

**Guide de bonnes pratiques sur la protection de la santé
des travailleurs dans le cadre de la manipulation et de
l'utilisation de la silice cristalline
et des produits qui en contiennent**



Guide de bonnes pratiques sur la protection de la santé des travailleurs dans le cadre de la manipulation et de l'utilisation de la silice cristalline et des produits qui en contiennent

Table des matières

Avant-propos	2
Note aux utilisateurs	3
Première partie : L'essentiel sur la silice cristalline alvéolaire	4
1. Introduction	4
1.1 Qu'est-ce que la silice ?	4
1.2 La silice cristalline alvéolaire	5
1.3 L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire	5
2. La silice et l'industrie de la silice	6
2.1 Où trouve-t-on la silice ?	6
2.2 Activités impliquant l'utilisation de matériaux contenant de la silice cristalline	6
3. La silice cristalline alvéolaire et ses effets sur la santé	10
3.1 La silice cristalline alvéolaire	10
3.2 Les effets de la silice cristalline alvéolaire sur la santé	14
4. Gestion du risque – Que dois-je faire ?	16
Bibliographie	24
Glossaire	25
Annexe 1 : Tableau des limites d'expositions professionnelles	27
Annexe 2 : Tableau des procédés générateurs de particules fines qui pourraient résulter en exposition à la silice cristalline alvéolaire	28
Deuxième partie : Manuel des fiches d'action	33
Table des matières des fiches d'action	35

Guide de bonnes pratiques sur la protection de la santé des travailleurs dans le cadre de la manipulation et de l'utilisation de la silice cristalline et des produits qui en contiennent

Avant-propos

1. Pourquoi ce guide ?

Ce guide résulte de la compilation des connaissances et informations sur la gestion de la silice cristalline alvéolaire recueillies auprès de secteurs qui produisent et/ou utilisent des produits ou matières premières contenant la silice cristalline. Sa publication constitue une contribution de l'industrie (employeurs et employés) à la protection des travailleurs vis-à-vis d'une exposition possible à la silice cristalline alvéolaire sur leur lieu de travail.

2. Objectif de ce Guide de bonnes pratiques

L'objectif de ce document est de fournir aux producteurs et utilisateurs de produits qui contiennent de la silice cristalline, un guide pour l'application pratique sur les lieux de travail d'un système pour gérer de gestion de la poussière de silice cristalline et pour l'utilisation sûre des produits qui en contiennent.

Les industries productrices et utilisatrices de silice insistent sur le fait que le personnel doit être protégé des effets potentiels sur la santé de l'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire. C'est pourquoi il s'agit en fait de concentrer ses efforts sur la réduction de l'exposition potentielle à la silice cristalline alvéolaire sur les lieux de travail.

Ce guide a été conçu de façon dynamique, privilégiant les aspects considérés comme les plus significatifs. Bien qu'il couvre largement le sujet, il n'a pas été possible de traiter de façon détaillée la totalité des préoccupations. Les utilisateurs, les clients, le personnel employé et les lecteurs sont invités à consulter les spécialistes de la santé au travail et autres experts sur tout ce qui touche au contrôle de la silice cristalline alvéolaire sur un lieu de travail spécifique.

Ce Guide de bonnes pratiques est une annexe de l'Accord sur la protection de la santé des travailleurs par l'observation de bonnes pratiques dans le cadre de la manipulation et de l'utilisation de la silice cristalline et des produits qui en contiennent. Les Parties conviennent que la silice cristalline et les matériaux / produits / matières brutes qui en contiennent sont (voir description en Annexe 5) des composants/ingrédients utiles, fondamentaux, et souvent indispensables pour un grand nombre d'activités industrielles et autres activités professionnelles contribuant à la protection de l'emploi ainsi qu'à assurer l'avenir économique des secteurs et des entreprises, et qu'à ce titre leur production et leur utilisation de grande envergure doivent continuer.

Note aux utilisateurs

Ce guide est un résumé de renseignements provenant de différentes sources, dont : documents existants sur la silice cristalline alvéolaire, documents légaux et expertise de personnes actives dans l'industrie.

Dans ce bref document, il est impossible de couvrir tous les sujets mentionnés de manière détaillée et tous les sujets de préoccupation concernant la silice cristalline alvéolaire sur les lieux de travail. Nous conseillons aux utilisateurs, aux clients, aux travailleurs et aux lecteurs de consulter des professionnels de la santé au travail et d'autres experts pour toute question liée à la maîtrise de la silice cristalline alvéolaire sur chaque lieu de travail spécifique.

Première partie: L'essentiel sur la silice cristalline alvéolaire

1. Introduction

La silice cristalline est un composant essentiel de matériaux ayant d'innombrables utilisations dans l'industrie et la vie courante. Il est impossible d'imaginer des maisons sans briques, sans mortier ou sans vitrages, des voitures sans moteur ni pare-brise, ou la vie de tous les jours sans routes ou autres moyens de transports, sans objets de verre ou de poterie.

Nous savons depuis de nombreuses années que l'inhalation de poussière fine contenant une proportion de silice cristalline peut porter atteinte aux poumons (silicose). En effet, la silicose est la plus ancienne maladie professionnelle connue. Néanmoins, les risques pour la santé associés à l'exposition à la poussière de silice cristalline peuvent être maîtrisés et, en prenant les mesures appropriées, pourraient être réduits ou complètement éliminés. Il s'agit d'en évaluer le risque et de prendre les mesures qui s'imposent.

La première partie de ce Guide de bonnes pratiques est destinée principalement aux employeurs. Elle a été conçue pour les aider à déterminer si la santé de leurs employés, ou celles d'autres personnes présentes sur les lieux de travail, est menacée du fait de l'exposition à la silice cristalline alvéolaire. Cette brochure les guidera à travers le processus de l'évaluation du risque et leur fournira des conseils courants sur les méthodes à appliquer pour maîtriser l'exposition à la silice cristalline alvéolaire sur le lieu de travail. Elle met également l'accent sur l'importance d'une amélioration permanente dans ce domaine.

A la fin de la première partie, un glossaire répertorie quelques-uns des termes techniques utilisés.

La seconde partie est destinée tant aux employeurs qu'à ceux qui travaillent avec des matériaux contenant de la silice cristalline. Elle fournit des conseils détaillés sur des modes sûrs de production, manipulation et usage de ces matériaux.

1.1 Qu'est-ce que la silice ?

La silice est le nom donné à un groupe de minéraux composés de silicium et d'oxygène, les deux éléments les plus abondants de l'écorce terrestre. Malgré sa formule chimique simple, SiO_2 , la silice existe sous différentes formes. Généralement, on la trouve sous forme cristalline mais on peut également la trouver à l'état amorphe (non cristallisé). La silice cristalline est dure, chimiquement inerte et présente un point de fusion élevé. Ce sont des qualités recherchées pour diverses applications industrielles.

Ce Guide de bonnes pratiques ne considère que trois des différentes formes de silice cristalline : le quartz, la cristobalite et la tridymite. Il ne couvre ni la silice amorphe, ni la silice fondue ou d'autres minéraux silicatés. Le quartz, la cristobalite et la tridymite sont souvent référencés en tant que "silice cristalline libre", car ils ne contiennent, dans leur réseau cristallin, pas de silice combinée chimiquement à d'autres éléments.

Le quartz est de loin la forme la plus courante de silice cristalline. C'est le deuxième minéral le plus courant à la surface du globe et on le trouve dans presque tous les types de roches : ignée, métamorphique et sédimentaire. Comme il y en a en abondance, le quartz est présent dans presque tous les sites d'exploitations minières. En dehors des activités industrielles, la silice cristalline alvéolaire est également présente dans l'environnement naturel.

La cristobalite et la tridymite ne sont pas abondantes dans la nature. Toutefois on les trouve dans certaines roches ignées. On obtient également la cristobalite dans certains procédés industriels lorsque le quartz est chauffé à des températures supérieures à 1400° C, par exemple, lors de la production et l'utilisation de produits réfractaires. La cristobalite est également produite lorsque de la silice vitreuse ou amorphe est chauffée à température élevée.

1.2 La silice cristalline alvéolaire

Les poussières ne sont pas toutes identiques ! Il y a différentes tailles de particules, souvent dénommées fractions de poussière. Lorsque la poussière est inhalée, sa zone de dépôt dans l'appareil respiratoire humain dépend en grande partie de la granulométrie des particules présentes.

Trois fractions de poussière suscitent une préoccupation particulière: les fractions de poussières inhalables, thoraciques et alvéolaires qui sont définies dans la norme européenne EN 481. Ce point sera abordé dans la section 3.1. du guide. Dans le cas de la silice cristalline, c'est la fraction alvéolaire de la poussière qui pose problème en raison de ses effets sur la santé.

La poussière alvéolaire peut pénétrer profondément dans les poumons. Les mécanismes de défense naturelle du corps peuvent éliminer une grande partie de la poussière alvéolaire inhalée. Néanmoins, en cas d'exposition prolongée à des niveaux excessifs de poussière, il devient difficile d'éliminer les poussières alvéolaires des poumons. Une accumulation de poussière peut, à long terme, conduire à des effets irréversibles sur la santé. Du fait que les effets de la silice cristalline sur la santé soient liés à la fraction alvéolaire de la poussière, ce Guide de bonnes pratiques se focalisera sur le contrôle de la silice cristalline alvéolaire.

1.3 L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire

L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire est possible, sur tout lieu de travail, où de la poussière en suspension dans l'air, contenant une proportion de silice cristalline alvéolaire, est générée.

Les particules de poussière alvéolaire sont si petites qu'il est impossible de les voir à l'œil nu. Une fois dispersée dans l'air, elles prennent beaucoup de temps pour se déposer. Un simple dégagement de poussière dans l'air sur le lieu de travail peut conduire à une exposition professionnelle significative. En fait, dans les situations où l'air est constamment en mouvement et sans introduction d'air frais, la poussière alvéolaire peut rester en suspension durant plusieurs jours.

L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire se produit dans de nombreux secteurs industriels, telles que l'exploitation en carrières et mines, le traitement de minéraux (séchage, broyage, ensachage, manutention), le travail de l'ardoise, le concassage et le travail de la pierre de taille, la fonderie, la fabrication de briques et de carreaux, certains procédés réfractaires, la construction, y compris la mise en œuvre de pierres, ciment, briques, certains panneaux isolants, le forage de tunnels, la restauration de bâtiments, ainsi que dans les industries de la poterie et de la céramique.

2. La silice et l'industrie de la silice

2.1 Où trouve-t-on la silice ?

On trouve la silice cristalline sous forme de quartz minéral dans un grand nombre de matériaux –par exemple dans le grès, quartz presque pur. On trouve d'autres formes de silice mais elles sont d'une importance moindre dans les lieux professionnels. Le tableau ci-après donne une indication des niveaux typiques de teneur en silice libre de certains minéraux. Il faut toutefois noter que ces chiffres varient dans la réalité.

Minéraux	Taux de silice cristalline
Argile de figuline	5 – 50 %
Basalte	Jusqu'à 5 %
Diatomées	5-30 %
Dolérite	Jusqu'à 15 %
Pierre à feu	Supérieur à 90 %
Granite	Jusqu'à 30 %
Granulats	Supérieur à 80 %
Minerai de fer	7 – 15 %
Calcaire	Généralement inférieur à 1 %
Quartzite	Supérieur à 95 %
Sable	Supérieur à 90 %
Grès	Supérieur à 90 %
Schiste	40 – 60 %
Ardoise	Jusqu'à 40 %

Source: brochure HSE, Contrôle de la silice cristalline respirable dans les carrières.

2.2 Activités impliquant l'utilisation de matériaux contenant de la silice cristalline.

Les granulats

Les granulats sont des matériaux granuleux utilisés en construction. Environ 3 milliards de tonnes de granulats sont produites et utilisées en Europe chaque année. Pourtant, une majorité des opérateurs du secteur sont de petites et moyennes entreprises. Un petit site caractéristique emploie directement de 7 à 10 personnes. L'industrie des granulats consiste en environ 25 000 sites d'extraction à travers l'Europe, et 250 000 employés dans l'UE.

Les granulats naturels les plus communs sont le sable, le gravier et la roche broyée, qui ont chacun une quantité très différente de silice cristalline libre (de 0 à 100%). En fonction des évaluations individuelles des risques à effectuer conformément à cet Accord, seuls les résidus de roches contenant une forte proportion de silice sont concernés. Même dans pareil cas les risques liés à l'exposition à la Silice cristalline alvéolaire pour les travailleurs sont relativement bas. Les granulats produits à partir de roches contenant une faible proportion de silice cristalline sont, sans préjudice des évaluations individuelles des risques, probablement négligeables en terme d'impact sur la santé du travailleur.

L'industrie céramique

L'industrie de la céramique emploie la silice principalement en tant qu'ingrédient de base des argiles, et comme constituant principal des glaçures. Les principaux produits céramiques contenant de la silice sont la vaisselle, la vaisselle décorative, les sanitaires, le carrelage, les briques, les tuiles, les réfractaires, ...

Environ 2000 entreprises produisent de la céramique dans l'UE. On estime à 234 000 le nombre de personnes employées par l'industrie céramique dans l'UE. Elle est présente dans presque tous les pays membres de l'Union.

La fonderie

L'industrie de la fonderie produit des moulages en métal ferreux, non ferreux ou en acier, obtenus en versant le métal en fusion dans des moules partiellement ou totalement faits de sable de silice lié. L'industrie de la fonderie fournit en grande partie l'industrie automobile, le génie mécanique et d'autres industries encore. C'est une branche industrielle composée principalement de petites et moyennes entreprises : on trouve environ 4 000 fonderies employant 300 000 personnes dans l'Union Européenne.

L'industrie du verre

Le dioxyde de silicium est le principal oxyde qui compose le verre. Le sable de silice est donc l'ingrédient majeur pour tous les types de verre. Les principaux produits en verre sont le verre d'emballage, (bouteilles et bocaux), le verre plat (construction, miroirs, pare-brises, ...), le verre domestique (vaisselle, verres, coupes, décoration...), la fibre de verre (renforcement et isolation), ainsi que le verre à usage plus spécifique (télévisions, utilisés en laboratoire, optique,...).

Plus de 1000 sociétés produisent du verre dans l'UE. L'industrie verrière est présente dans tous les pays Européens, et emploie plus de 230 000 personnes dans l'UE.

Après la fonte de la matière première, il n'y a plus de silice cristalline. Le verre est un matériau amorphe.

Industrie des minéraux industriels et des minéraux métallifères

Minéraux industriels :

Un certain nombre des produits de l'industrie des minéraux industriels sont composés de silice. On trouve généralement la silice sous forme cristalline, mais on peut aussi la trouver sous forme amorphe (non cristalline). La silice cristalline est dure, chimiquement inerte et possède un point de fusion élevé. Ces différentes qualités sont très prisées pour diverses utilisations industrielles, principalement par les industries du verre, la fonderie, la construction, la céramique et les industries chimiques. 145 millions de tonnes de minéraux industriels (par exemple la bentonite, les borates, le carbonate de calcium, la diatomée, le feldspath, le gypse, le kaolin et l'argile plastique, le talc, etc.) sont extraits chaque année en Europe. Bien que ce ne soit pas le cas de tous, les minéraux industriels peuvent contenir des quantités variables de silice cristalline.

Les minéraux industriels sont produits par 300 sociétés ou groupes exploitant environ 810 mines et carrières ainsi que 830 usines dans 18 états membres mais également en Suisse, en Norvège, en Turquie, en Bulgarie, en Roumanie et en Croatie. L'industrie des minéraux industriels emploie environ 100 000 personnes dans l'UE.

Minerais métalliques :

Une grande variété de minerais métalliques sont extraits en Europe et pour certains, comme le mercure, l'argent, le plomb, le tungstène, le zinc, le chrome, le cuivre, le fer, l'or, le cobalt, la bauxite, l'antimoine, le manganèse, le nickel, le titane, l'Union Européenne est un producteur relativement important. Dans certains cas, les producteurs européens se classent parmi les dix principaux producteurs mondiaux.

Les minerais métalliques sont produits dans 12 Etats membres de l'Union Européenne ainsi qu'en Norvège, en Turquie, en Bulgarie, Roumanie, au Kosovo et en Serbie. En Europe, cette section de l'industrie minière et des minéraux emploie environ 23 000 personnes.

Bien que ce ne soit pas le cas pour tous, les minerais métalliques peuvent contenir des quantités variables de silice cristalline.

L'industrie du ciment

Le ciment est une matière poudreuse principalement utilisée comme agent liant dans la fabrication du béton. Il est produit en différentes étapes, dont les principales sont les suivantes :

- manufacture d'un produit semi-fini, appelé « clinker », obtenu par la calcination dans un four à haute température (1450°C) d'un mélange de matières premières constitué d'argile, de pierre à chaux, et de plusieurs autres additifs.

- manufacture du ciment comme produit fini, obtenu par le mélange homogène de clinker broyé et de sulfate de calcium (gypse) avec ou sans – selon le type de ciment – un ou plusieurs composant(s) additionnel(s) : scories, cendres volantes, composants pozzolaniques, pierre à chaux, etc.

En 2004, la production de ciment des actuels 25 Etats membres de l'UE a atteint 233 millions de tonnes, environ 11% de la production mondiale totale (2,1 milliards de tonnes).

Il y a pratiquement 340 usines dans l'Union Européenne. 4 des 5 plus grandes sociétés cimentières du monde sont européennes. L'industrie du ciment emploie environ 55 000 personnes dans l'UE.

La laine minérale

La laine minérale possède une gamme unique de propriétés, combinant une résistance thermique élevée à une stabilité à long terme. Elle est composée de verre fondu, de pierre ou de laitier, tourné en une structure fibreuse réunissant des propriétés thermiques, ininflammables et acoustiques, essentielles à l'isolation thermique et acoustique et à la protection contre les incendies des bâtiments domestiques, commerciaux et industriels.

Ces propriétés sont dues à la structure - un matelas de fibres qui empêchent le mouvement d'air - et à la composition chimique de la laine minérale.

L'industrie de l'isolation se développe afin de s'adapter au souci grandissant de la société pour l'environnement, en améliorant les normes et la réglementation en matière d'utilisation des matériaux d'isolation.

Parmi les laines minérales, seule la laine de verre est concernée par la silice cristalline puisqu'elle est fabriquée à l'aide de sable, alors que la laine de pierre ne l'est pas. Après la fonte de la matière première de la laine de verre, il n'y a plus de silice cristalline car elle devient un matériau amorphe.

L'industrie de la laine minérale est présente dans tous les pays Européens et emploie plus de 20 000 personnes dans l'UE.

L'industrie de la pierre naturelle

La pierre que l'on trouve à l'état naturel est un matériau de construction quasiment prêt à l'emploi. Pourtant, peu d'entre nous réalisent qu'il faut des millions d'années pour arriver à l'état ou il peut être facilement produit et transformé.

Cette industrie n'est constituée que de petites et de moyennes entreprises employant de 5 à 100 employés et est un fournisseur majeur de la l'industrie de la construction. On dénombre plus de 40 000 entreprises dans l'Union Européenne, employant environ 420 000 personnes. Le travail des pierres naturelles ne couvre pas uniquement la production de pierres en carrières. Bien plus importants encore sont le traitement et la transformation des pierres. La restauration et les techniques de pointe utilisées nécessitent une qualification et une formation adaptée, tant pour les ouvriers que les ingénieurs les plus qualifiés.

L'industrie du mortier

Le mortier est constitué d'un mélange de granulats dont la taille du grain est généralement inférieure à 4 mm (parfois inférieure à 8 mm, ex. mortier pour enduits décoratifs mortier de ragréage), d'un ou plusieurs liants, et complété éventuellement d'adjuvants et/ou de mélanges ajoutés.

Le mortier fait à l'aide de liants inorganiques contient également de l'eau. L'application et l'utilisation du mortier n'est pas limitée aux constructions de maçonnerie. Le mortier de ragréage est en expansion. Il y a beaucoup de variétés spéciales de mortier qui sont utilisées pour les réparations du béton, le placage, les toits, la mise en place des boulons d'ancrage et beaucoup d'autres applications.

Les systèmes d'isolation thermique extérieur des façades (ETICS) sont également un produit de l'industrie du mortier, qui joue un rôle important dans l'économie d'énergie. Plus de 1300 entreprises produisent du mortier dans l'UE. L'industrie du mortier compte plus de 34 400 employés dans l'UE.

L'industrie du béton manufacturé

Le béton manufacturé est un matériau de construction fabriqué en usine, largement utilisé à travers le monde et disponible sous toutes les tailles et formes, des petits éléments de pavage aux éléments de ponts de 50 mètres.

Son procédé de production consiste dans le mélange de différentes proportions de ciment, granulats, eau, additifs et mélanges ajoutés, déversés dans des moules pour les laisser durcir. Les produits sont délivrés sur le marché sous leur forme durcie et non poussiéreuse. La génération de poussières peut avoir lieu principalement lors de la manipulation des matières premières et du traitement mécanique post-production.

L'industrie est composée de petites et moyennes entreprises répandues à travers l'UE. On estime que l'Europe des 25 comprend : 10 000 unités de production, 250 000 travailleurs et 300 à 400 millions de tonnes de produits.

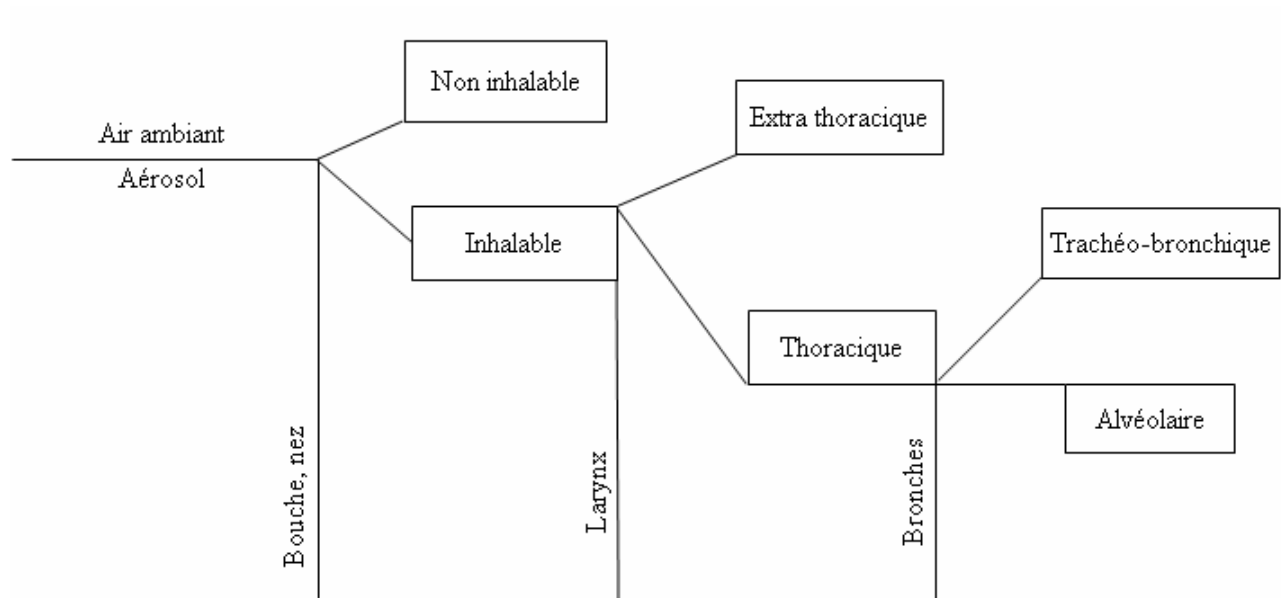
3. La silice cristalline alvéolaire et ses effets sur la santé

3.1 La silice cristalline alvéolaire

Trois fractions de poussière suscitent une attention particulière: les fractions inhalables, thoraciques et alvéolaires. Néanmoins, pour la silice cristalline, la fraction de poussière alvéolaire est la plus importante en raison de ses effets sur la santé humaine.

Il est également important de souligner que les limites nationales d'exposition professionnelle à la silice cristalline s'appliquent à la fraction alvéolaire. Cette fraction de poussière correspond au contaminant dans l'air qui pénètre la région alvéolaire des poumons (échange de gaz). Elle représente normalement 10 à 20% de la fraction de poussière inhalable, mais cette proportion peut varier considérablement.

Le diagramme ci-dessous explique les différences entre ces fractions de poussières :



Source: Modèle dichotomique de fractionnement d'aérosol suivant Görner P. et Fabriès J.F.

L'illustration ci-après montre les différentes régions pulmonaires concernées. Le larynx (mentionné dans le schéma ci-dessus) est situé entre le pharynx (partie supérieure des voies respiratoires) et la trachée (trachée-artère). La région alvéolaire pulmonaire est constituée d'environ 300 millions d'alvéoles ou sacs d'air.

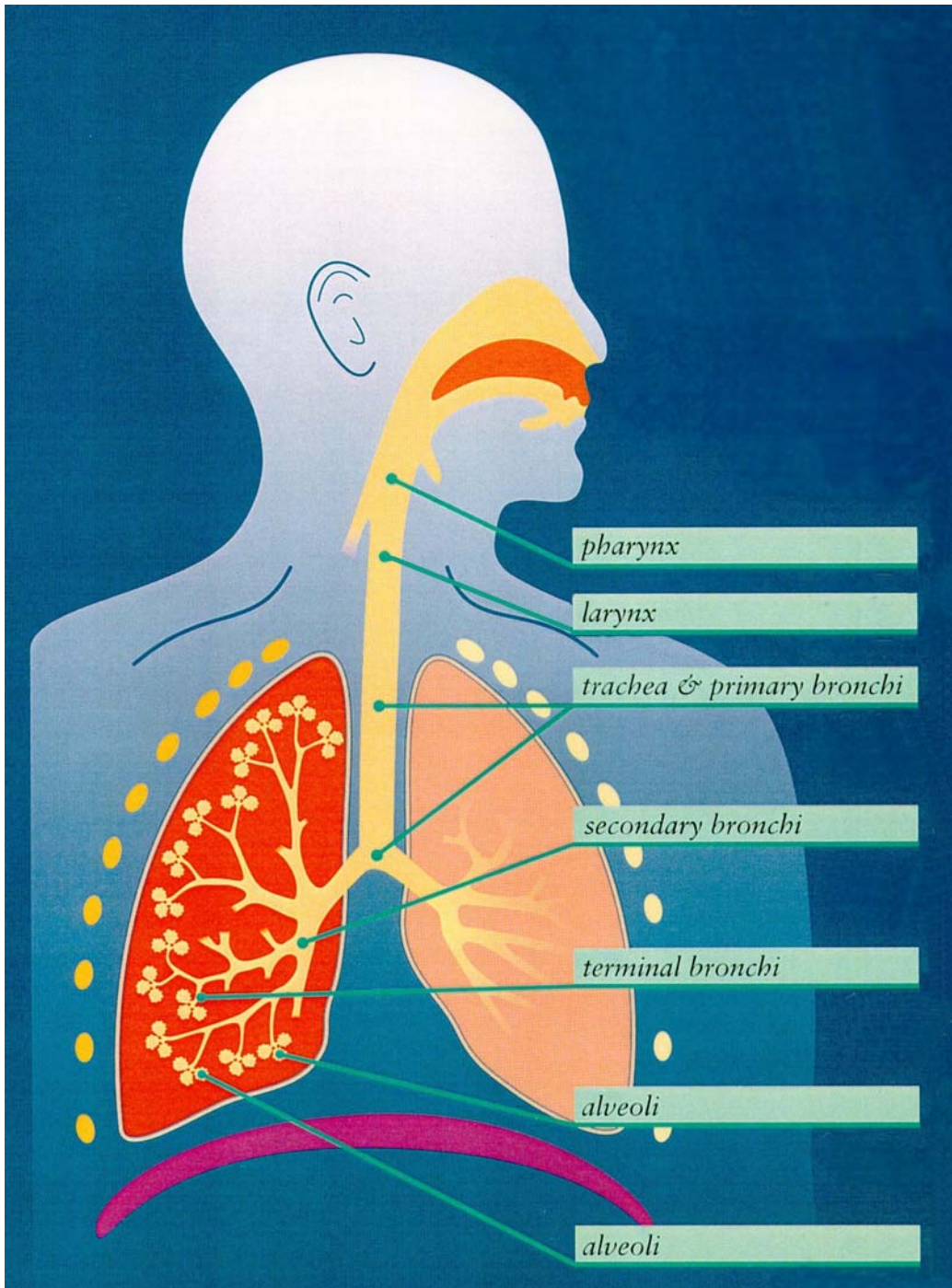
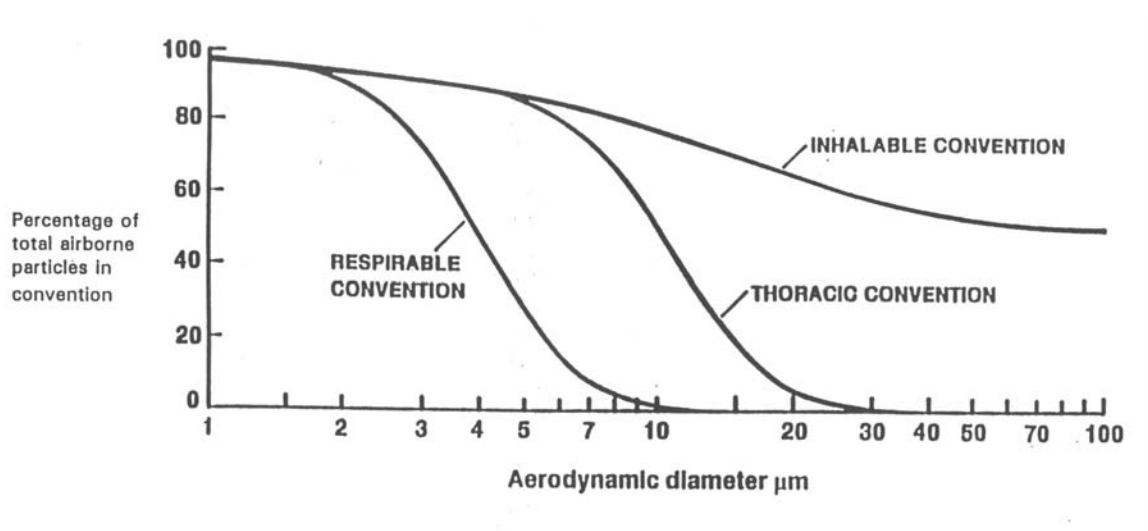


Schéma des différentes parties du poumon

Le Comité Européen de Normalisation (CEN) et l'International Standards Organisation (ISO) ont agréé des conventions normalisées relatives à la santé, concernant l'échantillonnage de poussières ou d'aérosols sur les lieux de travail (EN 481, ISO 7708).

Ces normes constituent les caractéristiques des instruments utilisés pour déterminer les effets possibles de l'inhalation d'aérosols sur la santé.

La figure suivante illustre les standards d'échantillonnage.



Pourcentage des fractions inhalables, thoracique et alvéolaire sur le total des particules en suspension dans l'air, Source: EN 481.

Ce graphique donne ainsi la probabilité qu'une particule d'un diamètre aérodynamique donné pénètre dans les différentes parties de l'appareil respiratoire.

Par exemple, il y a 50% de chances (ou une **probabilité** de 0,5) qu'une particule d'un diamètre aérodynamique de 4 µm pénètre dans la région alvéolaire pulmonaire. De même, il y a 30% de chances (probabilité de 0,3) qu'une particule d'un diamètre aérodynamique de 5 µm y pénètre.

Le tableau suivant donne les valeurs numériques des fractions exprimées en pourcentage.

Pourcentage des particules totales en suspension dans l'air			
Diamètre aérodynamique µm	Convention inhalable %	Convention thoracique %	Convention alvéolaire %
0	100	100	100
1	97,1	97,1	97,1
2	94,3	94,3	91,4
3	91,7	91,7	73,9
4	89,3	89,0	50,0
5	87,0	85,4	30,0
6	84,9	80,5	16,8
7	82,9	74,2	9,0
8	80,9	66,6	4,8
9	79,1	58,3	2,5
10	77,4	50,0	1,3
11	75,8	42,1	0,7
12	74,3	34,9	0,4
13	72,9	28,6	0,2
14	71,6	23,2	0,2
15	70,3	18,7	0,1
16	69,1	15,0	0
18	67,0	9,5	
20	65,1	5,9	
25	61,2	1,8	
30	58,3	0,6	
35	56,1	0,2	
40	54,5	0,1	
50	52,5	0	
60	51,4		
80	50,4		
100	50,1		

Source : EN 481 - Valeurs numériques des fractions exprimées en pourcentage des particules totales en suspension dans l'air.

3.2 Les effets sur la santé de la poussière de silice cristalline respirable

L'exposition des travailleurs à de la silice cristalline pure est rare. La poussière respirée sur les lieux de travail est habituellement composée d'un mélange de silice cristalline et d'autres matériaux.

La réaction d'un individu dépend de :

- la nature (taille des particules et chimie de surface) et de la teneur en silice cristalline de la poussière,
- l'importance et la nature de l'exposition personnelle (durée, fréquence et intensité, pouvant être influencées par les méthodes de travail),
- caractéristiques physiologiques individuelles,
- tabagisme.

La silicose

La silicose est un risque pour la santé généralement reconnu qui a été historiquement associé à l'inhalation de poussières contenant de la silice (Fubini 1998).

La silicose est l'une des formes de pneumoconiose les plus courantes. Elle est une fibrose nodulaire progressive causée par le dépôt dans les poumons de fines particules de silice cristalline alvéolaire. Elle provoque une cicatrisation des parties internes des poumons pouvant entraîner des difficultés respiratoires et, dans certains cas, la mort. Les particules les plus grosses (non inhalables) se fixent plus facilement dans les principales voies aériennes du système respiratoire et peuvent être éliminées par l'action des muqueuses (HSE 1998).

La silicose est une des plus anciennes maladies professionnelles connues au monde, et est causée par l'inhalation de silice cristalline alvéolaire (Stacey P. 2005).

La gravité de la silicose peut varier de façon importante, allant de la « *silicose simple* » à la « *fibrose massive progressive* ». Généralement, trois types de silicose sont décrits dans la littérature spécialisée (INRS 1997):

- *la silicose aiguë* résulte de l'exposition massive à la silice cristalline alvéolaire sur une courte période (5 ans). L'insuffisance respiratoire puis le décès surviennent en général dès les premiers mois ;
- *la silicose accélérée* peut se développer après 5 à 10 ans d'une exposition à des niveaux élevés de silice cristalline alvéolaire;
- *la silicose chronique* est souvent décrite comme le résultat d'une exposition à des niveaux plus faibles à la silice cristalline alvéolaire sur des périodes plus longues (au-delà de dix ans).

Le nombre de cas de silicose à venir peut être réduit en mettant en place des mesures appropriées de réduction de l'exposition aux poussières contenant de la silice. De telles mesures incluent l'amélioration des pratiques au travail, des mesures techniques, le port d'équipements individuels de protection respiratoire et des programmes de formation.

La silice et le risque de cancer

En 1997, un groupe de travail du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), qui n'a aucun pouvoir réglementaire au niveau de l'Union européenne mais fait autorité dans la recherche sur le cancer, a conclu sur la base d'études bibliographiques scientifiques, que la silice cristalline alvéolaire inhalée sur les lieux de travail est cancérogène pour l'homme.

En faisant cette évaluation, l'équipe du CIRC a également noté que la cancérogénicité n'était pas détectée dans toutes les circonstances étudiées en milieu industriel et qu'elle pouvait dépendre de caractéristiques inhérentes à la silice cristalline ou de facteurs externes affectant son activité biologique.

Une recommandation (SUM DOC 94 final) du Comité Scientifique sur les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (SCOEL) a été adoptée en juin 2003. Les principales conclusions étaient les suivantes :

Le principal effet sur l'homme de l'inhalation de poussière de silice alvéolaire est la silicose. Il y a suffisamment d'information pour conclure que le risque relatif de cancer du poumon est augmenté chez les personnes atteintes de silicose (et apparemment, pas chez les travailleurs non silicosés exposés aux poussières de silice dans les carrières et l'industrie céramique). Par conséquent, prévenir l'apparition de la silicose réduira aussi le risque de cancer. Comme on ne peut identifier de seuil net de déclenchement de la silicose, toute réduction de l'exposition réduira le risque de silicose.

Autres effets sur la santé

Dans la littérature scientifique, certaines publications citent un rapport possible entre l'exposition à la silice et la sclérodermie (une maladie auto-immune), de même qu'un accroissement du risque de maladie rénale. On peut trouver de plus amples informations à ce sujet dans la littérature spécialisée sur les relations entre l'exposition à la silice et ses effets sur la santé (Fubini 1998).

4. Gestion du risque – Que dois-je faire ?

Le but de cette section est de conseiller le lecteur dans la manière d'utiliser ce Guide de bonnes pratiques.

A l'aide d'une simple série de questions-réponses, elle introduira aux techniques élémentaires de gestion du risque à appliquer aux situations professionnelles dans lesquelles les personnes pourraient être exposées à la silice cristalline alvéolaire.

Les conseils donnés dans les pages qui suivent aideront le lecteur à déterminer dans quelle mesure ce « Guide de bonnes pratiques » s'applique à son environnement.

On trouvera des instructions concernant :

Evaluation	Comment évaluer l'importance du risque lié à l'exposition à la silice cristalline alvéolaire
Contrôle	Comment déterminer le type de contrôle et les mesures de prévention à mettre en place pour traiter les risques identifiés – c.-à.-d. pour les éliminer, ou les réduire à un niveau acceptable.
Surveillance	Comment surveiller l'efficacité des mesures de contrôle mises en place. Comment surveiller la santé des salariés concernés.
Education	Quelles informations, instructions et formations donner aux travailleurs afin de les former aux risques auxquels ils peuvent être exposés.

Le processus de gestion du risque comprenant l'**évaluation**, le **contrôle**, la **surveillance**, et l'**éducation** constitue le fondement de toute la législation européenne dans le domaine de la santé et de la sécurité.

Question 1 : Comment déterminer si des personnes sont exposées à la poussière de silice cristalline sur le lieu de travail ?

Réponse : La silice cristalline alvéolaire pénètre dans le corps lorsque de la poussière contenant une proportion de silice cristalline est inhalée. Lorsque la taille granulométrique des particules est suffisamment petite (ce qui correspond à la fraction alvéolaire), la poussière entrera loin dans les poumons. C'est à ce moment que la silice cristalline alvéolaire peut avoir des effets sur la santé. L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire peut se produire dans toute situation professionnelle générant de la poussière qui reste en suspension dans l'air et qui contient une proportion de silice cristalline alvéolaire. Elle a lieu dans beaucoup d'industries.

Utilisez le schéma d'évaluation ci-dessous afin d'effectuer une première détermination d'un risque non négligeable d'exposition à la poussière de silice cristalline. La présence possible de fines particules de silice cristalline signifie qu'il peut y avoir un risque. S'il n'y a pas de risque prévisible, vous ne devez pas prendre de mesures spécifiques. Néanmoins, vous devez toujours vous conformer aux principes généraux de prévention.

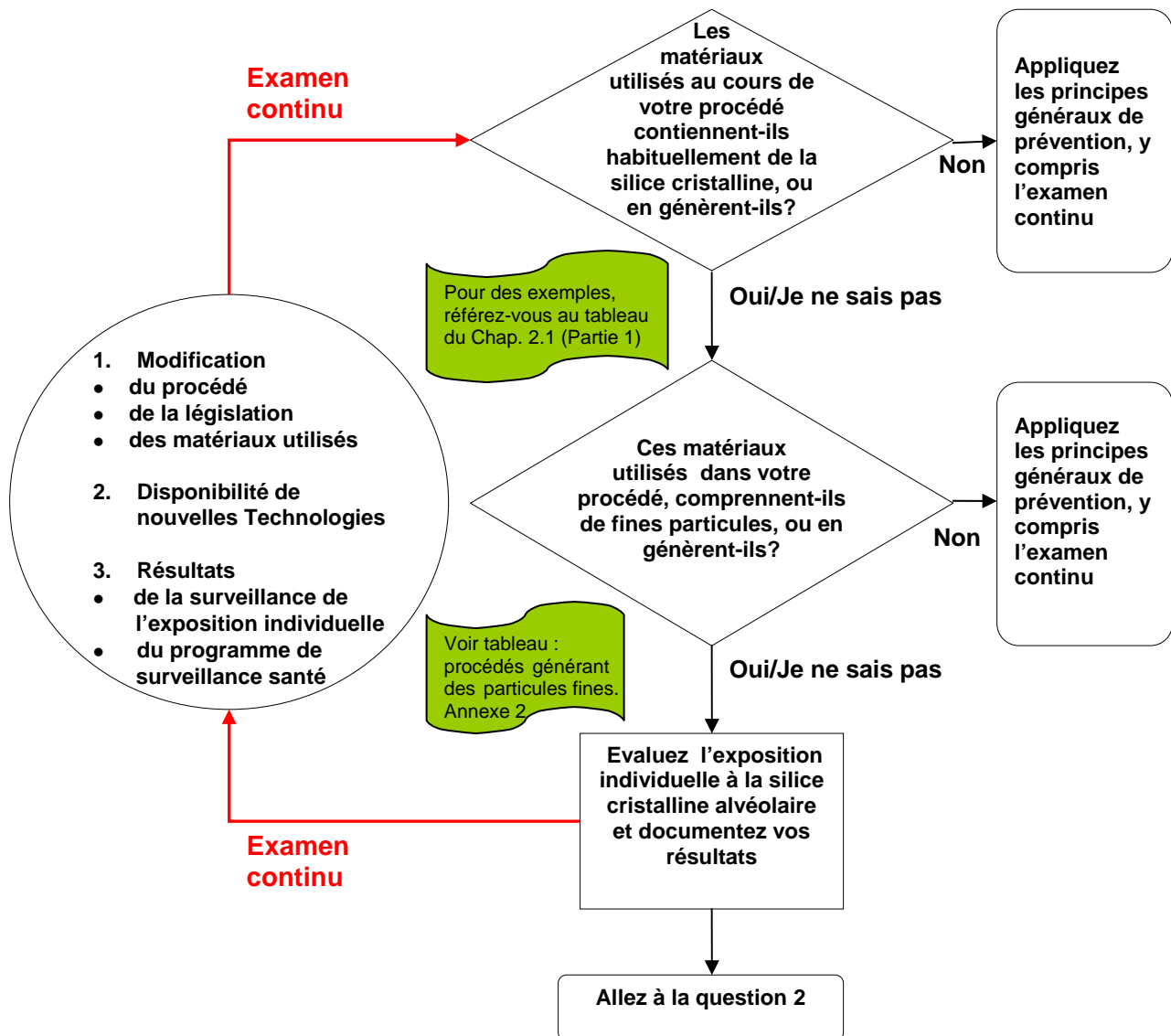


Schéma : Procédure d'évaluation initiale

L'exemple suivant, tiré des industries minière et extractive, peut s'avérer utile lorsqu'il s'agit de déterminer si les procédés appliqués sur un lieu de travail spécifique sont susceptibles de générer de fines particules qui, si elles sont en suspension dans l'air, peuvent provoquer l'exposition individuelle à la silice cristalline alvéolaire.

Tableau : Procédés générateurs de particules fines pouvant créer une exposition à la silice cristalline alvéolaire

PROCEDE MINIER/ EN CARRIERE	Où la silice cristalline alvéolaire peut-elle être générée ? (liste non exhaustive)
EXTRACTION	<ul style="list-style-type: none"> ○ Poussière portée par le vent ○ minage ○ Passage au <i>bulldozer:/ ripping</i> ○ Mouvements des véhicules ○ Transport par convoyeur ○ Chargement et déchargement ○ Forage
CONCASSAGE ET BROYAGE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tous les procédés secs ○ Risque faible au cours des procédés de broyage humides
LAVAGE TRAITEMENT CHIMIQUE TRIAGE	Risque faible de génération de poussières en suspension dans l'air
SECHAGE ET CALCINATION	Tous les procédés de séchage et de calcination.
CRIBLAGE A SEC	○ Tous les procédés de criblage à sec
BROYAGE A SEC	○ Tous les procédés de broyage à sec
EMPAQUETAGE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ensachage ○ Palettisation ○ Mouvements des véhicules
STOCKAGE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Poussière dispersée par le vent ○ Mouvements des véhicules autour des matières stockées
CHARGEMENT et TRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chargement des véhicules (chute libre de matériaux) ○ Mouvement des véhicules ○ Transport par convoyeur
ENTRETIEN	Activités nécessitant le démontage/l'ouverture/l'accès à l'équipement, ou l'entrée dans les secteurs de procédés reconnus comme poussiéreux.
NETTOYAGE	Activités de nettoyage qui impliquent l'entrée dans des espaces avec des procédés générateurs de poussières listés plus haut, faits avec un balai à sec et/ou de l'air comprimé

D'autres exemples sont présentés en annexe 2.

Question 2 : Comment procéder à l'évaluation de l'exposition individuelle à la poussière de silice cristalline ?

Réponse : Utilisez le schéma ci-dessous afin de vous aider à réaliser votre évaluation des niveaux d'exposition individuelle. A cette étape, il n'est pas inutile de noter de façon détaillée les mesures prises pour maîtriser l'empoussièrément qui existent déjà sur votre lieu de travail. Vous aurez besoin de ces informations par la suite afin d'évaluer votre degré de conformité avec les principes généraux de prévention.

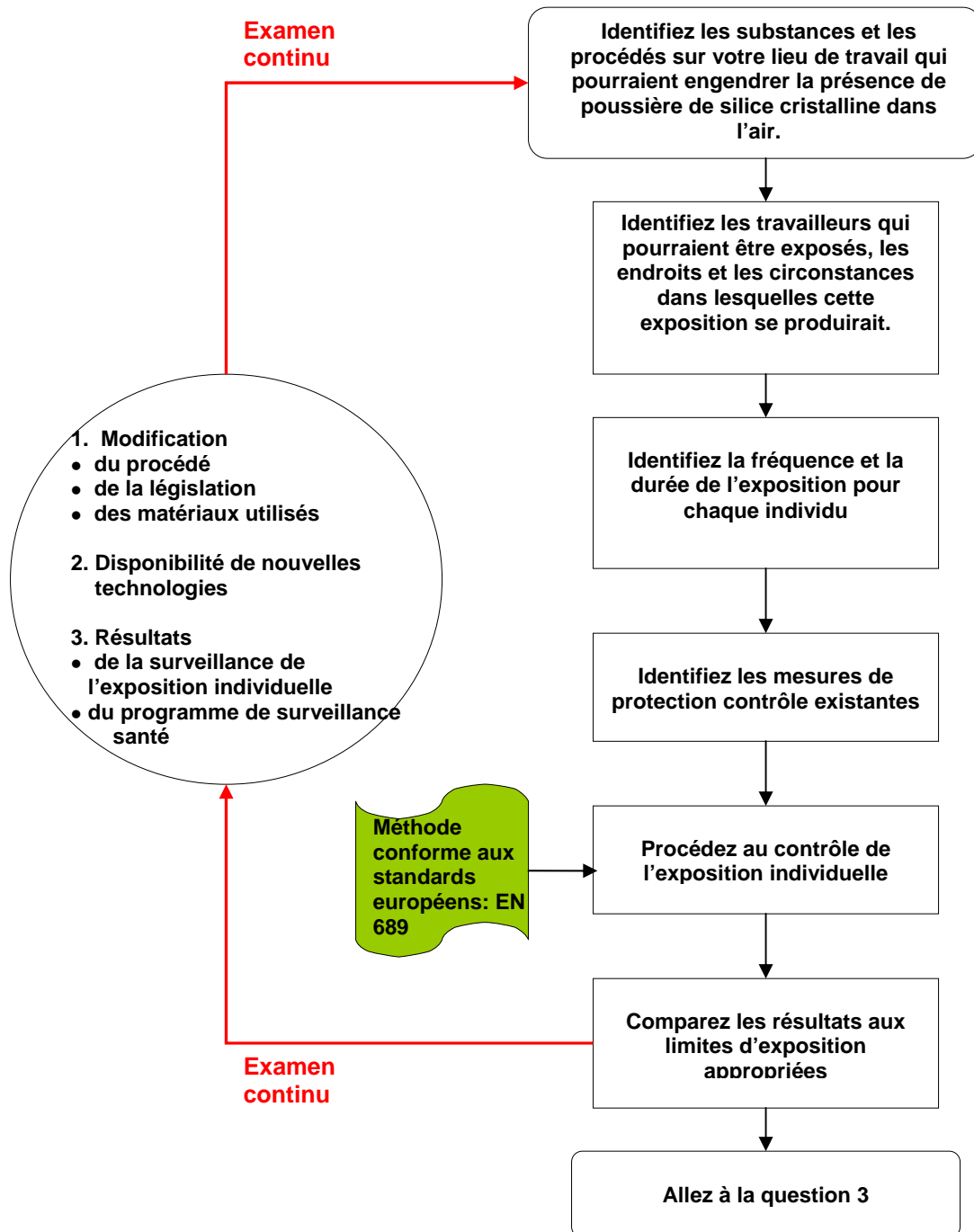


Schéma : Evaluation des niveaux d'exposition individuelle à la silice cristalline alvéolaire

Surveillance de l'exposition individuelle

La seule façon d'évaluer la quantité de silice cristalline alvéolaire dans l'air sur le lieu de travail, est de réaliser des échantillonnages et des analyses de la poussière recueillie. L'évaluation de l'exposition professionnelle est un procédé qui consiste à mesurer et évaluer l'intensité, la fréquence et la durée de contact humain avec de tels contaminants.

Les mesures d'exposition communément utilisées sont de deux ordres :

- Personnelles;
- Statiques.

Elles peuvent être utilisées conjointement car elles sont complémentaires.

Il appartient aux experts délégués par les employeurs et les représentants du personnel d'opter pour les solutions les plus adéquates tout en respectant les dispositions nationales et européennes.

Des exigences générales pour procéder à l'échantillonnage et à l'analyse des poussières (issues des normes européennes EN 689 et EN 1232) sont détaillées dans le « protocole de contrôle de l'empoussièrement », prévu en **annexe 2** de *l'Accord sur la protection de la santé des travailleurs par l'observation des bonnes pratiques dans le cadre de la manipulation et de l'utilisation de la silice cristalline et des produits qui en contiennent*. L'adoption de ce protocole par les producteurs et les utilisateurs de produits et matières premières contenant de la silice cristalline est encouragé.

Les instructions pour l'organisation d'un programme de contrôle des poussières peuvent être obtenues auprès d'un hygiéniste du travail qualifié.

Valeurs limites d'exposition professionnelle

La valeur limite d'exposition professionnelle représente la concentration moyenne maximum pondérée dans le temps d'un contaminant atmosphérique auquel un travailleur peut être exposé. Elle est mesurée par rapport à une période spécifique donnée, normalement huit heures.

Actuellement, il y a beaucoup de différentes valeurs limites d'exposition professionnelle, définies individuellement par les Etats Membres de l'Union Européenne (voir annexe). Ces limites sont toutes différentes, de plus, elles ne peuvent être comparées directement.

Il n'y a aujourd'hui aucune valeur limite européenne de l'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire.

Question 3 : J'ai effectué mon évaluation d'exposition, mais je ne suis pas sûr de l'interprétation de mes résultats. Que dois-je faire à présent ?

Réponse : Vous devez comparer les résultats de votre évaluation aux valeurs limites d'exposition professionnelle en vigueur dans votre pays, et vérifier que vous êtes bien en conformité avec les principes généraux de prévention.

Il peut s'avérer nécessaire de mettre en place des mesures supplémentaires de contrôle protection (en accord avec les principes généraux de prévention) pour éliminer, ou réduire l'exposition à la silice cristalline alvéolaire afin de se conformer aux valeurs limites d'exposition professionnelle appropriées.

Dans tous les cas, vous devrez offrir à vos employés une formation sur les risques pour leur santé qui peuvent découler de l'exposition à la silice cristalline alvéolaire et sur comment utiliser les mesures de protection.

Le schéma suivant vous guidera à travers les différentes étapes de ce processus.

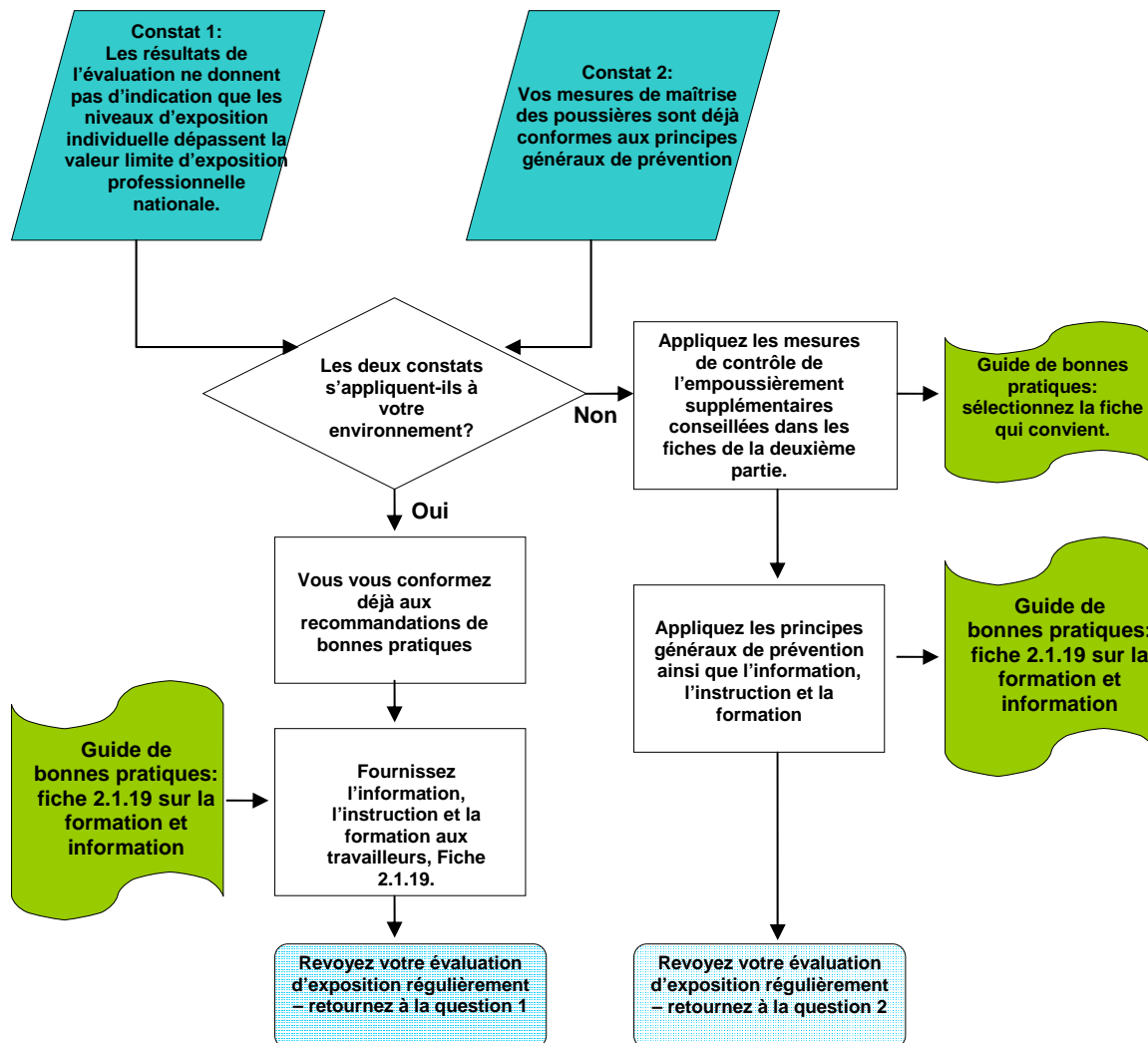


Schéma : Schéma de décision pour le contrôle de l'exposition à la silice cristalline alvéolaire.

Principes généraux de prévention

Lors du développement de ce Guide de bonnes pratiques, les auteurs ont respecté la stratégie de prévention telle qu'elle est décrite dans la Directive du Conseil 89/391/CEE et dans ses transpositions en droit national.

Neuf principes de prévention sont édictés. Ils doivent être pris en considération dans l'ordre de priorité suivant :

1. éviter les risques
2. évaluer les risques qui ne peuvent être évités
- 3 combattre les risques à la source
- 4 adapter le travail à l'individu
- 5 s'adapter au progrès technique
- 6 remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou par ce qui l'est moins
- 7 développer une politique de prévention générale cohérente (qui prévoit la réalisation d'une surveillance médicale des travailleurs)
- 8 donner priorité aux mesures de protection collectives plutôt qu'aux mesures de protection individuelles
- 9 donner l'information, les consignes et la formation appropriées aux travailleurs.

Dans le cas où la silice cristalline est manipulée sur le lieu de travail, on peut citer les exemples suivants d'application pratique des principes ci-dessus :

- **Substitution** : prise en compte des critères économiques, techniques et scientifiques, remplacement d'un procédé qui génère de la poussière par un procédé qui en génère moins (par exemple, un procédé par voie humide plutôt qu'un procédé par voie sèche ou un procédé automatique plutôt qu'un procédé manuel).
- **Mise en œuvre de moyens de contrôle** : systèmes de dépoussiérage (suppression de la poussière ¹, récupération ² et confinement ³) et techniques d'isolation.
- **Bonnes pratiques de nettoyage.**
- **Organisation du travail** : établissement de procédures de travail en sécurité, rotation des postes.
- **Équipement de protection individuelle** : fournir des vêtements de protection et un appareil de protection respiratoire.
- **Éducation** : fournir aux travailleurs une formation adaptée sur la santé et la sécurité, ainsi que l'information et les instructions spécifiques à leur travail ou à leur poste.

La conformité avec les valeurs limites d'exposition professionnelle des Etats Membres ne représente qu'une partie du procédé de gestion du risque. En surplus, vous devez toujours vous assurer de votre conformité avec les principes généraux de prévention tels qu'ils sont définis dans la directive du conseil 89/391/EEC

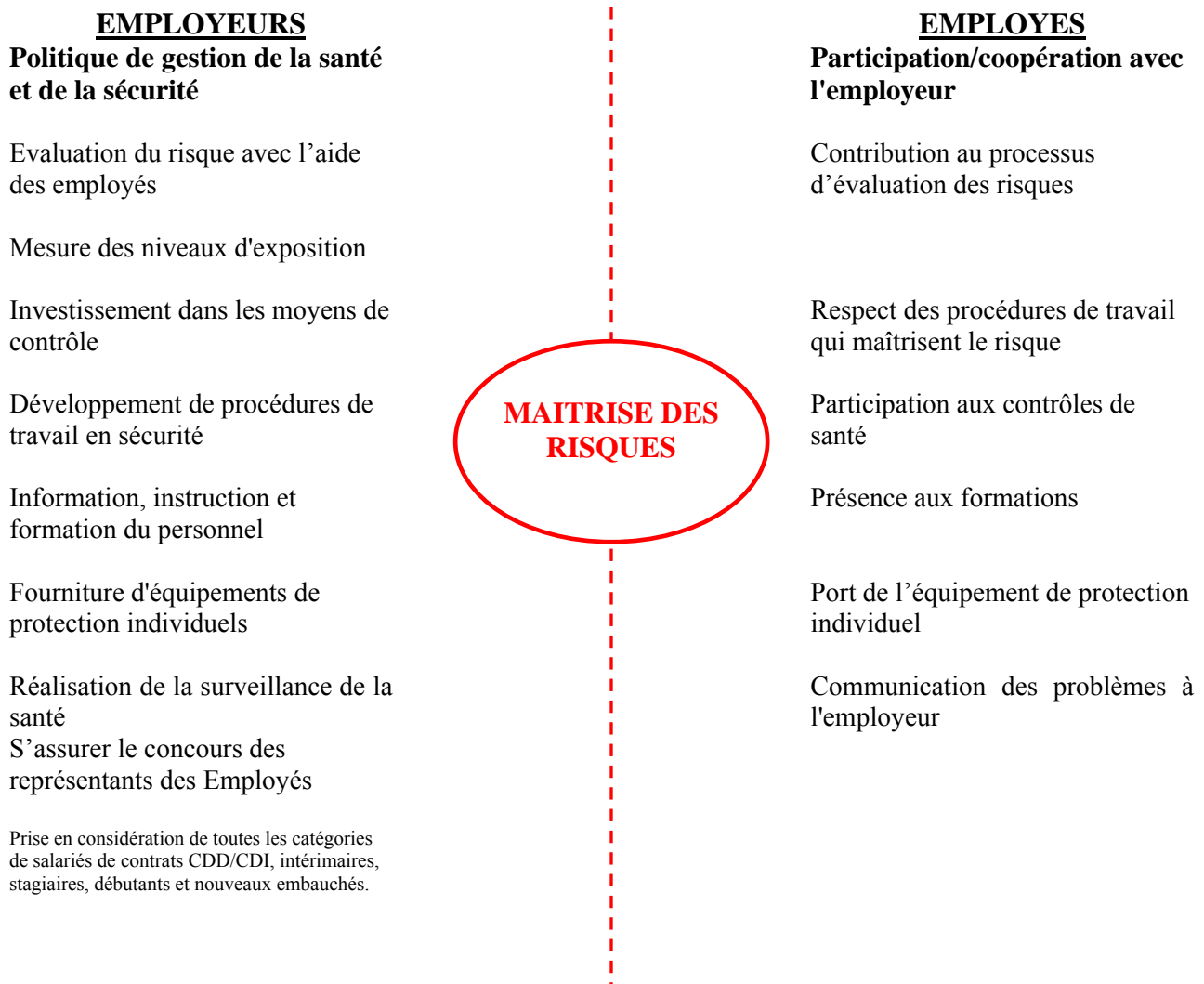
Formation des travailleurs

Une des fiches d'actions de la deuxième partie de ce guide fournit des instructions détaillées quant à la forme et au contenu de la formation. Cette formation devra être délivrée aux travailleurs afin de les informer des risques pour leur santé qui peuvent découler de l'utilisation et de la manipulation de substances contenant de la silice cristalline.

Gestion du risque : Résumé

Le diagramme suivant résume le processus de gestion du risque, du point de vue de l'employeur ainsi que du point de vue de l'employé, lorsqu'il est appliqué au contrôle de la poussière de silice cristalline.

Les systèmes de santé et sécurité mis en place dans les entreprises doivent être respectés à la fois par l'employeur et l'employé.



Bibliographie

Brodtkom F. (Dr.), Good Environmental Practice in the European Extractive Industry : Un guide de référence, 2001.

Coope Brian, A socio-economic review of crystalline silica usage. Septembre 1997.

Directive 89/391/CEE du 12 juin 1989 concernant la mise en oeuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail.

Directive 98/24/CE du 7 avril 1998 concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail (quatorzième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE).

CEN (Comité Européen de Normalisation), EN 481 Workplace atmospheres – Size fraction definitions for measurement of airborne particles. 1993, CEN.

CEN (Comité Européen de Normalisation), EN 689 Workplace atmospheres- Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy. 1995, CEN.

Health & Safety at work, Information notices on diagnosis of occupational diseases, European Commission, Employment & social affairs, Report EUR 14768.

Fubini B., Health effects of silica in *The Surface properties of silica*, John Wiley & Sons Ltd, 1998.

Görner P. and Fabriès J. F., Industrial aerosol measurement according to the new sampling conventions. *Occupational Hygiene*, 1996. **3**(6): p. 361-376.

HSE (Health and Safety Executive), Control of respirable crystalline silica in quarries. 1992, HSE.

HSE (Health and Safety Executive), Guidance note EH 59 – Respirable crystalline silica. 1998, HSE.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), Fiche toxicologique 232 – Silice cristalline. 1997, INRS.

IARC (International Agency for Research on Cancer), IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils. 1997, Librairie Arnette: Paris.

ISO (International Standardization Organization), ISO 7708 Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling. 1995, ISO.

ISO EC guide 73 : Risk management – Vocabulary-Guidance for use in Standards.

Glossaire

Broyage : procédé de production de minéraux par lequel les roches sont réduites jusqu'à la taille requise, généralement une farine fine. Le procédé est aussi appelé "moudre", comme il est réalisé dans un moulin cylindrique à billes.

CIRC: Centre International de Recherche sur le Cancer.

Concassage : procédé au cours duquel des matériaux grossiers sont réduits (concassés) en fragments plus petits.

Danger : propriété intrinsèque d'une substance potentiellement nocive.

Diamètre aérodynamique : diamètre d'une sphère de masse volumique de 1g.cm^{-3} possédant la même vitesse terminale de chute dans l'air que celle de la particule, dans les mêmes conditions de température, de pression et d'humidité relative.

Échantillonnage individuel : appareil, porté par une personne, qui prélève des échantillons d'air dans sa zone de respiration pour déterminer son exposition individuelle aux contaminants atmosphériques.

Échantillonnage statique : appareil installé à un point fixe sur les lieux de travail pour la durée de la mesure (par opposition à un échantillonneur individuel).

Ensachage : procédé durant lequel les produits sont mis en sacs (manuellement ou automatiquement).

Epidémiologie : étude de la distribution et des origines des états de santé dans les populations humaines et l'application de cette étude pour la maîtrise des problèmes de santé.

Équipement de protection individuelle : équipement conçu pour être porté par le travailleur pour le protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles d'être dangereux pour sa sécurité et pour sa santé sur son poste de travail, ou tout autre accessoire prévu à cet effet.

Évaluation d'exposition : procédé destiné à mesurer ou évaluer l'intensité, la fréquence et la durée de contact d'une personne avec des contaminants précités dans l'atmosphère de leurs lieux de travail.

Exposition : résultat de l'exposition par inhalation en présence d'un contaminant de l'air dans la zone de respiration d'un travailleur. Elle est décrite en termes de concentration du contaminant déduite des mesures de l'exposition opérées sur la même période de référence que celle utilisée pour la valeur limite d'exposition professionnelle.

Fraction de poussière alvéolaire : fraction massique des particules présentes dans l'air qui pénètre dans la région alvéolaire de l'échange gazeux des poumons.

Fraction de poussière thoracique : fraction massique des particules présentes dans l'air qui pénètre au-delà du larynx.

HSE : The United Kingdom Health and Safety Executive.

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

ISO : International Standardisation Organisation

Lieux de travail : ensemble des lieux destinés à l'implantation des postes de travail, y compris les logements auxquels les travailleurs ont accès dans le cadre de leur travail.

Mesures : procédé destiné à déterminer la concentration d'une substance dans l'atmosphère de travail.

Mesures de contrôle: Mesures prises pour réduire à un niveau acceptable l'exposition individuelle à un contaminant sur un lieu de travail.

Norme : Document élaboré par consensus et homologué par une organisation agréée de normalisation. Ce document donne des règles et des conseils sur la façon de procéder pour des usages courants ou répétés.

Poussière : distribution dispersée de solides dans l'air, par un procédé mécanique ou par agitation.

Poussière inhalable (ou poussière inhalable totale): fraction massique des particules totales en suspension dans l'air, inhalées par le nez et par la bouche, qui peut se déposer dans les voies respiratoires. La norme EN 481 donne le pourcentage des particules totales en suspension qui peuvent être inhalées suivant leur dimension.

Prévention : mesures visant à éliminer ou à réduire les risques pour la santé et la sécurité au travail.

Protocole de mesure : procédure d'échantillonnage et d'analyse d'un ou plusieurs contaminants dans l'air sur les lieux de travail.

Région alvéolaire pulmonaire : région des poumons où s'effectuent les échanges gazeux, constituée d'environ 300 millions d'alvéoles ou sacs d'air.

Risque : probabilité qu'un dommage potentiel se réalise dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition.

Surveillance de la santé : évaluation de l'état de santé d'un travailleur.

Valeur limite de l'exposition professionnelle : exposition maximum admissible d'un travailleur à un contaminant présent dans l'atmosphère d'un lieu de travail. Elle représente la concentration moyenne maximum pondérée dans le temps d'un contaminant dans l'atmosphère auquel un travailleur peut être exposé, mesurée suivant une période de référence donnée, normalement de huit heures.

Annexe 1 : Tableau des valeurs limites d'exposition professionnelle (en mg/m³) (sera élargi à l'UE 25)

Le tableau suivant montre les limites d'exposition professionnelle (LEP) pour le quartz, la cristobalite et la tridymite en application dans les pays européens. Si de nouvelles limites d'exposition (en mg/m³) entrent en vigueur dans un pays, elles seront implicitement intégrées à ce document.

Pays	Limite d'exposition professionnelle du pays (LEP)	adoptée par	Quartz (q)	Cristobalite (c)	Tridymite (t)
Autriche	Maximalen Arbeitsplatzkonzentration	Bundesministerium für Arbeit und Soziales	0,15	0,15	0,15
Belgique	MAC	Ministère de l'Emploi et du Travail	0,1	0,05	0,05
Danemark	Threshold Limit Value	Direktoratet for Arbejdstilsynet	0,1	0,05	0,05
Finlande	Occupational Exposure Standard	National Board of Labour Protection	0,2	0,1	0,1
France	Empoussiérage de référence	Ministère de l'Industrie (RGIE)	5 ou 25k/Q		
	Valeur limite de Moyenne d'Exposition	Ministère du Travail	0,1	0,05	0,05
Allemagne	Grenzwert nach TRGS 900	Bundesministerium für Arbeit	¹	-	-
Grèce		Legislation for mining activities	0,1 ²	0,05	0,05
Irlande		2002 Code of Practice for the Safety, Health & Welfare at Work (CoP)	0,05	0,05	0,05
Italie	Threshold Limit Value	Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali	0,05	0,05	0,05
Luxembourg	Maximale Arbeitsplatzkonzentration	Inspection du Travail et des Mines	0,15	0,15	0,15
Pays-Bas	Maximaal Aanvaarde Concentratie	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid	0,075	0,075	0,075
Norvège	Administrative Normer (8hTWA) for Forurensing i Arbeidsmiljøet	Direktoratet for Arbejdstilsynet	0,1	0,05	0,05
Portugal	Threshold Limit Value	Instituto Portugues da Qualidade, Higiene & Segurança no Trabalho	0,1	0,05	0,05
Espagne	Valores Limites	1) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene	0,1	0,05	0,05
		2) Reglamento General de Normas Basicas de Seguridad Minera	5 or 25k/Q		
		2.1) Nouvelle proposition (sauf mines de charbon)	0,1	0,05	0,05
Suède	Yrkeshygueniska Gränsvärden	National Board of Occupational Safety and Health	0,1	0,05	0,05
Suisse	Valeur limite de Moyenne d'Exposition		0,15	0,15	0,15
Royaume-Uni	Maximum Exposure Limit	Health and Safety Executive	0,3 ³	0,3	0,3

Q : taux de quartz

K: coefficient de nocivité (égal à 1)

Source : extrait de IMA-Europe

Date : 07/01/04, mise à jour de la version disponible sur <http://www.ima-eu.org/en/silhsefacts.html>

Les LEP s'appliquent à 100 % de quartz, cristobalite ou tridymite. Certains pays ont des règles spécifiques pour les poussières mixtes, par exemple : en France, l'équation suivante est appliquée : $C_{ns}/5 + C_q/0.1 + C_c/0.05 + C_t/0.05 \leq 1$

(C = concentration moyenne, ns = teneur de poussières sans silice cristalline, q = teneur en quartz, c = teneur en cristobalite, t = teneur en tridymite exprimées en mg/m³.)

¹ En Allemagne il n'y a pas de LEP pour la silice cristalline depuis 2005 ; un système de protection des travailleurs a été mis en place au lieu d'une LEP.

² Conformément au code minier et au décret présidentiel 307/1986, la limite d'exposition professionnelle pour la silice cristalline est calculée selon la formule suivante : $LEP = 10 / (\%Q+2)$ où Q = % de silice cristalline libre dans la fraction alvéolaire de la poussière.

³ Au Royaume-Uni une limite de 0.1mg/m³ est à l'étude.

Annexe 2

Tableaux de procédés générateurs de particules fines qui pourraient entraîner une exposition à la silice cristalline alvéolaire

1. Procédés générateurs de particules fines qui pourraient entraîner une exposition à la silice cristalline alvéolaire dans la production du ciment:

Le niveau de silice cristalline alvéolaire peut dépendre du type de matière utilisé. Le risque de présence de silice cristalline alvéolaire est peu élevé et limité aux premières phases de la production de ciment (extraction, transport des matières premières, concassage/broyage, broyeur à cru). Pendant et après l'étape du four, le risque est négligeable.

Production du ciment	Où la silice cristalline alvéolaire peut-elle être générée ?
EXTRACTION	<ul style="list-style-type: none">○ Poussière portée par le vent○ Explosion, Utilisation de <i>bulldozer</i>
TRANSPORT DE MATIERES PREMIERES	<ul style="list-style-type: none">○ Mouvement des véhicules (la plupart du temps en systèmes clos)○ Transport par convoyeur (la plupart du temps en systèmes clos)○ Chargement et déchargement des véhicules (la plupart du temps en systèmes clos)
CONCASSAGE ET BROYAGE	<ul style="list-style-type: none">○ Procédés affectant les matières premières : argile, sable, chaux, terre de diatomées
BROYEUR A CRU	<ul style="list-style-type: none">○ Emissions de poussières (la plupart du temps en systèmes clos)○ Entretien (la plupart du temps en systèmes clos)
MELANGE, STOCKAGE et TRANSPORT BROYEUR A CRU	/
FOUR	/
TRANSPORT ET STOCKAGE BROYEUR CIMENT	/
EMPAQUETAGE	Ensachage Palettisation
TRANSPORT	Chargement de véhicules Mouvement des véhicules
ENTRETIEN	Activités nécessitant le démontage/l'ouverture/l'accès à l'équipement, ou l'entrée dans les secteurs de procédés poussiéreux cités ci-dessus, y compris les filtres. Le risque est étroitement lié au type de matériaux (étape dans la production).
NETTOYAGE	Les activités de nettoyage qui impliquent l'entrée dans les secteurs de procédés poussiéreux cités ci-dessus

2. **Procédés générateurs de particules fines qui pourraient entraîner une exposition à la silice cristalline alvéolaire dans la production du verre et de la laine minérale:**

Fabrication du verre	Où les fines particules de silice cristalline peuvent-elles être générées ?
Stockage de matière première	Pas de stockage en silo mais : - dispersion au vent - chargement / déchargement - transport (convoyeur à bande)
Préparation d'une composition	- Mélange - Transport - Nettoyage
Chargement et transport	- Ingrédients de la composition
Enfournement	- Enfournement manuel - Enfournement automatisé
Filtres	- Fonctionnement - Nettoyage - Entretien - Réparation
Opérations de nettoyage	- Enfouneuse - Parties du four
Opérations de démontage et de réparation	- Enfouneuse - Parties du four

3. Procédés générateurs de particules fines qui pourraient entraîner une exposition à la silice cristalline alvéolaire dans la production des céramiques:

TRAITEMENT DES CÉRAMIQUES (*)	Quels procédés peuvent générer des fines particules ? (Liste non exhaustive)
Fourniture, déchargement, transport, stockage	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvements de véhicules • Déchargement de véhicules/déchargement de vrac • Déchargement de citernes routières (purge) • Vidage de sacs • Transport par convoyeur • Autres formes de transports
Préparation de matériaux pour mise en forme et application de glaçure	<ul style="list-style-type: none"> • Dosage • Mélange de matériaux • Meulage/Broyage • Tamisage • Assèchement (Séchage par pulvérisation) <p>Risque faible lors des processus humides</p> <ul style="list-style-type: none"> • Broyage humide • Plastification • Dissolution
Mise en forme	<ul style="list-style-type: none"> • Pressage à sec • Compression isostatique • Usinage vert • Ajustage de pièces moulées • Garniture <p>Risque faible lors des procédés humides :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construction de moules • Coulage en barbotine • Mise en forme plastique
Séchage	<ul style="list-style-type: none"> • Séchage périodique et continu
Glaçure	<ul style="list-style-type: none"> • Glaçure par pulvérisation <p>Risque faible lors des procédés humides :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glaçure par immersion • Glaçure par arrosage • Décoration
Cuisson	<ul style="list-style-type: none"> • Cuisson (biscuit, finale, décoration...)
Traitement ultérieur	<ul style="list-style-type: none"> • Meulage • Polissage • Découpe/sciage • Forage

TRAITEMENT DES CÉRAMIQUES (*)	Quels procédés peuvent générer des fines particules ? (Liste non exhaustive)
	Faible risque de production de poussières en suspension dans l'air : <ul style="list-style-type: none"> • Triage • Conditionnement
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> • Découpe de matériaux réfractaires (pour fours) • Enlèvement de poussières ou de boues d'une unité d'extraction
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage à sec <p>Faible risque de production de poussières en suspension dans l'air :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage humide

4. Procédés générateurs de particules fines qui pourraient entraîner une exposition à la silice cristalline alvéolaire dans l'industrie de la fonderie:

Production de pièces	Où les fines particules peuvent-elles être générées ?
Stockage et transport du sable	- transport pneumatique
Préparation du sable	<ul style="list-style-type: none"> - Mélange - Transport
Noyautage et moulage	<ul style="list-style-type: none"> - Mélange - Transport
Fusion	- Opérations de fumisterie - mise en œuvre, démolition, réparation des réfractaires (poche, four)
Démoulage	- Séparation du sable et des pièces
Ebarbage	<ul style="list-style-type: none"> - Grenailage - Meulage des pièces

5. **Procédés générateurs de particules fines qui pourraient entraîner une exposition à la silice cristalline alvéolaire dans l'industrie du béton manufacturé:**

Production du béton manufacturé	Où les fines particules de silice cristalline peuvent-elles être générées ?
MATIERES PREMIERES (approvisionnement, déchargement, transport et stockage)	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage (intérieur et extérieur) - Systèmes de manipulation et de transport - Vider les sacs - Déchargement de produits en vrac - Concassage / Broyage des minéraux
PRODUCTION DU BETON Généralement par procédé humide	<ul style="list-style-type: none"> - Mélange des matières - Dosage des matières - Séchage - Suppression des poussières par l'eau - Mise en forme plastique
POST-PRODUCTION	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement final à sec - Stockage intérieur et extérieur - Systèmes de manipulation et de transport
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage des moules - Systèmes de manipulation et de transport

Deuxième partie: Manuel des fiches d'action

Le but de cette partie du Guide de bonnes pratiques pour la prévention de la poussière est de réduire les risques de l'exposition à la silice cristalline alvéolaire pour les employés.

La première partie est une introduction sur la silice cristalline alvéolaire.

La seconde section contient un ensemble de fiches d'action décrivant des techniques de bonnes pratiques pour diverses tâches usuelles. Les fiches d'actions générales (section 2.1.) s'appliquent à toutes les industries signataires de l'Accord sur la protection de la santé des travailleurs par l'observation de bonnes pratiques dans le cadre de la manipulation et de l'utilisation de la silice cristalline et des produits qui en contiennent. Les fiches d'action spécifiques (section 2.2.) décrivent des tâches qui concernent un nombre limité de secteurs industriels.

1. Introduction

Qu'est-ce que la silice cristalline alvéolaire ?

Par définition, la silice cristalline alvéolaire est la fraction de poussière de silice cristalline en suspension dans l'air qui peut pénétrer dans la région d'échange gazeux des poumons (alvéoles).

Dans le cas de la poussière de silice cristalline, c'est la fraction alvéolaire de la poussière qui pose problème par ses effets sur la santé. Ces particules sont si petites qu'elles ne peuvent être vues à l'œil nu. Une fois en suspension, la poussière alvéolaire se fixe très lentement. Un seul dégagement de poussière sur le lieu de travail peut être la source d'une exposition significative. Si l'air est constamment remué et qu'aucun air frais n'est introduit, la poussière alvéolaire peut rester plusieurs jours en suspension dans l'air sur le lieu de travail.

Comment la silice cristalline alvéolaire pénètre-t-elle dans le corps ?

La silice cristalline alvéolaire pénètre quand de la poussière contenant une proportion de silice cristalline est inhalée. Lorsque la taille des particules granulométriques de poussière est suffisamment petite (de sorte qu'elles deviennent des particules alvéolaires), la poussière va pénétrer profondément dans les poumons. C'est à ce niveau que la silice cristalline alvéolaire peut avoir des effets sur la santé.

Quels sont les effets sur la santé connus, associés à l'exposition à la silice cristalline alvéolaire ?

Le principal effet sur la santé associé à l'inhalation de la silice cristalline alvéolaire est la silicose.

La silicose est l'une des formes de pneumoconiose les plus courantes. C'est une fibrose nodulaire progressive causée par le dépôt dans les poumons de fines particules de silice cristalline alvéolaire. En cas de surexposition, les mécanismes de défense naturelle du corps éliminent difficilement la silice cristalline alvéolaire. Une accumulation de poussière peut, sur le long terme, entraîner des effets irréversibles sur la santé. Ces effets sur la santé comprennent la cicatrisation des parties internes des poumons, ce qui peut entraîner des difficultés respiratoires, et, dans certains cas, la mort. Les particules plus grosses (non alvéolaires) ont tendance à

s'installer dans les voies respiratoires majeures du système respiratoire et peuvent être éliminées par l'action du mucus.

La silicose est une des plus anciennes maladies professionnelles connues au monde, et est causée par l'inhalation de silice cristalline alvéolaire (Stacey P. 2005).

Les travailleurs sont rarement exposés à de la silice cristalline pure. La poussière respirée sur les lieux de travail est habituellement composée d'un mélange de silice cristalline et d'autres matériaux.

La réaction d'un individu dépend de :

- la nature et la teneur en silice cristalline de la poussière,
- la fraction de la poussière,
- l'importance et la nature de l'exposition personnelle (durée, fréquence et intensité, pouvant être influencées par les méthodes de travail),
- les caractéristiques physiologiques individuelles,
- le tabagisme.

Où trouve-t-on la silice cristalline alvéolaire?

L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire peut se produire sur tout lieu de travail où de la poussière en suspension dans l'air contenant une proportion de silice cristalline alvéolaire est générée.

L'exposition professionnelle à la silice cristalline alvéolaire peut se produire dans de nombreuses industries, telles que l'exploitation de carrières, de mines, le traitement des minéraux (séchage, broyage, ensachage, et manutention), le travail de l'ardoise, le concassage et le travail de la pierre de taille, la fonderie, la fabrication de briques et de carreaux, certains procédés réfractaires, la construction y compris la mise en œuvre de pierres, ciment, briques et certains panneaux isolants, le forage de tunnels, la restauration de bâtiments (peinture) ainsi que dans les industries de la poterie et de la céramique.

Comment utiliser les fiches d'action

Sur chaque site, avant d'entamer une quelconque activité professionnelle qui pourrait provoquer l'exposition à la silice cristalline alvéolaire, les employeurs doivent réaliser une évaluation du risque pour identifier la source, la nature et l'étendue de l'exposition.

Lorsqu'à la suite de l'évaluation du risque on identifie une exposition potentielle des travailleurs à la poussière de silice cristalline, des mesures de contrôle doivent être mises en place afin de maîtriser cette exposition.

Les feuilles d'action qui suivent énumèrent les mesures appropriées afin d'assister les employeurs dans la réduction des niveaux d'exposition pour un grand nombre d'activités professionnelles usuelles. Lors du choix de la fiche d'action à appliquer, priorité devra être donnée aux sources d'exposition à la silice cristalline alvéolaire les plus significatives du lieu de travail.

En fonction des circonstances spécifiques à chaque cas, il ne sera pas toujours nécessaire d'appliquer la totalité des mesures de contrôle décrites dans les fiches d'action pour réduire l'exposition à la silice cristalline alvéolaire, c.-à.-d appliquer les mesures de protection et de prévention appropriées.

2. Fiches d'actions

	Granulats	Ciment	Céramique	Béton	Fonderie	Verre	Minéraux industriels	Laine minérale	Mines	Mortier	Pierre naturelle
2.1. Fiches d'actions générales											
2.1.1. Nettoyage	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.2. Conception des bâtiments	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.3. Conception des salles de contrôle	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.4. Conception du réseau d'aspiration	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.5. Conception des équipements d'extraction des poussières	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.6. Contrôle de l'empoussièrement	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.7. Stockage général intérieur	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.8. Stockage général extérieur	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.9. Ventilation générale	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.10. Bonne hygiène	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.11. Systèmes de manipulation et de transport	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.12. Travail en laboratoire	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.13. Aspiration locale	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.14.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.15. Equipement de protection individuel	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.16. Nettoyer la poussière d'une unité d'extraction des poussières	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.17. Supervision	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.18. Systèmes d'emballage	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.19. Formation	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.1.20. Sous-traitance	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.2. Fiches d'actions spécifiques											
2.2.1. (a) Vider les sacs – petits sacs	x	x		x	x	x	x		x	x	
(b) Vider les sacs – grands sacs	x	x		x	x	x	x		x	x	
2.2.2. Chargement d'une composition pour la fonte du verre						x					
2.2.3. (a) Chargement des camions-citernes	x			x	x		x		x	x	
(b) Chargement en vrac	x	x		x			x		x	x	
2.2.4. (a) Déchargement de camions citernes	x		x	x	x	x	x		x	x	
(b) Déchargement en vrac	x	x		x	x	x	x		x	x	
2.2.5. Noyautage et moulage dans les fonderies					x						

2. Fiches d'actions

	Granulats	Ciment	Céramique	Béton	Fonderie	Verre	Minéraux industriels	Laine minérale	Mines	Mortier	Pierre naturelle
2.2.6. Concassage des minéraux	x	x		x			x		x		
2.2.7. La coupe et le polissage des matériaux réfractaires			x		x	x					
2.2.8. Séchage des minéraux	x	x					x			x	
2.2.9. Pressage à sec			x								
2.2.10. Ebarbage de grandes pièces de coulée dans les fonderies					x						
2.2.11. Ebarbage de petites pièces de coulée dans les fonderies					x						
2.2.12. Traitement final à sec			x	x							
2.2.13. Cuisson (biscuit, glaçure, finale, décoration)			x								
2.2.14. Enfournement des fours (verre d'emballage)						x					
2.2.15. Sablage du verre						x					
2.2.16. Broyage des minéraux	x	x		x			x				
2.2.17. Doucissage du verre						x					
2.2.18. Compression isostatique (méthode sèche)			x								
2.2.19. Remplissage de conteneurs souples	x	x			x		x			x	
2.2.20. Démoulage dans les fonderies					x						
2.2.21. Opérations de fumisterie					x						
2.2.22. Mélange des matières		x	x	x	x	x	x			x	
2.2.23. Séchage périodique et continu			x	x	x						
2.2.24. Mise en forme plastique			x	x							
2.2.25. Préparation			x								
2.2.26. Préparation du sable dans les fonderies					x						
2.2.27. (a) Dosage (petites quantités)			x								
(b) Dosage (grandes quantités)			x	x							
2.2.28. Unité mobile d'extraction et transport en carrière	x	x					x		x	x	
2.2.29. Criblage	x	x					x		x		
2.2.30. Les poussières lors du grenailage dans les fonderies					x						
2.2.31. (a) Remplissage de petits sacs – produits granuleux							x			x	
(b) Remplissage de petits sacs - poudres		x					x			x	
2.2.32. Séchage par pulvérisation			x	x							
2.2.33. Application de glaçure par pulvérisation			x								
2.2.34. Systèmes de transport pour la silice broyée			x				x				
2.2.35. Utilisation d'une plate-forme de forage	x	x					x		x		
2.2.36. Suppression des poussières par l'eau		x	x	x							