'une affection qui pourrait mettre en danger les autres travailleurs, de proposer des éventuelles adaptations au poste, d'informer sur les risques du poste de travail et le suivi médical qui en découle, et enfin de sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en place (art. R4624-24 Cdt). Cet examen est renouvelable en fonction d'une périodicité que le médecin du travail aura définie selon les résultats en sachant que celle-ci ne peut pas dépasser 4 ans. D'autres part, l'article R4624-28 du Code du travail prévoit une visite intermédiaire effectuée par un professionnel de santé dans un délai de deux ans maximums après l'examen médical d'aptitude d'embauche.

En plus du suivi médical tout au long de leurs fonctions, les travailleurs exposés à la silice bénéficient d'une surveillance de leur état de santé après la fin de l'exposition, comme pour l'ensemble des postes à risques. En effet, cette exposition peut avoir des conséquences sur la santé du travailleur plusieurs années après la fin de l'exposition c'est pourquoi ce suivi est instauré, dans le but de diagnostiquer au plus tôt (Articles R4624-28-1 à R4624-28-3 du Code du Travail, et Article D461-23 du Code de la sécurité sociale). Il existe deux types de surveillance :

- **Surveillance post-exposition (SPE)** : le travailleur est toujours en activité mais n'est plus exposé à la silice. La prise en charge financière est la même que le suivi individuel périodique. Le médecin du travail peut prescrire des examens complémentaires si nécessaire.
- **Surveillance post-professionnelle (SPP, Code du travail) ou surveillance médicale post-professionnelle (SMPP, Code de la sécurité sociale)** : le travailleur n'est plus exposé à la silice car il est inactif, demandeur d'emploi ou retraité. Dans ce cas, le suivi est assuré par son médecin traitant. Une prise en charge financière par la Sécurité Sociale est donc envisageable. Pour la SMPP, les conditions à respecter sont précisées réglementairement (Articles L.461-2 et D.461-23 du Code de la sécurité sociale, Circulaire de la CNAM n°96/1 du 31 janvier 1996 relative à la surveillance post-professionnelle des salariés ayant été exposés à un risque professionnel)

En application de l'article R4412-41 du Code du travail, l'employeur doit établir des fiches d'exposition pour assurer la traçabilité des expositions de ses travailleurs aux poussières de la silice. Ces fiches présentent plusieurs intérêts pour l'employeur, le travailleur et les services de prévention et de santé au travail. Dès la création d'une fiche d'exposition, l'employeur doit la fournir au SPST pour que le médecin du travail puisse l'insérer au dossier médical en santé au travail (recommandation de bonnes pratiques de la Haute Autorité de Santé).

La réglementation impose à l'employeur de tenir à jour des registres afin de conserver une trace des informations essentielles liés à la prévention des risques professionnels. Ils doivent être mis à disposition de l'inspecteur du travail.

Il en est de même pour le DUERP qui doit être conservé 40 ans à compter de son élaboration (selon l'article R4221-4 du Code du travail) puisqu'il servira de traçabilité pour les expositions des travailleurs.

2.2 La Démarche de Prévention des Risques selon les 9 Principes Généraux de Prévention (PGP)

2.2.1 Éviter le Risque

Ce principe encourage l'employeur à prendre des décisions pour supprimer l'utilisation de la silice cristalline. Ce premier principe est à prioriser.

2.2.2 Évaluer le risque qui ne peut pas être supprimé

Si le premier principe ne peut pas être appliqué, alors l'employeur doit évaluer le risque. La démarche d'évaluation doit aboutir à une hiérarchisation des risques et donc une priorisation des actions de prévention à mettre en œuvre. Les étapes à suivre sont : identifier le risque, mesurer, hiérarchiser.

Lors de l'évaluation, l'ensemble des scénarios doivent être pris en compte, c'est-à-dire en condition normale d'utilisation mais aussi en situation accidentelle.

L'étude des postes et des différentes activités pour lesquelles les salariés peuvent être exposés à la silice doit être effectué. En prenant en compte les différents paramètres associés au poste : quantification de l'expo, coactivité, durée d'exposition..., cela permet de classer le risque au sein des DUERP.

A l'issue de cette hiérarchisation l'employeur doit maintenant proposer différentes actions de préventions et parades à mettre en place ou adapter les différentes mesures de préventions déjà existantes. Parmi ces mesures, on retrouve la ventilation ou aspiration à la source et autres EPC mais également l'étude de la mise en place des EPI les plus adaptés aux postes de travail.

Vis-à-vis de ce risque l'employeur doit continuellement se réinterroger sur l'efficacité des mesures mises en œuvre. Il doit régulièrement réexaminer les moyens techniques, humains organisationnels et financiers mis en place, évaluer leurs efficacités et pérennité et si leur mise en place est respectée et appliquée. En quel cas, de nouvelles mesures de préventions ou réajustements devront être mis en place.

2.2.3 Combattre le risque à la source

Une fois les risques quantifiés et évalués, l'employeur doit intégrer des mesures de prévention permettant la diminution des facteurs de risques dans l'évaluation des risques (barrières) ... (proposition)

L'employeur doit intégrer la prévention le plus tôt possible, surtout dès la conception des lieux de travail, des équipements ou dans les modes opératoires. Par exemple : Équipements, Ventilation, Modes opératoires, Installation de stockage.

Dans notre cas si une activité doit nécessiter l'exposition à la silice, il est important d'étudier le poste à venir lors de l'évaluation des risques. Cela permet de prendre en compte les mesures nécessaires pour limiter son impact avant même le début de l'activité.

2.2.4 Adapter le travail à l'Homme

Adapter le travail à l'Homme, c'est prendre en compte la conception des postes de travail, le choix des équipements de travail et des méthodes de travail & de production, dans le but de limiter l'exposition à la silice pour réduire les effets de celui-ci sur la santé des travailleurs.

2.2.5 Tenir compte des évolutions de la technique

Le choix du matériel et la réalisation des modes opératoires doivent tenir compte des nouveautés technologiques, techniques et organisationnelles. Cela exige donc de réaliser une veille technologique et de mettre à jour régulièrement les directives.

Sur la durée d'activité exposant à la silice au sein de l'entreprise il faudra prendre en compte et appliquer les nouvelles normes, VLEP à venir et nouveaux moyens de protection associés.

2.2.6 Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins

L'objectif lorsque l'on est exposé à un risque est de remplacer l'agent dangereux par un agent moins dangereux. Dans notre situation, il est encore difficile de remplacer des matériaux qui émettent de la poussière notamment dans les domaines du BTP ou autre exposant à ce risque.

Cependant s'il est toutefois possible de remplacer ses produits par d'autres il est nécessaire de le faire.

2.2.7 Planifier la prévention

Ce principe repose sur le fait de réaliser un plan d'actions pour la mise en place de moyens de prévention. Cela permet de définir concrètement qui fait quoi et dans quels délais et de faire progresser l'entreprise dans sa culture sécurité.

L'analyse et l'évaluation des risques doivent être mises en place et l'ensemble des risques et moyens de préventions recenser dans le DUERP de l'entreprise.

Du fait de l'évolution des techniques et de la législation, il est important de se réinterroger régulièrement sur les risques et moyens de préventions liés à la silice cristalline.

2.2.8 Favoriser les EPC aux EPI

Il s'agit de prendre des mesures de protection collectives en leur donnant la priorité sur les mesures de protections individuelle. Les EPC permettent de protéger un ensemble de travailleurs, contrairement aux EPI qui protègent uniquement la personne exposée.

Ces différents EPC et EPI sont détaillés au paragraphe 3.2.

2.2.9 Donner des instructions appropriées aux travailleurs

Ce principe complète les 8 autres, les travailleurs doivent être informés sur les dangers auxquels ils sont potentiellement exposés ainsi que sur les mesures de prévention mises en place pour les protéger. L'entreprise est tenue de déployer des moyens matériels pour protéger les salariés, mais ces derniers sont tenus d'être formés et informés des potentiels risques que supposent la silice. Les

formations et informations doivent porter sur la sécurité à appliquer lors de l'exposition à cette dernière, à l'utilisation des différents moyens de protections et comment s'en prémunir.

2.3 L'Évaluation et la Maîtrise du Risque Silice

Après avoir précisé que l'évaluation des risques fait partie intégrante des 9 PGP, nous allons dans cette partie rentrer plus en détail quant à ses objectifs et attendus.

Les travaux exposant à la poussière de silice cristalline alvéolaire issue de procédés de travail sont désormais inscrits dans la liste française des procédés cancérogènes. De ce fait, des mesures de prévention particulières sont applicables aux travailleurs exposés aux poussières alvéolaires de silice cristalline : articles R. 4412- 59 à R. 4412-93 du Code du travail relatifs aux dispositions particulières aux agents chimiques cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction.

Les travaux exposant aux poussières de SCA se voient donc appliquer depuis le 1er janvier 2021 des dispositions complémentaires en particulier

- Obligation de rechercher un substitut,
- A défaut : réduction des émissions au niveau le plus bas techniquement possible,
- Les dispositions relatives au « risque faible » ne peuvent plus s'appliquer,
- Obligation de mesurage annuel par un organisme accrédité. En cas de dépassement, arrêt des activités.

Le risque lié à la silice doit apparaître dans le Document d'Évaluation des Risques Professionnels DUERP à la suite de la réalisation d'une évaluation des risques établie par l'employeur comme suit :

2.3.1 Définir les unités de travail et identifier les risques

Selon la circulaire n°6 DRT du 18 avril 2002, la notion d'unité de travail est définie comme suit *“L'unité de travail, ce n'est pas nécessairement un poste de travail, une fonction, une activité, un processus mais bien une situation de travail dans laquelle un ou des salariés, avec une ou des fonctions différentes et en charge d'activités différentes, est (sont) exposé(s) à un même danger.”*

Il est donc nécessaire de définir les différentes situations de travail pour lesquels les salariés vont être exposés au risque lié à la silice. À la suite du découpage en unité de travail on vient :

- Repérer les dangers

Ici on cherche à repérer les activités qui vont générer un risque lié à la silice. Il faut donc recenser les activités, procédés, produits et matériaux susceptible de causer provoquer un risque pour la santé lié à l'utilisation de la silice.

- Analyser les risques

Les risques liés à la silice étant connus et reconnus, il est important d'évaluer le niveau d'impact que vont provoquer les différentes activités sur les salariés. C'est donc à travers une analyse de risque que l'on va pouvoir mesurer cet impact.

Une analyse du poste de travail doit être effectuée afin de mesurer en conditions normales quelle concentration de silice est présente dans l'air. Cette même analyse à travers des modélisations doit être effectuée en fonctionnement anormal, en cas d'exposition accidentelle.

L'employeur doit également évaluer qui va travailler sur ces activités, combien de temps, avec quels outils, produits et matériaux, quelles mesures de protections existes déjà (ventilation, isolation...), où se situe l'activité, ces activités impactent-elles d'autres unités de travail ou lieux de passage... ?

Ces mesures, en plus des modélisation et calculs probabilistes permettrons de quantifier l'exposition au risque des salariés et les comparer aux VLEP règlementaire sur 8h.

2.3.2 Classer les risques

Pour chaque évaluation des risques, à l'issu de l'analyse de ces derniers l'employeur doit classer et hiérarchiser les risques.

L'étude des postes et des différentes activités pour lesquelles les salariés peuvent être exposés à la silice permet en fonction des différents paramètres cités au paragraphe 2.2.2 (quantification de l'expo, coactivité, durée d'exposition...) de classer le risque au sein des DUERP.

A l'issu de cette hiérarchisation l'employeur doit maintenant proposer différentes actions de préventions à mettre en place.

2.3.3 Proposer des actions de prévention

A l'issu de cette analyse l'employeur doit mettre en place ou adapter les différentes mesures de préventions déjà existent tel que la ventilation ou aspiration à la source et autres EPC que l'on retrouvera par la suite dans ce document, mais également à l'étude de la mise en place des EPI les plus adaptés aux postes de travail.

L'employeur doit également mettre en place une campagne ciblée de mesurage à l'exposition à la silice de façon régulière et d'installer un suivi de cette exposition et des travailleurs.

Vis-à-vis de ce risque l'employeur doit continuellement se réinterroger sur l'efficacité des mesures mises en œuvre. Il doit régulièrement venir réexaminer les moyens techniques, humains organisationnels et financiers mis en place évaluer leur efficacité et pérennité et si leur mise en place est respectée et appliquée. En quel cas, de nouvelles mesures de préventions ou réajustements devront être mis en place.

Afin d'accompagner les entreprises dans cette démarche d'évaluation des risques, l'OPPBTB a mis en place pour la seconde fois une mobilisation face au risque "silice cristalline alvéolaire". Ainsi, l'organisme de prévention lance Carto-Silice, une campagne ciblée de mesurage à son exposition. *"L'objectif est de donner aux entreprises les préconisations et solutions, afin de réduire l'exposition des salariés au minimum. Associé à la Capeb, à la FFB, à la fédération Scop BTP et à la FNTP, l'OPPBTB a défini un périmètre de situations de travail jugées émissives et courantes. Ensemble, ils envisagent de réaliser une vingtaine de mesurages par mois sur toute la France. Les entreprises peuvent candidater pour proposer des chantiers appartenant au périmètre défini. Ainsi, une cartographie sera réalisée et les résultats exploités tout au long de la campagne, permettant d'établir peu à peu les fiches de préconisations."*

3 Se protéger de la silice, comment faire ?

3.1 Exemples d'applications

Cette partie abordera trois exemples d'activités exposant les travailleurs au risque "silice" :

- La déconstruction de chaussées
- Le terrassement
- La pose d'assainissement

En fonction de chaque activité, des solutions de prévention adaptées vous seront présentées afin de limiter l'exposition des opérateurs à la poussière de silice.

Par ailleurs, ces mesures permettront d'entraîner différents avantages économiques et environnementaux qui seront elles aussi développées.

3.1.1 La déconstruction de chaussées : rabotage, fraisage d'enrobée

Lors de déconstructions de chaussées l'utilisation de machines imposantes est fréquente. Ce type d'engin de génie civil agit par fraisage pour enlever les matériaux durs tels que du béton ou du goudron (ciment bitumineux).

Lors de ces opérations la projection de poussière peut être importante si des moyens de prévention efficaces ne sont pas mis en place.

Différentes mesures sont à préconiser comme notamment arroser abondamment le tambour de fraisage, bâcher le tapis de chargement de la raboteuse ainsi que privilégier les raboteuses munies de brumisateur directs sur tapis et équipées de VCS (équipement permettant d'aspirer les poussières à hauteur du tambour de fraisage et de rejeter ces poussières sur le tapis).

Concernant les équipements de protection individuelle, pour les travailleurs à proximité du chantier prévoir la mise en place, lorsque cela est possible, de combinaisons jetables et de masque P3.

En plus de remplir leurs fonctions premières : assurer la santé des travailleurs face au risque de la silice, ces mesures permettent de protéger l'environnement et d'économiser de l'argent.

En effet, ces techniques comme la brumisation ou la VCS permettent d'éviter la pollution de l'environnement en limitant l'envol de poussières de silice.

De plus la saturation en eau du tambour de fraisage permet de limiter l'usure des pics et de renouveler moins fréquemment le remplacement de celui-ci.



Figure 5: Fraisage d'enrobée

3.1.2 Terrassement

Les activités liées au terrassement entraînent elles aussi un dégagement de poussière important.

Afin d'éviter ce phénomène, l'humidification du matériel et des matériaux permet de fixer les particules de silice. L'humidification fait partie des moyens de protections collectifs des plus efficaces afin de protéger les voies respiratoires des opérateurs.

Pour ceux travaillant dans des engins, les portes et fenêtres doivent être fermées. Pour cela le choix d'équipements munis de cabines pressurisées et climatisées est recommandé.

Bien évidemment le port d'EPI (masque filtrant) est fortement conseillé.

Ces mesures permettent donc de limiter l'envol de poussière et par conséquent d'éviter de polluer l'environnement autour du chantier. Cela permet un gain de temps lors du nettoyage après chantier de l'environnement de travail. Elles contribuent aussi à l'amélioration du confort de conduite des engins notamment au niveau de la visibilité sur chantier mais aussi au niveau du confort de travail.

Enfin elles permettent d'améliorer le compactage des chaussées (contrôle qualité) car arroser les matériaux lors de leur mise en œuvre permet d'assurer un compactage optimal.



Figure 6: Terrassement

3.1.3 Pose d'assainissement : Découpe de canalisation, de chaussée

La pose d'assainissement (tuyauterie) peut entraîner des coupes de canalisation ou des modifications de la chaussée. Ces opérations sont émettrices de poussières de silice.

Afin de supprimer le risque à la source, la suppression des coupes peut être envisagée.

En effet, certaines opérations de prévention le permettent comme par exemple : calepiner les tuyaux sur des longueurs standards afin d'éviter les coupes ou prévoir des tuyaux avec un raccordement mâle / mâle.

En cas de découpe, si cela est possible utiliser de préférence un coupe-tube plutôt qu'une disceuse. Si cela n'est pas envisageable humidifier la tuyauterie lors de la découpe.

Les avantages économiques et environnementaux induits par ces mesures de prévention sont multiples.

Elles permettent une amélioration du rendement des équipes : en préparant le chantier et en évitant des coupes nombreuses cela permet de gagner du temps et de supprimer de nombreux risques (poussière de silice mais aussi risques de coupure).

Elles limitent les aléas de chantier (retard induit aux coupes mais aussi aux possibles risques d'accident de travail liés au risque de coupure) et évitent les coupes et chanfrein à la demande.

Enfin, l'humidification permet de diminuer l'émission de poussière et réduit l'usure des outils de coupes.



Figure 7: Découpe de chaussée

3.2 En résumé : les moyens de prévention

3.2.1 EPC / EPI

La mise en place de moyens de prévention type EPC et EPI sont fortement recommandés lors d'activités liées à l'exposition des travailleurs à la silice.

En effet, différentes méthodes organisationnelles sont à prendre en compte avant tout début de chantier :

- Organiser le chantier afin de réduire l'exposition de silice de chaque salarié en mettant en place un système de roulement.
- Veiller à éloigner les autres opérateurs de la source d'émission (camion déchargeant du sable, découpe à disqueuse, carottage, burinage...).
- Supprimer le risque à la source (préfabriqués, tuyauterie utilisant des raccords mâle / mâle...)
- Choix des techniques de travail : lors de découpes de carrelage privilégier une découpe à la carrellette plutôt qu'à la meuleuse ou lors d'une découpe de tuyauterie utiliser un coupe-tube plutôt qu'une disqueuse.

Pour les lieux clos, envisager des opérations sous ventilation.

Enfin lors d'utilisation d'engins, les portes et fenêtres doivent être fermées et ils doivent être munis de cabines pressurisées et climatisées.

Concernant les EPI, l'humidification à la source lors de découpes, est l'une des mesures des plus efficaces et des moins contraignantes pour les opérateurs. En cas de non point d'eau sur le chantier, des équipements munis d'aspiration à la source sont recommandés.

Pour les opérations à forte exposition à la silice, la mise en place de masques filtrant FFP3 ou de demi-masques peut être envisagée en tenant bien compte des consignes d'utilisation du fabricant.

3.2.2 Formation/sensibilisation

Afin d'informer et de sensibiliser le personnel qui rencontrent les poussières de silice cristalline, il est possible de partager l'affiche ci-dessous qui résume l'ensemble des informations principales à connaître.

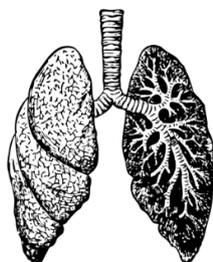
La Silice Cristalline

Tout ce que vous devez savoir...

Où la trouve-t-on...



Quels sont les risques liés à l'exposition ?



- Fibrose pulmonaire
- Silicose
- Broncho Pneumathie Chronique Obstructive
- Cancer des poumons

Comment s'en protéger ?

Equipements de Protections Collectives



- Meilleure choix des techniques de travail
- Aspiration à la source
- Ventilation du local
- Aération & assainissement des locaux
- Humidification des espaces de travail

Equipements de Protections Individuelles

- Masque de protection
- Nettoyage régulier du matériel



Suivi Médical Renforcé



- Examens médicaux réguliers
- Surveillance post-exposition
- Surveillance post-professionnelle



Créé par :
 PERRET Apolline
 BONIN Léa
 DONATO Morgane
 MARIN Pierre Jean

Prévention des Risques
 et Nuisances Technologiques



Figure 8 Affiche de sensibilisation sur la silice

Conclusion

Les risques et dangers associés à l'exposition des travailleurs face à la poussière de silice, ainsi que la législation et les moyens de protections adaptés restent encore peu connus. La silice est cependant un agent à risque et est reconnu comme CMR de catégorie 1 pour la silice cristalline depuis 1997, selon le CIRC. C'est donc un produit qui possède un risque pour les travailleurs exposés.

L'employeur a donc des responsabilités au sein de son entreprise afin de protéger ses salariés face à l'exposition à la poussière de silice. Ce dernier est tenu de suivre la réglementation et ses évolutions. Ainsi l'EVRP et l'application des 9 PGP, le suivi médical, la formation de ses salariés et la mise en place de formations et d'information concernant la silice, la mise en place de mesures de protections adaptées sont nécessaires afin de prévenir les risques associés.

A travers ce dossier et exemples associés, tout employeur et responsable de sécurité travaillant au sein d'une PME, PMI et TPE a désormais connaissance des modes d'actions de la silice sur la santé et de son impact. Au même titre que les autres risques, ce dernier doit être inscrit dans le DUERP. Ce guide permet donc d'appréhender et de comprendre la mise en place de l'évaluation et la maîtrise de ce risque ainsi que le rôle des différents acteurs associés.

Face à ce risque l'entreprise n'est pas seule et elle peut faire appel à des organismes extérieurs tel que l'OPPBT pour se former et s'informer sur la silice et protéger au mieux ses salariés.

Bibliographie

Guide silice cristalline, *Groupe EDF – Périmètre France, 2021*

Poussières alvéolaires de silice cristalline libre, *Santé BTP, 2018*

Fiche toxicologique n°232 « Silice cristalline », *INRS, 2022*

Tableaux des maladies professionnelles, *INRS*

Fiches pratiques silice cristalline, fiches générales, *Plan Régional Santé au Travail Pays de la Loire, 2016-2020*

Prévention des risques liés aux poussières de silice cristalline dans le secteur du BTP, *l'Assurance Maladie, Caisse-régionale Île-de-France, 2021*

Légifrance

Service Public

Fiche Pratique Sécurité, Exposition aux Poussières de Silice Cristalline, *BOUYGUES ENERGIES & SERVICES, 2022*

Expositions aux Poussières de Silice Cristalline, *T&D BOUYGUES ENERGIES & SERVICES*

Poussières Alvéolaires de Silice Cristalline Libre, *Santé BTP, 09/10/2018*

Silice, Portail Cancer Environnement, *Centre Léon Bérard, Août 2022*

Profils chimiques – Silice cristalline, quartz, *Centre Canadien d'Hygiène et Sécurité au Travail, 29/01/2023*

Bulletin épidémiologique hebdomadaire, *Santé publique, 10 janvier 2023*

Les risques dus à l'exposition prolongée aux poussières de silice cristalline sur les chantiers et dans les ateliers, *PREVENTIONBTP, 2020*

Exposition à la silice cristalline : des risques élevés pour la santé des travailleurs, *ANSES, 2019*

Silice cristalline, *Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2009*

La prévention des risques professionnels de la silice, *Officiel Prévention, 2011*

La prévention du risque lié à la silice cristalline, *YouTube : Présanse Auvergne-Rhône-Alpes, 2022*

Silice : Risques et moyens de prévention, *YouTube : Préventeur, 2022*

Silice cristalline dans le BTP – Webinaire, *YouTube : Carsat Nord-Est, 2022*