

SILICE - SiO₂ -

Mis à jour en mars 2018

Les informations fournies par cette fiche sont indicatives, sans valeur légale et sans caractère obligatoire.

Définition de la nuisance ou situation dangereuse

La silice est une substance chimique minérale naturelle ou issue d'un processus industriel, qui se présente sous forme libre ou combinée avec divers oxydes métalliques (à base d'Al, Fe, Mg, Ca, Na, Ti, K,...) que l'on dénomme silicates. Selon son organisation spatiale, le plus souvent tétraédrique, la silice existe sous 2 états physiques :

- cristalline (structure tridimensionnelle régulière)
- amorphe d'origine le plus souvent synthétique (à l'exception des terres de diatomée).

La famille de la silice cristalline comporte plusieurs variétés : quartz, tridymite, cristobalite, coésite, stishovite, de même composition chimique, mais de structures spatiales différentes. En milieu de travail, l'exposition professionnelle concerne le quartz (forme la plus courante) et la cristobalite.

La silice cristalline notamment le quartz, est présente dans de nombreuses roches (grès, granit schiste, sable, ardoise, ...) et donc se retrouve dans de nombreux produits dérivés comme les bétons, mortiers ... La cristobalite est plus rare à l'état naturel (certaines roches volcaniques). Il est important de noter que le chauffage à haute température (calcination) du quartz ou des silices amorphes peut générer de la cristobalite par exemple de 20 à 60% pour les terres de diatomée.

Par ailleurs, les oxydes de silice (SiO₂) peuvent être produits et utilisées dans l'industrie sous forme de nanoparticules manufacturées (particules ultrafines dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 100 nm), employées par exemple dans les charges de certaines peintures, dans des bétons, des pneumatiques.

Danger

La directive européenne 2017/2398 de décembre 2017 a inscrit « les travaux exposant à la poussières de silice cristalline alvéolaire issue de procédés de travail » à la liste des substances, mélanges et procédés de l'annexe 1 de la directive 2004/37/CE définissant les agents cancérigènes. Elle devrait être transposée en droit français avant le 17 janvier 2020.

La silice cristalline est classée dans le groupe 1 par le CIRC depuis 1997 mise à jour en 2012 (cancérigène certain).

Les particules fines (diamètre de 0,1 à 5µm) ou ultrafines (< 100 nm) de silice peuvent atteindre les bronchioles et les alvéoles.

Toxicité de la silice cristalline

- Irritation oculaire et des voies respiratoires
- Bronchite chronique et bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)
- Silicose aiguë devenue très rare. Elle se développe après des expositions à des concentrations élevées avec des manifestations précoces et une évolution rapide vers l'insuffisance pulmonaire.
- Silicose chronique pneumoconiose comportant des lésions pulmonaires interstitielles micronodulaires ou nodulaires (nodules pseudo-tumoraux) bilatérales prédominant au niveau des apex, révélées par des examens radiologiques ou tomodensitométriques thoraciques, qu'il existe ou non des troubles fonctionnels respiratoires. En cas d'altération de la fonction respiratoire, celle-ci est d'évolution le plus souvent progressive et irréversible. Il n'existe pas de traitement curatif et les lésions continuent d'évoluer même après l'arrêt de l'exposition. L'évolution est émaillée de complications : infectieuses (tuberculose, aspergillose), pneumothorax, insuffisance cardiaque droite.
- Cancer broncho-pulmonaire primitif reconnu comme imputable à la silice cristalline lorsqu'il est associé à des signes radiologiques ou des lésions de nature silicotique.

Remarque : D'après les recommandations de la Haute Autorité de Santé de 2015 sur les cancers bronchiques, les études rapportées dans la littérature et la monographie du CIRC de 2012 sont en faveur d'une relation dose-effet entre l'exposition antérieure à la silice cristalline et le risque de cancer broncho-pulmonaire chez les sujets atteints de silicose. Chez les sujets exposés à la silice cristalline sans silicose, les données de la littérature sont hétérogènes concernant le risque de survenue de cancer bronchique. Les études ayant évalué l'effet conjoint entre la silice cristalline et le tabac montrent dans l'ensemble un effet conjoint multiplicatif.

- Atteintes auto-immunes décrites :
 - Association silicose et polyarthrite rhumatoïde (syndrome de Caplan-Colinet)
 - Sclérodermie (syndrome d'Erasmus).

Toxicité de la silice amorphe :

La toxicité de la silice amorphe généralement d'origine synthétique en dehors de la terre de diatomée est faible :

- Irritations des voies aériennes supérieures et de la peau
- Pas de fibrose pulmonaire mise en évidence par les études épidémiologiques

La silice amorphe est classée dans le groupe 3 par le CIRC.

Cependant, lorsque la silice amorphe est sous forme nanoparticulaire, il a été décrit des effets biologiques comme de l'inflammation et du stress oxydatif dans des études expérimentales in vitro ou in vivo chez l'animal (Lison et al...)

Tâches et postes

Activités, situations de travail	Postes de travail
Démolition manuelle d'éléments contenant de la silice	Maçon, manoeuvre, démolisseur
Nettoyage et balayage du chantier	Manoeuvre, maçon, terrassier ...
Travail du béton et du mortier : tronçonnage, concassage, sciage, projection à sec, perçages répétés, ponçage à sec	Maçon, manoeuvre, foreur, découpeur, projeteur, scieur de béton, électricien, ragréeur
Travail de la pierre contenant de la silice : tronçonnage, concassage, sciage, décapage et sablage à sec Conduite de sableuse ou malaxeur	Tailleur de pierre, carrier, peintre, ravaleur, sableur manoeuvre, conducteur d'engins
Travail de la pierre reconstituée riche en quartz	Maçon, carreleur, cuisiniste
Découpe de brique réfractaire	Maçon, fumiste
Travaux en toiture : découpe de tuiles et ardoises	Couvreurs
Travaux publics : terrassements et travaux publics, travaux en galerie, travaux souterrain Rabotage de chaussées, découpe d'enrobés Tronçonnage de bordures	Maçon VRD, ouvrier routier, terrassier, mineur, puisatier sondeur, foreur
Reprise en sous-œuvre, sondage, forage, abattage	Maçon, conducteur d'engins, terrassiers
Autres : travaux sur fours et cheminées, travail du verre : gravure au sable, exploitation de carrière	Maçon fumiste, miroitier, graveur, couvreur, tous travaux en carrière
Travaux avec électrodes enrobées de silice	Soudeur à l'arc
Usinage de bois siliceux	Menuisier, charpentier
Travaux ferrés : ballastage de voies	Maçon, terrassiers
Travaux en carrière	Concassage de pierres, extraction du sable et des graviers, taille de pierres, calcination de diatomée

Fiches FAST liées

- Agent Centrale d'Enrobage
- Agent Préfabrication Béton
- Applicateur Asphalte / Asphalteur
- Applicateur Enduits Superficiel / Enrobé Coulé Froid (E.C.F.)
- Applicateur Revêtement Surface Résine Synthétique
- Boiseur Galerie
- Canalisateur Forage Horizontal : Foreuse
- Carreleur Mosaïste- Fiche en cours de réactualisation
- Coffreur Bancheur
- Conducteur Centrale Béton Non Automatisée
- Conducteur Engin Chantier et Carrière
- Conducteur Malaxeur Projeteur Enduit

- Conducteur Non Porté Petit Engin Chantier Bâtiment
- Conducteur Non Porté Petit Engin Chantier TP
- Conducteur Poids Lourd BTP
- Conducteur Régleur Raboteuse
- Cordiste/Travaux Accès Difficiles
- Desamianteur
- Façadier Enduiseur
- Façadier Ravaleur Ragréeur
- Foreur Scieur Béton
- Foreur Sondeur Injecteur
- Maçon Bâtiment
- Maçon Fumiste
- Maçon TP (Fiche en cours d'actualisation)
- Menuisier Bois Fabrication Bâtiment / agencement
- Miroitier
- Monteur Électricien Bâtiment
- Opérateur de Maintenance de Voies Ferrées Urbaines
- Opérateur Déconstruction / Démolisseur
- Ouvrier Exécution Bâtiment Gros Oeuvre
- Ouvrier exécution TP
- Ponceur Polisseur Sol Marbre
- Poseur Bordures
- Poseur Sols Souples
- Poseur voie ferrée - (réseau ferré National)
- Préposé Tir Explosif
- Projeteur Béton
- Soudeur Aluminothermie
- Tailleur Pierre

Niveau d'exposition

Temps : durée - fréquence

Exposition	Permanente	Fréquente	Intermittente	Occasionnelle
%	> 70	> 30	> 5	< 5
Jour	> 6 heures	> 2 heures	> 30 mn	< 30 mn
Semaine	> 3 jours	> 1 jour	> 2 heures	< 2 heures
Mois	> 15 jours	> 6 jours	> 1 jour	< 1 jour
Année	> 5 mois	> 2 mois	> 15 jours	< 15 jours

Intensité

VLEP contraignantes :

- Quartz 0,1 mg/m³
- Cristobalite 0,05 mg/m³
- Tridymite 0,05 mg/m³

VLEP pour les mélanges de poussières de silice (R4412-154) :

- Cns / Vns + Cq / 0,1 + Cc / 0,05 + Ct / 0,05 doit être < ou égal à 1
- Cns, Cq, Cc, Ct : concentration dans l'air en poussières alvéolaires respectivement en poussières autres que la silice cristalline, en quartz, cristobalite et tridymite
- Vns : VLEP poussières alvéolaires autres que silice cristalline

Le contrôle des VLEP se fait par un organisme accrédité.

Pour la silice amorphe, les poussières sont considérées sans effet spécifique. La VLEP est de 10 mg/m³ pour la fraction inhalable et de 5 mg/m³ pour la fraction alvéolaire.

Il n'existe pas de VLEP spécifique pour les formes nanoparticulaires à ce jour.

Mines et carrières

Décret du 30 août 2013 pour les mines et carrières en matière de poussières alvéolaires applicable au 1er janvier 2014 : les concentrations moyennes en poussières alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur évaluées sur une période de 8 heures s'appliquent également aux lieux de travail se trouvant en extérieur.

Conditions d'exposition

Matériaux

Matériaux contenant de la silice : grès, granite, argile, schiste, sable, ardoise, granulats, sable, silex, quartzite ...

Terres de diatomée (silice amorphe)

Produits : béton, mortier, ciment, ardoise, briques et briques réfractaires, bordures en granit, mastic, peintures....

Silice naturelle ou d'origine synthétique

Remarque : Le marbre naturel est une roche calcaire (majoritairement du carbonate de calcium) qui est susceptible de contenir plusieurs impuretés telles que le quartz mais généralement, le marbre de haute qualité ne contient que très peu d'impuretés.

Matériels

Outils rotatifs à vitesse rapide : ponceuse, perceuse, tronçonneuse, carotteuse ...

Outils manuels : masse, scie

Cofacteurs environnementaux

Atmosphère confinée, insuffisance de ventilation

Travail à sec

Facteurs individuels

Tabagisme

Pathologie respiratoire pré-existante

Barème de décision

Critères complets

Les coefficients de pondération s'additionnent : proposition d'action médicale renforcée pour un total supérieur ou égal à 5.

Conditions d'exposition	Permanente	Fréquente	Intermittente	Occasionnelle
Matériaux				
Granit, grès, sable, briques réfractaires, béton sec	3	3	1	1
Marnes, schistes, ardoises,	1	0	0	0
Matériel				
Outils à mains : masse, balai, burin	1	1	0	0
Outils à percussion : perceuse, marteau pneumatique, perforatrice	2	2	1	0
Outils de débit à sec : tronçonneuse, scie, carotteuse, ponceuse	2	2	1	0
Outils de projection, sablage	2	2	2	2
Cofacteurs individuels				
Tabac > 20 (paquets / année) et / ou pathologie pulmonaire	1	1	0	0

Conditions d'exposition	Permanente	Fréquente	Intermittente	Occasionnelle
Cofacteurs environnementaux				
Brouillard visible ou atmosphère confinée, pas d'aspiration	1	1	1	0

Critères simples

Empoussièrement visible

Matériau riche en silice

- > 50% de silice libre : sable, granit, grès...
- 11 à 50% de silice libre : ardoise, béton, mortier
- 1 à 10% de silice libre : ciment

Outils rotatifs vitesse rapide et travail à sec

Sablage avec projection par buse à grande vitesse avec de l'air comprimé

Contenu des actions

Suivi réglementaire

Suivi individuel de l'état de santé des travailleurs

Suivi individuel hors risques particuliers : Concerné

Suivi individuel renforcé : non concerné

Décret 2001-97 du 1er février 2001 : CMR non concerné (silice non classée dans l'UE)

Décret 2016-1908 du 27 décembre 2016, Art R. 4624-23 du CT : non concerné

*L'employeur a la possibilité de déclarer, en cohérence avec son évaluation des risques retranscrite dans son DU, les postes présentant des risques particuliers pour la santé ou la sécurité du travailleur après avis du médecin du travail, du CHSCT ou à défaut des DP s'ils existent.

Travaux interdits

Travaux interdits aux moins de 18 ans : Décret 2013-915 du 11 octobre 2013 : concerné (ACD). Dérogation possible selon la procédure de dérogation définie par le décret 2015-443 du 17 avril 2015

Travaux interdits aux salariés en CDD (contrat à durée déterminée) et aux salariés temporaires (D4154-1 du CT) non concerné

Surveillance post professionnelle

Le Code de la Sécurité Sociale prévoit que les personnes exposées à la silice cristalline susceptible de provoquer une maladie figurant au tableau 25 de maladie professionnelle peuvent demander à bénéficier d'un suivi médical post-professionnel après cessation de leur activité (article D. 461-23).

Modalités du suivi individuel de l'état de santé

Proposition de suivi individuel de l'état de santé

Visite d'information et de prévention initiale

Réalisée par un professionnel de santé (infirmier en santé travail, collaborateur médecin, interne en médecine du travail, médecin du travail) selon le protocole établi

Dans les 3 mois suivant l'affectation au poste

Avant l'affectation si travailleurs de nuit et/ou jeunes de moins de 18 ans hors risques soumis à déclaration de dérogation

Orientation systématique vers le médecin du travail pour les femmes enceintes, les travailleurs reconnus handicapés, en invalidité ou si l'âge, l'état de santé, les conditions de travail et/ou les risques professionnels le nécessite.

Accorder une attention particulière aux personnes atteintes de pathologies respiratoires, orienter vers le médecin du travail si nécessaire

Bilan de référence : EFR avec idéalement capacité pulmonaire totale (CPT) et volume résiduel (VR)

Information sur le risque, sur les moyens de préventions et sur le suivi médical

Périodicité de la Visite d'information et de prévention

Réalisée par un professionnel de santé (infirmier en santé travail, collaborateur médecin, interne en médecine du travail, médecin du travail) selon le protocole établi

Au maximum tous les 5 ans ou au maximum tous les 3 ans pour les travailleurs reconnus handicapés, en invalidité, les travailleurs de nuit ou si l'âge, l'état de santé, les conditions de travail et/ou les risques professionnels le nécessite.

Rechercher les signes fonctionnels respiratoires

EFR à renouveler en tenant compte des données de l'interrogatoire et de l'examen clinique

éventuel

En l'absence de recommandations, un suivi RP et /ou TDM thoracique n'est pas préconisé à titre systématique.

En cas de signes d'appel, le salarié sera orienté vers le médecin du travail s'il est vu par un autre professionnel de santé ; le bilan comprendra une radiographie pulmonaire et une EFR.

Discuter un examen TDM pour les salariés à partir de 50-55 ans en fonction du niveau, de la durée et des conditions d'exposition.

Information sur le risque, sur le tabagisme, aide au sevrage tabagique

Traçabilité des expositions:

Renseigner le dossier médical individuel

Conserver les fiches individuelles d'exposition dans le dossier médical pour les expositions aux agents chimiques dangereux antérieures au 1er février 2012.

Depuis la loi 2015-994 du 17 août 2015, l'employeur n'a plus à établir de fiche individuelle de prévention des expositions mais doit déclarer de façon dématérialisée à la caisse d'assurance retraite les expositions des salariés aux facteurs de pénibilité au-delà de certains seuils fixés par décret, seuils appréciés après application des mesures de protection collective et individuelle

Prévention

Prévention collective

Prévention commune aux agents chimiques dangereux (art 4412-1 à 4412-57 du CT)

Limiter l'émission de poussières

Evaluation du risque avec inventaire des matériaux, produits et procédés de travail, prélèvement d'atmosphère (fiche d'entreprise, document unique).

Aspiration et captation des poussières à la source, travail à l'humide, diminuer les efforts physiques et la chaleur (hyperventilation),

Soufflage d'air neuf en front de taille,

Substitution des matériaux contenant de la silice cristalline : silicates (almandin) carbonates (calcite) alumine, verre recyclé pour le sablage par exemple

Autres process de sablage : hydrogommage (abrasif + air + eau) ; décapage thermique ou chimique

Outils manuels ou à vitesse lente

Nettoyage régulier des lieux de travail (aspirateur THE)

Prévention individuelle

Hygiène : ne pas boire, manger, fumer

Formation, information des travailleurs

Vêtements, lunettes, masque FFP3, et selon le niveau de l'exposition et la durée des travaux masque à ventilation assistée (TMP3 ou THP3) ou cagoule à adduction d'air (sablage)

Réparation

TRG n° 25.

Remarques

- Décret n° 99-746 du 31-8-99 relatif aux dispositions spéciales concernant les pneumoconioses comme maladies professionnelles.
- Décret du 28-3-03 : dernière mise à jour du TRG n° 25.
- Décret n° 2003-1254 du 23 décembre 2003 relatif à la prévention du risque chimique et modifiant le code du travail

Bibliographie

INRS, ED 816 , INRS, 1998

Pour en savoir plus

Autres sources ou documents / outils en ligne:

→ Eléments techniques sur l'exposition professionnelle aux poussières alvéolaires de silice cristalline libre : présentation d'une matrice emplois-exposition INVS Février 2010

→ Recommandation HAS surveillance médico professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaire Novembre 2015

→ ED 5033 Les silices amorphes INRS juillet 2007

Mot-clés

CANCER, CANCEROGENE, FIBROSE PULMONAIRE, POUSSIERE, SABLAGE, SABLEUR, SILICE, SILICOSE