



# PRÉVENTION DES RISQUES LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POUSSIÈRES EN CARRIÈRES



Guide méthodologique  
pour les industries extractives

Une édition MIF, SFIC, UNPG  
Mars 2017



La mise à jour du guide méthodologique «Prévention des risques liés à l'exposition aux poussières en carrières», dont la première version a été publiée en avril 2014, s'inscrit dans une démarche de prévention globale des émissions de poussières en carrières.<sup>1</sup>

Cette actualisation du guide permet, d'une part, d'apporter des précisions à la méthodologie d'évaluation du risque d'exposition professionnelle aux poussières en carrières et, d'autre part, de le compléter en ce qui concerne :

- les émissions de poussières dans l'environnement;
- la méthodologie d'évaluation des risques liés aux émissions de fibres (uniquement pour leur forme asbestiforme);
- les équipements de protection collective permettant de traiter efficacement la problématique globale d'émission des différentes formes de poussières pour les industries extractives.

Se fondant sur des principes issus de la réglementation nationale et européenne, des textes normatifs, ou encore des avis et recommandations des ministères du Travail et de l'Environnement, ce guide doit permettre à l'entreprise de se conformer aux exigences réglementaires et d'améliorer sa maîtrise du risque «poussières en carrières».

Ce guide a été réalisé par un groupe de travail conjoint. Il n'a pas de valeur réglementaire. Il reste de la responsabilité de l'employeur de mettre en œuvre ou non la méthodologie proposée, intégralement ou partiellement.

Didier Collonge – Frédéric Derrien – Marina Gaudet – Benjamin Guyot – Mathieu Hiblot – Marc Inglebert – Laurent Jeannin  
Mathieu Jondot – Olivier Mailloux – Luc Planchenault – Sandra Rimey – Xavier Roy – Frédéric Thoué – Yannick Tomasseti



Il a également bénéficié de l'expertise de Monsieur Youcef HEMIMOU de la cellule Expertise et Grands Projets auprès de la Direction des services aux entreprises et de la certification de l'INERIS.



<sup>1</sup> Dans le guide, le terme carrière désigne les sites de carrières et les installations de traitement.



# Sommaire

Avant-propos .....	2
Sommaire .....	4

## **PARTIE I**

### **Prévention des risques liés aux émissions de poussières de granulats** **7**

---

■ 1. Caractérisation des poussières de granulats .....	8
1.1- Introduction	
1.2- Risques pour la santé	
1.3- Enjeux pour l'environnement	
■ 2. Principes méthodologiques de l'évaluation des risques professionnels des émissions de poussières de granulats .....	12
2.1- Méthodologie	
2.2- ÉTAPE 1 : Constitution des Groupements d'Exposition Homogènes (GEH)	
2.3- ÉTAPE 2 : Évaluation pour chaque GEH du risque d'exposition lié aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline	
2.4- ÉTAPE 3 : Application de mesures de prévention pour réduire le niveau de risque des GEH évalués à risque non faible	
2.5- ÉTAPE 4 : Mise en œuvre des contrôles d'exposition réglementaires aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline pour les GEH évalués à risque non faible à l'issue de l'étape 3	
■ 3. Caractérisation du risque lié au cumul des différentes formes de poussières alvéolaires .....	30
■ 4. Gestion des risques liés aux poussières inhalables .....	30
■ 5. Évaluation des émissions de poussières et obligations vis-à-vis de l'environnement .....	32
5.1- Caractérisation des émissions	
5.2- Évaluation par les facteurs d'émissions	
5.3- Avant autorisation — Étude d'impact et évaluation des risques sanitaires	
5.4- Après autorisation	

**PARTIE II****Prévention des risques liés aux émissions de fibres minérales asbestiformes en carrières****43**

■ 1. Typologie des fibres prises en compte .....	44
1.1- Définitions et caractéristiques	
1.2- Occurrence	
1.3- Zones géographiques potentiellement concernées par le danger fibres asbestiformes	
1.4- Caractérisation de l'aléa amiante	
■ 2. Risques pour la santé .....	48
■ 3. Évaluation des risques pour les sites concernés par l'aléa amiante environnemental .....	49
3.1- Organisation des campagnes de mesures d'ambiance et d'exposition	
3.2- Campagne de mesures	
3.2.1 — Principes de la stratégie de prélèvement	
3.2.2 — Prélèvements : recommandations	
3.2.3 — Prélèvements : interprétation des résultats	

**PARTIE III****Prévention des émissions : dispositions techniques, organisationnelles et comportementales****53**

■ 1. Le confinement des installations .....	54
■ 2. Le dépoussiérage par aspiration .....	56
■ 3. L'abattage des poussières .....	58
■ 4. Maintenance et entretien des installation .....	60
■ 5. L'automatisme et le contrôle par vidéo .....	62
■ 6. Cabines d'engins .....	64
■ 7. Cabines fixes et locaux annexes : mise hors poussières .....	67
■ 8. Les pistes et leur entretien .....	69

**PARTIE IV****Annexe****71**



# Partie I

---

## Prévention des risques liés aux émissions de poussières

---

Les poussières sont des particules très fines qui peuvent rester en suspension dans l'air ou se déposer. Elles se caractérisent par leur origine, leur taille, leur forme et leur densité : terre sèche réduite en poudre, roche broyée, fibres de bois, grains de pollen, particules de suie, etc.

## 1 Caractérisation des poussières en carrières

En carrières, la grande masse des poussières est d'origine minérale avec des densités élevées (> 2) et un fuseau granulométrique très large. Néanmoins, la première conséquence de ces densités élevées est une sédimentation rapide (retombées atmosphériques) de ces poussières dès

qu'on s'éloigne des sources d'émissions. L'emploi d'engins à moteur, généralement diesel, fait que l'on peut également rencontrer des particules très fines caractéristiques d'une combustion non optimisée, même avec des filtres et pots d'échappement modernes. La première catégorie, du

fait des densités, ne reste en suspension dans l'air qu'au voisinage des sources en se déposant très vite en périphérie sous forme de poussières sédimentables (ou retombées atmosphériques), alors que la seconde flottera dans l'air en se déplaçant avec les masses d'air.

### ⇒ 1.1. INTRODUCTION

#### Repères réglementaires

Dans le cadre du risque professionnel, le Code du travail (Article R4222-3) distingue au sein des poussières en suspension :

- « la poussière totale : toute particule solide dont le diamètre aérodynamique est au plus égal à 100 micromètres ou dont la vitesse limite de chute, dans les conditions normales de température, est au plus égale à 0,25 mètre par seconde »;
- « la poussière alvéolaire : toute poussière susceptible d'atteindre les alvéoles pulmonaires »;
- « le diamètre aérodynamique d'une poussière : diamètre d'une sphère de densité égale à l'unité ayant la même vitesse de chute dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative ».

Dans le cadre de la protection de l'environnement, le Code de l'environnement (Article R221-1) distingue au sein des poussières en suspension :

- les particules de poussières d'un diamètre moyen de 10 µm : les « Particulate Matter » de 10 µm (PM<sub>10</sub>);

- les particules de poussières de 2,5 µm : les « Particulate Matter » de 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>).

Le tableau ci-dessous présente les différentes catégories de poussières en suspension au regard des codes de l'environnement et du travail.

Comparatif des catégories de poussières en suspension		
Fraction	Diamètre moyen (µm)	Diamètre maximal (µm)
Domaine exposition professionnelle (code du travail)		
Inhalable		100
Thoracique	10	30
Alvéolaire	4	10
Domaine environnement (code de l'environnement)		
PM <sub>2,5</sub>	2,5	6
PM <sub>10</sub>	10	30

Au-delà des définitions réglementaires, retenons les caractéristiques des deux aspects des poussières en carrières :

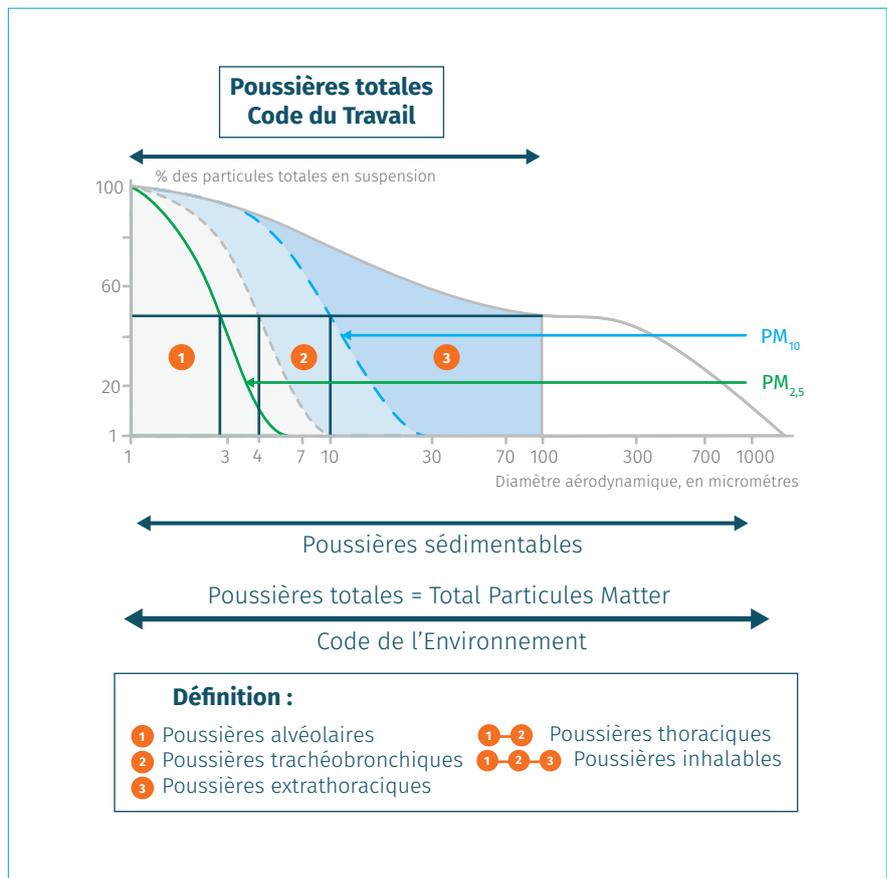
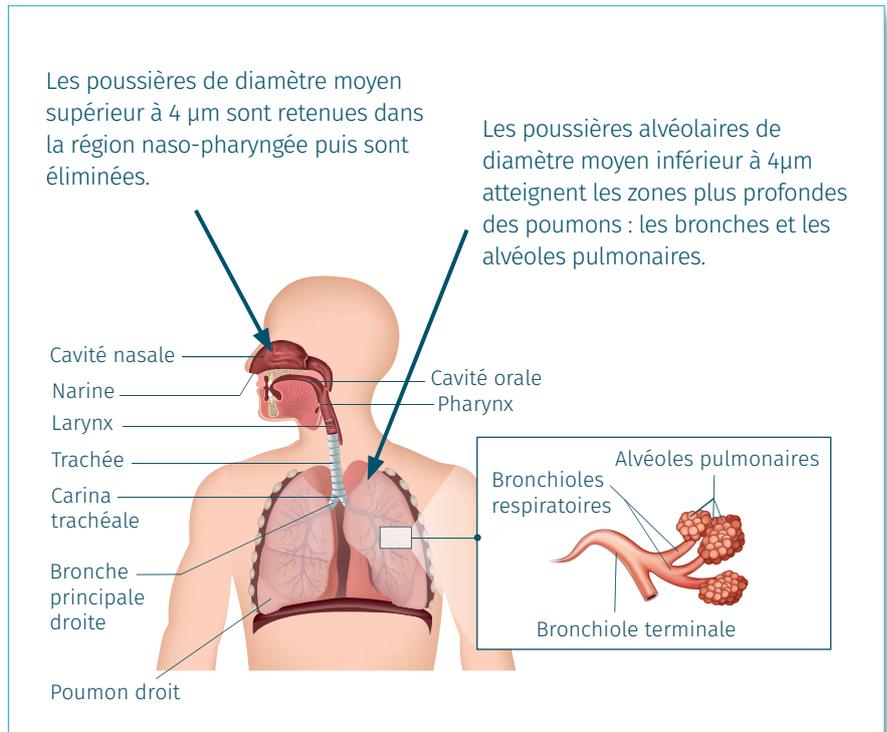
**LES POUSSIÈRES EN SUSPENSION APPELÉES POUSSIÈRES INHALABLES**

Elles pénètrent dans les voies respiratoires et l'organisme. Il s'agit de la fraction des poussières totales en suspension dans l'atmosphère des lieux de travail susceptible de pénétrer par les voies aériennes supérieures : le nez ou la bouche. Par convention, ces particules présentent une dimension inférieure à 100 µm. Parmi les poussières inhalables, on retrouve :

- la part thoracique qui pénètre au-delà du larynx
- la part alvéolaire qui se dépose au plus profond des poumons dans les alvéoles pulmonaires. Leur diamètre est 8 fois plus fin qu'un cheveu. Elles représentent généralement 10 à 20 % de la fraction de poussières inhalables (source guide NEPSI, mars 2006).

**LES POUSSIÈRES SÉDIMENTABLES OU RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES**

Elles sont constituées des particules en suspension qui ont sédimenté du fait de leur densité. Leur réenvol est toujours possible et par exemple, la fraction fine peut, si elle est remobilisée, redevenir poussières alvéolaires. Elle n'est pas définie par une courbe granulométrique conventionnelle. Cette fraction comprend des particules de moins de 1 µm et significativement au-delà de 100 µm. Les différentes fractions de poussières peuvent être représentées graphiquement comme ci-contre.



## ⇒ 1.2. RISQUES POUR LA SANTÉ

### Repères réglementaires

Les poussières en carrières contenant ou non de la silice cristalline alvéolaire (SCA) répondent à la définition réglementaire des agents chimiques dangereux (ACD)<sup>2</sup> telle que prévue au paragraphe 2 de l'article R4412-3 du Code du travail. En effet, les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par travailleur évaluées sur une période de 8 heures ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 mg/m<sup>3</sup>.

L'exposition professionnelle et environnementale aux poussières alvéolaires en carrières (et inhalables dans une proportion plus faible) peut provoquer :

- des effets immédiats comme une irritation des yeux, une gêne respiratoire ou l'irritation des voies respiratoires. Ces deux derniers effets sont liés au phénomène de surcharge pulmonaire. Il s'agit d'un mécanisme aigu ou chronique lié à la capacité limitée d'épuration du poumon (Source : fiche INRS PR-16-198-05);
- des effets à plus long terme sur la santé liés à l'inhalation de poussières alvéolaires de silice cristalline. Ces poussières peuvent provoquer une maladie pulmonaire qui se traduit par une réduction progressive de la capacité respiratoire qui peut conduire à une

insuffisance respiratoire. Il s'agit de la silicose. Elle est irréversible et il n'y a donc pas de retour à un poumon sain. Même si l'on cesse d'être exposé à la silice, la maladie continue d'évoluer. La silicose est l'une des formes de pneumoconiose les plus courantes, elle se caractérise par une fibrose nodulaire progressive causée par le dépôt dans les poumons de fines particules de silice cristalline alvéolaire. La gravité de la silicose peut varier de façon importante, allant de la «silicose simple» à la «fibrose massive progressive».

Le guide NEPSI décrit trois types de silicose :

- la silicose aiguë résultant 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 après la contraction de ce type de silicose;
- la silicose accélérée pouvant se développer après 5 à 10 ans d'une exposition à des niveaux élevés;
- la silicose chronique souvent décrite comme le résultat d'une exposition à des niveaux plus faibles, mais sur des périodes plus longues (au-delà de 10 ans).

En France, les cas de silicose aiguë ou chronique sont reconnus dans le tableau des maladies professionnelles prévu par le régime général de la Sécurité sociale, présenté ci-dessous :

N° du tableau	Libellé du tableau	Pathologies associées
Régime Général n° 25	Affections consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice cristalline (quartz, cristobalite, tridymite)	Silicose aiguë ou chronique

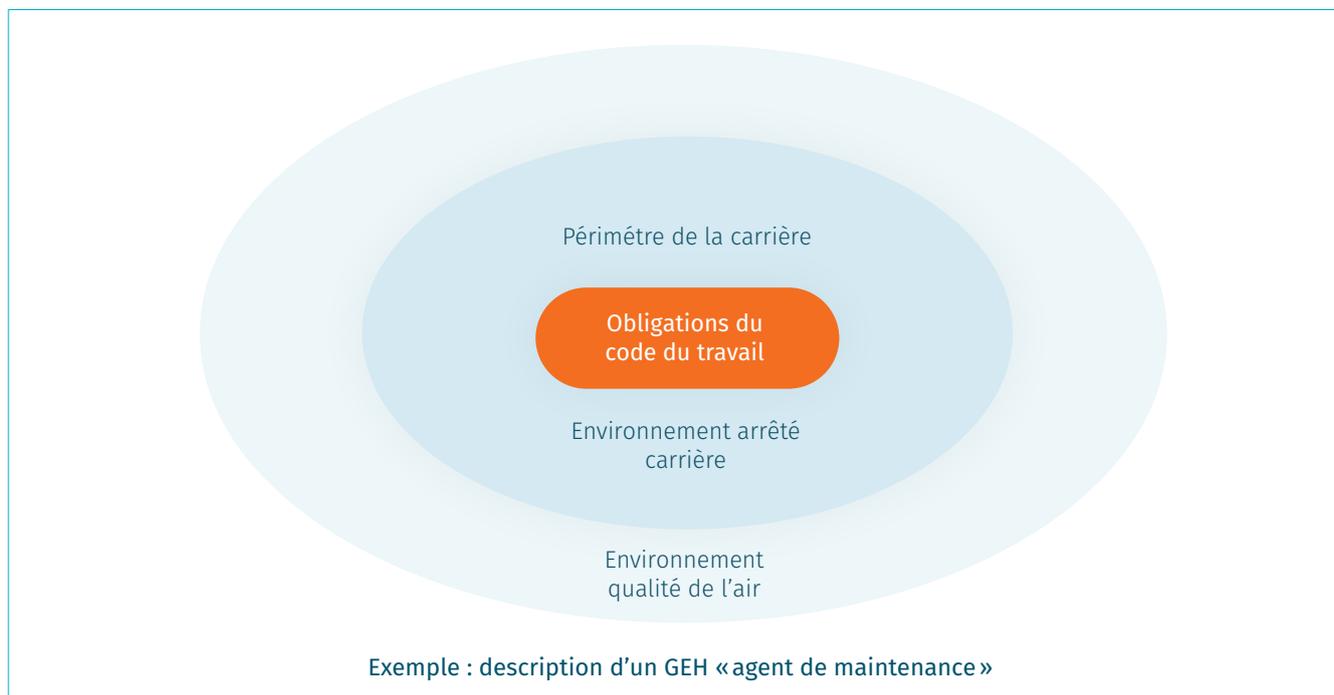
### Maladies professionnelles causées par l'exposition aux poussières de silice cristalline

Un tableau plus détaillé (durée d'exposition, délai de prise en charge, etc.) et mis à jour régulièrement est disponible à la rubrique «maladies professionnelles» du site web de l'INRS :

<http://www.inrs-mp.fr/mp/cgi-bin/mppage.pl?state=1&acc=5&gs=&rgm=2>

<sup>2</sup> Au regard de l'article R4412-3, paragraphe 2, tout agent chimique qui, bien que ne satisfaisant pas aux critères de classement, en l'état ou au sein d'un mélange, peut présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs en raison de ses propriétés physico-chimiques, chimiques ou toxicologiques et des modalités de sa présence sur le lieu de travail ou de son utilisation, y compris tout agent chimique pour lequel des décrets prévoient une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP).

### ⇒ | 1.3. ENJEUX POUR L'ENVIRONNEMENT



Quelle que soit leur origine, c'est d'abord la taille des particules qui est le facteur important pour les êtres vivants : plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément. Elles peuvent ainsi irriter et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Plus généralement, le principal impact sur l'environnement des poussières sédimentables est la nuisance perçue par les habitants dans les zones exposées à ces retombées. Les constructions et éléments extérieurs peuvent alors être l'objet de salissures chroniques, dont l'importance est directement liée à la nature des particules, notamment leur teinte, leur caractère plus ou moins « collant », ou leur forme (grain ou paillette).

Quand les particules sédimentables contiennent des éléments toxiques (notamment des métaux lourds), leur cumul à long terme peut provoquer une pollution sensible des sols.

La thématique des poussières en carrières susceptibles d'avoir des conséquences sur l'environnement est regroupée sous le terme « empoussièremment », que ces poussières soient sous forme de particules en suspension ou de poussières sédimentables. Pour toute exploitation de carrière, les différentes étapes de production peuvent générer des émissions de poussières dans l'air, directement par fragmentation et déplacement des matériaux ou indirectement par

remobilisation du fait de la circulation des personnes et des engins ou des conditions météorologiques.

Du fait de la nature de ces poussières et de leurs caractéristiques, l'employeur doit ainsi hiérarchiser son approche afin de coordonner la prévention comme le contrôle et être en mesure de bâtir un plan cohérent de réduction dès la source des émissions. Et c'est bien parce que les équipements et les mesures de prévention seront en place et efficaces dans le périmètre de la carrière au plus proche de la source de chaque émission, que la qualité de l'air dans l'environnement sera assurée à sa périphérie.

Le détail des obligations liées à ces enjeux est développé au chapitre 1.5.

## 2 Principes méthodologiques de l'évaluation des risques professionnels

### ⇒ 2.1. MÉTHODOLOGIE

#### Repères réglementaires

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, la réglementation applicable à l'activité des carrières a été modifiée. Dans le cadre des expositions professionnelles aux poussières, les exigences à appliquer sont :

- les articles de R4412-1 à R4412-57 (Chapitre « mesures de prévention des risques chimiques ») et l'arrêté d'application du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques

des valeurs limites d'exposition professionnelle;

- le décret n° 2013-797 du 30 août 2013 complétant et adaptant le Code du travail pour les mines et carrières en matière de poussières alvéolaires (JO du 1<sup>er</sup> septembre 2013) et son arrêté d'application du 4 novembre 2013 relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires;

- les articles de R4222-10 à R4222-17 du Code du travail (Chapitre « aération et assainissement ») et son arrêté d'application du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail.

Le tableau ci-contre résume la réglementation applicable en fonction du type de poussières.

La méthodologie d'évaluation des risques liés aux émissions de poussières sur les sites des industries extractives en cinq grandes étapes :

#### ÉTAPE 1 : constitution des Groupements d'Exposition Homogène (GEH).

Dans le cadre de son processus d'évaluation du risque chimique, l'employeur met en place un groupe de travail pour établir la liste des GEH du site.

#### ÉTAPE 2 : évaluation pour chaque GEH du risque d'exposition aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline.

Dans le cadre de son processus d'évaluation du risque chimique, l'employeur détermine pour chaque GEH constitué le niveau de risque faible ou non faible d'exposition aux poussières alvéolaires

et aux poussières alvéolaires de silice cristalline, à partir notamment d'un historique de mesures d'exposition.

#### ÉTAPE 3 : application de mesures de prévention pour réduire le niveau de risque des GEH évalués à risque non faible

Dans le cadre de son processus d'évaluation du risque chimique, l'employeur cherche à réduire le niveau d'exposition des GEH à risque non faible par la mise en place de mesures de prévention et remet à jour pour chaque GEH concerné l'évaluation du risque.

#### ÉTAPE 4 : mise en œuvre des contrôles réglementaires d'exposition aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline pour

#### les GEH évalués à risque non faible à l'issue de l'étape 3.

Dans le cadre du contrôle d'exposition réglementaire aux agents chimiques soumis à valeur limite d'exposition réglementaire, pour les GEH évalués à risque non faible l'employeur fait appel à un organisme agréé ou accrédité pour le mesurage des expositions aux poussières alvéolaires et à un organisme accrédité pour le mesurage des expositions aux poussières alvéolaires de silice cristalline.

#### ÉTAPE 5 : mise à jour de l'évaluation du risque du site.

L'employeur enrichit son historique de mesures de l'étape 2 (évaluation du risque pour chaque GEH) des données issues du contrôle d'exposition réglementaire. Il réévalue le niveau de risque des GEH contrôlés.

	RGIE —Titre «empoussiérage» (abrogé)		Code du travail	
	Poussières alvéolaires	Poussières alvéolaires de silice cristalline	Poussières alvéolaires	Poussières alvéolaires de silice cristalline
<b>Évaluation des risques</b> > Notion de risque faible	Non	Non	Oui	Oui
<b>Contrôles de l'exposition</b> ► Valeurs limites d'exposition par zone géographique ou GEH (Durée de référence : 8 h)	Valeur limite réglementaire : minimum (5 mg/m <sup>3</sup> ; 25×k/Q) avec k = 1 et Q = taux de quartz dans les poussières alvéolaires siliceuses		Valeur limite réglementaire : 5 mg/m <sup>3</sup>	Valeur limite d'exposition professionnelle contraignante : - Quartz : 0,1 mg/m <sup>3</sup> - Cristobalite : 0,05 mg/m <sup>3</sup> - Tridymite : 0,05 mg/m <sup>3</sup>
			Si présence simultanée, vérification du respect de la règle d'additivité : $Cns/Vns + Cq/0,1 + Cc/0,05 + Ct/0,05 \leq 1$ - Cns : concentration en alvéolaires non silicogènes en mg/m <sup>3</sup> - Vns : valeur limite moyenne de concentration en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m <sup>3</sup> - Cq : concentration en quartz en mg/m <sup>3</sup> - Cc : concentration en cristobalite en mg/m <sup>3</sup> - Ct : concentration en quartz tridymite en mg/m <sup>3</sup>	
► Nombre de mesures	1 mesure d'exposition/an/ par zone géographique		1 mesure/an (si risque non faible)	1 série de 3 mesures minimum/an (si risque non faible)
► Organisme	Autocontrôle «à valeur réglementaire»		Agréé de catégorie C	Accrédité
<b>Protections respiratoires</b> ► Prise en compte des appareils de protection respiratoire (APR) dans le diagnostic de respect de la valeur limite d'exposition	Non		Oui <u>sous</u> condition de mesures de prévention techniques et collectives déjà mises en œuvre	Oui <u>sous</u> condition de mesures de prévention techniques et collectives déjà mises en œuvre
<b>Suivi médical</b>	Oui		Oui	Oui
► Niveaux d'aptitudes (médecin)	4 niveaux d'aptitude (1, 2, 3 et 4)		Apte ou inapte	Apte ou inapte
► Fiche de prévention des expositions (employeur)	Non réglementaire		Non réglementaire	Non réglementaire

**Particularité pour les entreprises extérieures (sous-traitants)**

Au regard de l'article R4512-6 du code du travail, et des informations et éléments recueillis au cours de l'inspection commune préalable, les chefs des entreprises utilisatrices et extérieures procèdent en commun à une analyse des risques liés à l'exposition professionnelle aux poussières.

## ⇒ 2.2. ÉTAPE 1 : CONSTITUTION DES GROUPES D'EXPOSITION HOMOGENÈME (GEH)

La constitution des GEH est une étape essentielle. Elle évite de réaliser une évaluation des risques pour chaque salarié. Elle consiste à regrouper les postes de travail soumis à des expositions « comparables » en carrières. Pour constituer ses GEH, l'employeur doit analyser son organisation du travail et les situations d'expositions de ses salariés aux poussières en carrière. Tout salarié du site doit être pris en compte dans un ou plusieurs des GEH de l'évaluation du risque.

Une méthode simple pour constituer les GEH, consiste notamment à :

- Recenser l'effectif de l'établissement;
- Affecter une fonction précise à chaque personne;

- Définir les tâches réalisées par chaque personne et pour chaque tâche, les mesures de prévention et de protection appliquées;
- Regrouper les fonctions dont les tâches sont comparables d'un point de vue exposition aux poussières.

**D'autres informations peuvent être exploitées pour aider à la constitution des GEH :**

- Configuration des postes de travail (espace clos, espace ventilé, poste sous air filtré et climatisé, poste sous eau, etc.);
- Procédés utilisés et déroulements des activités;
- Durée des tâches élémentaires (80 % de temps de conduite et 20 % d'entretien);

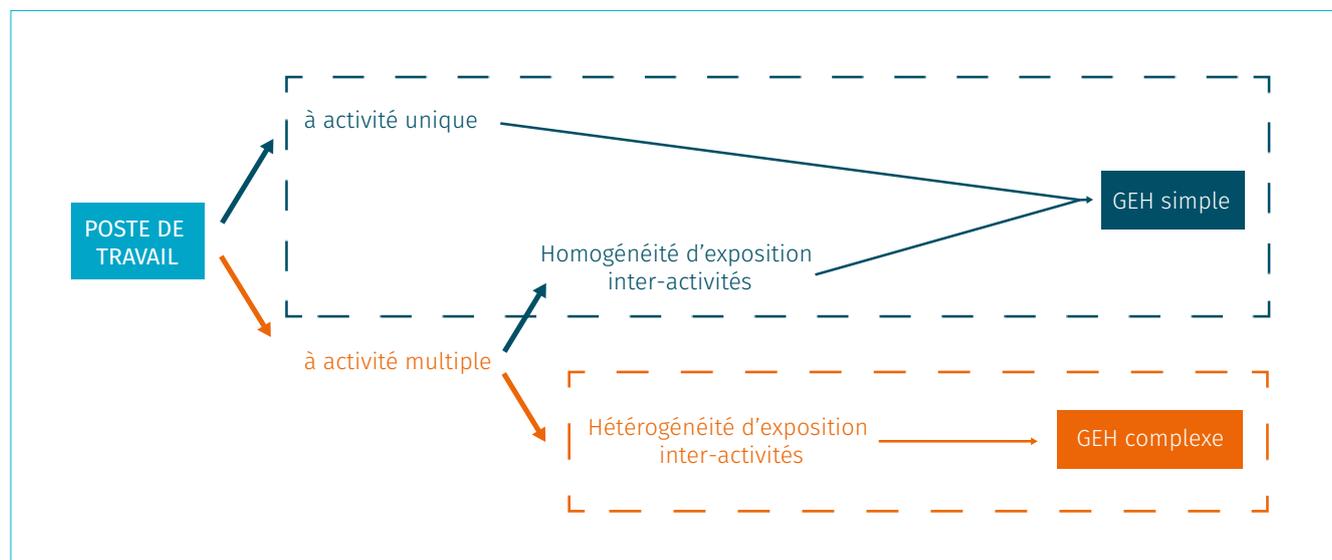
- Durée moyenne, minimale et maximale d'exposition lors de chaque activité;
- Fréquence moyenne, minimale et maximale d'exposition lors de chaque activité;
- Opérations exposantes (dont les tâches de maintenance);
- Mesure(s) préventive(s) technique(s) : équipements de protection collective et individuelle;
- Mesures préventives organisationnelles (par exemple : durée maximale par activité) et comportementales (par exemple : soufflette interdite);
- Description des équipements de protection respiratoire;
- Nombre de salariés par GEH.

**Exemple : description d'un GEH complexe « agent de maintenance »**

Activités	Nombre de salarié(s)	Procédé(s) utilisé(s) et déroulement de(s) activité(s)	Durée d'exposition (moyennes)	Fréquence d'exposition (moyennes)	Mesures préventives techniques	Mesures préventives organisationnelles et comportementales
Maintenance atelier	1	Meulage, soudage, etc.	4,5 h/jour	/	/	Usage de la soufflette interdit
Maintenance installation		Tout type d'activité préventive et curative sur l'ensemble de l'installation	2 h/jour	202 jours/an	Bardage, arrosage, et aspiration	3 heures maximum/jour près du concasseur
Administratif		Commandes, traitement des factures, etc.	0,5 h/jour	/	/	/
Total exposition		7 h/jour				

## ■ LES DIFFÉRENTS CAS DE DÉCOUPAGE DES GEH

Les postes de travail peuvent être classés en plusieurs catégories qui vont influencer sur le type de GEH.



### GEH simple

Il correspond soit à un poste de travail mono-activité (par exemple : conducteur de dumper), soit à un poste de travail ayant plusieurs activités qui se caractérisent toutes par une exposition « semblable » :

- Toutes les activités présentent une exposition « faible » (exemple : comptable travaillant dans des bureaux administratifs)
- Toutes les activités présentent une exposition « forte » (exemple : graissage et nettoyage, ronde dans une installation de concassage en fonctionnement).

L'intérêt de cette catégorisation réside dans l'utilisation d'un seul appareil de prélèvement de poussières par GEH.

### Nota :

- Une activité à exposition « faible » correspond à une activité dont le niveau d'exposition (sans EPI) ne peut pas, à lui seul (ou en grande partie), conduire à un dépassement de la valeur limite réglementaire.
- Une activité à exposition « forte » correspond à une activité dont le niveau d'exposition (sans EPI) peut, à lui seul (ou en grande partie), conduire à un dépassement de la valeur limite réglementaire.

### GEH complexe

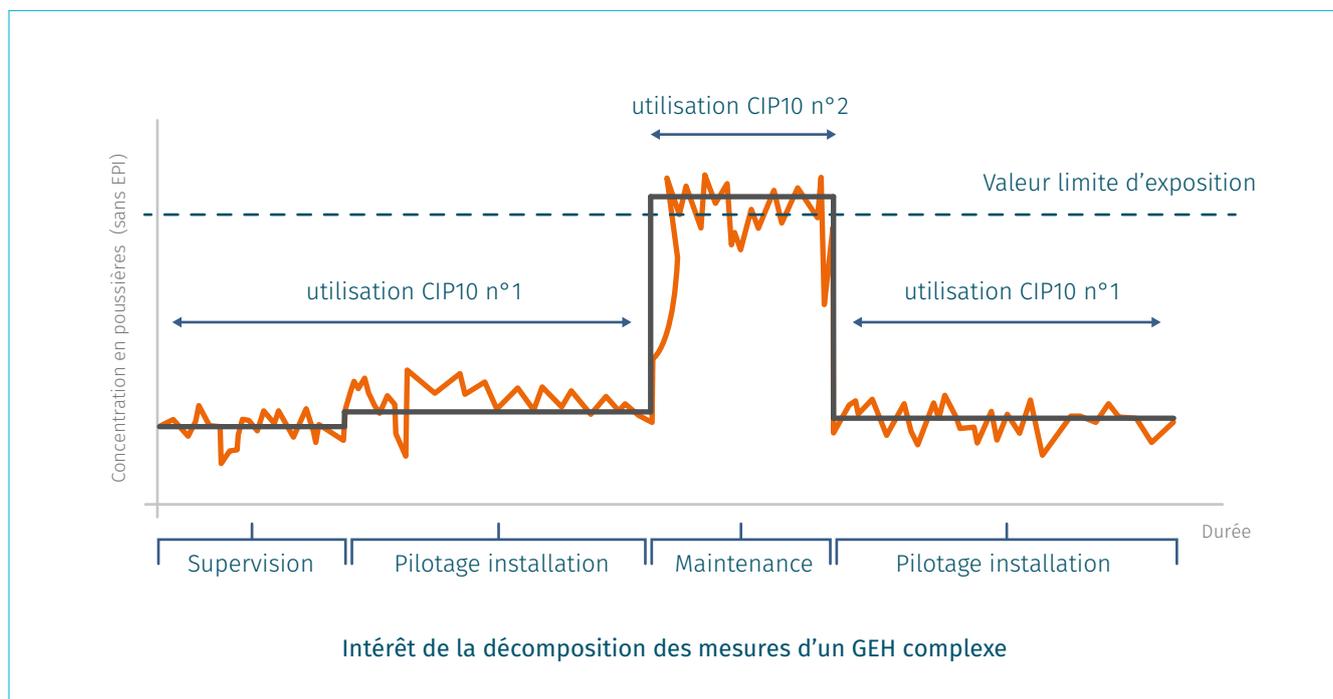
Il correspond à un poste de travail ayant plusieurs activités dont une au minimum se caractérise par une exposition « forte » (exemple ci-dessous d'un pilote

d'installation exerçant une activité de maintenance en cours de journée).

Le principe de cette démarche consiste à :

- Séparer les activités à « exposition forte » : un équipement de prélèvement est alors utilisé spécifiquement pour chacune des activités; le schéma C.2 montre que seule l'activité de maintenance fait l'objet d'une exposition forte; elle est caractérisée par le CIP10 n° 2.
- Regrouper toutes les activités à « exposition faible » : un seul et même équipement de prélèvement est utilisé pour l'ensemble de ces phases; le schéma C.2 montre que les activités de supervision et de pilotage d'installation font l'objet d'une exposition faible; elles sont caractérisées par un seul et même CIP10 n° 1.

<sup>1</sup> Le CIP10 est un appareil de prélèvement des aérosols. IL existe en trois versions pour prélever au choix la fraction alvéolaire, thoracique ou inhalable.



### ■ INTÉRÊT DE LA DÉCOMPOSITION DES GEH

■ Le premier intérêt de la décomposition des GEH est directement lié au port d'un APR dans une activité à exposition forte puisque le calcul d'exposition prend en compte le facteur de protection de l'APR lors de l'activité considérée, alors qu'*a contrario*, dans le cas d'un GEH «simple», le facteur de protection est dilué dans l'ensemble de l'exposition

mesurée au cours de la journée, ce qui réduit l'impact de l'APR sur les résultats.

■ Le second intérêt est lié au déploiement des actions de prévention. En cas de dépassement de la valeur limite réglementaire au sein du GEH, les résultats obtenus permettent à l'employeur de cibler plus précisément où et comment agir pour réduire l'exposition (APR à

facteur de protection renforcé pour la tâche exposante, durée quotidienne maximale d'une activité, etc.).

Les GEH visent à limiter le nombre de mesures. Il peut exister deux types de GEH : simple et complexe. La décomposition des GEH complexes permet à l'employeur de cibler plus précisément où et comment agir.

EXEMPLE	Activité(s)	Durée	Exposition	Port d'APR	Exposition totale
<b>Approche GEH simple</b>	<b>Toutes activités :</b> supervision, maintenance et pilotage d'installation	8 heures	6,36 mg/m <sup>3</sup>	Oui pour l'activité maintenance	Si application du facteur de protection assigné de 10 5,64 mg/m <sup>3</sup>
<b>Approche GEH décomposé</b>	<b>Activités à « exposition faible » :</b> supervision et pilotage d'installation <b>Activité à exposition « forte »</b>	7 heures	2,18 mg/m <sup>3</sup>	Non	Si application du facteur de protection assigné de 10 2,35 mg/m <sup>3</sup>
		1 heure	35,6 mg/m <sup>3</sup>	Oui	

### ⇒ 2.3. ÉTAPE 2 : ÉVALUATION POUR CHAQUE GEH DU RISQUE D'EXPOSITION LIÉ AUX POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES ET AUX POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES DE SILICE CRISTALLINE

#### Repères réglementaires

Lorsqu'au sens de l'article R. 4412-13 du Code du travail :

- Les résultats de l'évaluation des risques montrent que les quantités dans lesquelles un agent chimique dangereux présent sur le lieu de travail ne crée qu'un risque faible et que les mesures de

prévention prises en application des articles L.4121-1, L. 4121-5 et R. 4412-11 sont suffisantes pour réduire ce risque, les dispositions de l'article R.4412-12 ne sont pas applicables (contrôle de l'exposition).

- Les résultats de l'évaluation à laquelle procède l'employeur

concluent à un risque faible, et que les moyens de prévention déployés sont suffisants pour réduire ce risque, la mise en œuvre des mesures de contrôle mentionnées dans l'article 2 du décret n° 2013-797 n'est pas nécessaire.

#### ■ DÉTERMINATION DU DANGER « POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES »

Les poussières alvéolaires étant systématiquement présentes, chaque site

doit considérer qu'il est concerné par le danger « poussières alvéolaires » et

par conséquent procéder à l'évaluation risque.



**Déterminer le danger « poussières alvéolaires » :** chaque site est considéré concerné par le danger potentiel poussières alvéolaires, l'évaluation des risques pour chaque GEH se poursuit..

## ■ DÉTERMINATION DU DANGER «POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES DE SILICE CRISTALLINE» (SCA)

La détermination du danger «poussières alvéolaires de silice cristalline» nécessite une approche plus détaillée. L'employeur vérifie pour chaque GEH, si la concentration en poussières alvéolaires de silice cristalline (les 3 formes) est inférieure ou supérieure à 1 % :

**Détermination du danger SCA**  
**Concentration en SCA > ou = à 1 %**  
**>> danger retenu**  
**Concentration en SCA < à 1 %**  
**>> danger non retenu**

Cependant, le quartz, la cristobalite et la tridymite ne sont rencontrés que dans certaines roches. L'analyse de ces trois sources de danger constitue donc une étape essentielle de l'évaluation des risques :

■ **Le quartz** : c'est un minéral commun des roches magmatiques comme les rhyolites, granites, migmatites, diorites (toutes roches sursaturées en silice) ainsi que de nombreuses roches métamorphiques : gneiss, quartzites, etc. Du fait de sa dureté importante et de sa résistance chimique, le quartz est aussi présent dans de nombreuses roches sédimentaires telles que les sables naturels, grès, silex et conglomérats. Quelle que soit la nature du gisement, l'employeur ne peut pas, à ce stade de l'étude, écarter le quartz de la liste des dangers.

■ **La cristobalite** : ce minéral est beaucoup plus rare que le quartz dans la nature : seules, certaines roches volcaniques et certaines météorites sont susceptibles d'en contenir.

La cristobalite se forme également lorsque le quartz est calciné, par exemple lors de la production et de l'utilisation de matériaux réfractaires et lors de la cuisson/calcination de la silice amorphe (source InVS). L'employeur a la possibilité d'écarter la cristobalite de la liste des dangers à partir de données géologiques (ou relatives au procédé de production).

■ **La tridymite** : ce minéral se trouve uniquement dans certaines roches volcaniques et météorites; il apparaît plus rarement lors du chauffage du quartz ou des matériaux réfractaires (source InVS). Aucune carte du BRGM ne fait mention de tridymite en France. Partant de ce constat, l'employeur écarte la tridymite de la liste des dangers.

### Calcul du respect du seuil de 1 %

Le respect du seuil de 1 % se justifie à partir d'une moyenne calculée sur la base d'au minimum trois mesures par forme de silice cristalline retenue (mesures les plus récentes possible pour refléter au mieux la nature du gisement en exploitation). L'employeur utilise les données historiques issues des mesures déjà effectuées ou réalise une nouvelle campagne de mesures si les données sont jugées trop anciennes et non représentatives du gisement en exploitation.

Pour le calcul de la moyenne, toute donnée historique peut être utilisée à condition de respecter les critères suivants :

- Mesures les plus récentes possible.
- Prélèvements et analyses effectués :
  - Soit par un laboratoire accrédité ou agréé de catégorie C.
  - Soit par un laboratoire interne ou externe à la société ayant suivi un protocole normalisé. Dans ce cas, le degré de fiabilité des résultats (incertitude) doit être connu.

**Remarque** : parmi les mesures répondant à ces critères, l'employeur écarte celles considérées comme «aberrantes», sous réserve de justification telle que le dysfonctionnement d'un équipement de prévention ou encore une erreur d'analyse. Dans ce cas, les justificatifs sont tenus à la disposition de la DREAL.

**Exemple** : tableau récapitulatif des résultats de 7 mesures obtenues conformément aux exigences notifiées ci-dessus.

Année	Poussières alvéolaires (mg/m <sup>3</sup> )	Taux de quartz (%)	Taux de cristobalite (%)	Taux de tridymite (%)
2010	1,31	0,39	0,06	Danger non retenu (via étude géologique)
2011	1,62	0,59	0,01	
2012	2,92	0,34	0,05	
2013	2,52	0,33	0,11	
2014	1,63	0,61	0,08	
2015	2,78	0,35	0,04	
2016	1,65	0,52	0,02	
Moyenne taux de quartz + moyenne taux de cristobalite < 1 % = danger non retenu				



**Déterminer le danger « poussières alvéolaires de silice cristalline »** : pour chaque GEH, si le seuil de 1 % est respecté, le danger lié aux poussières alvéolaires de silice cristalline sera considéré comme « non retenu ». Dans ce cas, le processus d'évaluation des risques pour les poussières de silice cristalline alvéolaire est terminé. Il est cependant nécessaire de confirmer ou de réviser cette conclusion en effectuant au minimum une mesure de vérification tous les 5 ans. Les nouvelles données obtenues permettent d'enrichir le calcul de la concentration moyenne. Dès que pour un GEH, le seuil de 1 % (masse de SCA/masse de poussière alvéolaire x 100) n'est pas respecté, le GEH est considéré concerné par le danger potentiel silice cristalline alvéolaire, et l'évaluation des risques se poursuit.

### Conseil

Lorsque l'organisme recherche la quantité de quartz dans un échantillon de poussière, l'organisme est en mesure de vous donner également la concentration des autres formes de silice cristalline. Cela peut s'avérer important

pour justifier l'exclusion d'une forme de silice cristalline (par exemple la cristobalite ou la tridymite), si l'organisme vous confirme des valeurs en dessous des limites de quantification. Une fois les dangers retenus liés aux poussières alvéolaires et aux

poussières alvéolaires contenant de la silice cristalline, **l'employeur doit déterminer le niveau de risque faible ou non faible d'exposition** :

- aux « poussières alvéolaires »
- aux « poussières alvéolaires de silice cristalline ».

<sup>1</sup> Cette norme étant en cours de révision, ce principe pourrait évoluer.

## ■ DÉTERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE FAIBLE OU NON FAIBLE D'EXPOSITION AUX « POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES »

Pour chacun des GEH, l'évaluation est basée sur 2 critères et une recommandation :

- Critère 1 : l'étude de l'historique des mesures
- Critère 2 : l'évaluation du processus de maîtrise du fonctionnement des moyens de prévention et protection
- Recommandation : suivi des pathologies respiratoires

### Critère 1 : historique des mesures

L'employeur utilise l'historique des mesures déjà effectuées ou réalise une nouvelle campagne de mesures soit lui-même en louant les appareils de mesure, soit via un organisme externe. Dans ce dernier cas, il devra faire préciser à l'organisme qu'il s'agit de mesures dans le cadre de l'évaluation des risques et non du contrôle de l'exposition professionnelle. **Toute donnée historique est utilisée en respectant les critères suivants :**

- doit comporter au minimum trois mesures,
- mesures les plus récentes possible,
- caractéristiques du GEH inchangées entre les mesures,
- durée de prélèvement inférieure ou égale à 40 heures,

■ prélèvements et analyses des échantillons effectués :

- > Soit par un organisme agréé de catégorie C,
- > Soit par un laboratoire interne ou externe à la société, ayant suivi un protocole reconnu par la profession (par exemple : Dust Monitoring Protocol d'IMA-Europe); dans ce cas, le degré de fiabilité des résultats (incertitude, etc.) doit être connu,

■ non prise en compte des APR : les résultats des mesures ne sont pas pondérés par les facteurs de protection spécifiques des APR.

Sur la base des données retenues pour un GEH, **l'employeur vérifie chaque mesure par rapport à la valeur limite d'exposition réglementaire (5 mg/m<sup>3</sup>) et calcule la moyenne des données retenues (3 minimum) et la compare au 1/4 de la valeur limite réglementaire.**

Ce principe méthodologique est repris de la norme NF EN689<sup>1</sup>, version 1995. Parmi les mesures répondant à ces critères, l'employeur écarte celles considérées comme « aberrantes », sous réserve de justification comme, par exemple, des conditions météorologiques extrêmes, le dysfonctionnement d'un équipement ou encore une erreur

d'analyse. Dans ce cas, les justificatifs sont tenus à la disposition de la DREAL.

### Critère 2 : évaluation du processus de maîtrise du fonctionnement des moyens de prévention et protection

Pour ce faire, l'employeur évalue la conformité :

- des programmes et enregistrements de l'entretien des équipements,
- des programmes et enregistrements de la sensibilisation des travailleurs aux mesures de prévention et protection (équipements, organisation et comportement),
- des résultats des inspections du bon fonctionnement des moyens de prévention et protection.

L'employeur justifie la mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection

### Recommandation : suivi des pathologies respiratoires

L'employeur assure des contrôles réguliers avec son service médical afin de détecter des pathologies respiratoires ou des troubles respiratoires des salariés qui pourraient être imputables à une ou plusieurs activités du GEH.

Si l'ensemble des critères décrits ci-dessus est respecté, le GEH peut être considéré à risque faible.

Si un critère n'est pas respecté, le GEH est considéré à risque non faible.

<sup>1</sup> Cette norme étant en cours de révision, ce principe pourrait évoluer.



## Évaluer le niveau de risque faible ou non faible d'exposition aux « poussières alvéolaires »

### ■ Critère 1 : exploiter l'historique des mesures.

Pour chacun des GEH, prendre en compte les résultats d'une série la plus récente possible de 3 mesures minimum.

- ▶ Si une seule des 3 valeurs est > à la concentration moyenne réglementaire de 5 mg/m<sup>3</sup>

**OU**

- ▶ Si la moyenne des 3 valeurs est > au 1/4 de la concentration moyenne réglementaire de 5 mg/m<sup>3</sup>



**RISQUE NON FAIBLE**

- ▶ **Le contrôle annuel réglementaire doit être réalisé avec un organisme agréé.**

- ▶ Si toutes les valeurs sont < à la concentration moyenne réglementaire de 5 mg/m<sup>3</sup>

**ET**

- ▶ Si la moyenne des 3 valeurs est < au 1/4 de la concentration moyenne réglementaire de 5 mg/m<sup>3</sup>

Risque potentiellement faible

Confirmer le résultat en respectant le critère 2

### ■ Critère 2 : mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection

- ▶ Descriptif des équipements de protection collective mis en place pour supprimer ou réduire les émissions de poussières.
- ▶ Programme et enregistrement de l'entretien des équipements de protection.
- ▶ Sensibilisation, formation des travailleurs aux règles organisationnelles et comportementales du site



**RISQUE FAIBLE**

- ▶ **Une mesure de vérification doit être réalisée au minimum tous les 5 ans.** Elle peut être réalisée en interne ou par un organisme externe. À partir de cette nouvelle mesure, l'employeur procède à la mise à jour de l'évaluation du risque (étape 2).
- ▶ **Garder les justificatifs des mesures à la disposition de l'inspection du travail.**
- ▶ **Évaluer, lors de chaque modification du GEH, la conformité aux critères d'évaluation du risque définis ci-dessus.**

**Recommandation :** Quels que soient les résultats de l'évaluation du risque d'exposition aux poussières alvéolaires, assurer des contrôles réguliers avec son service médical afin de détecter des pathologies respiratoires ou des troubles respiratoires chez les salariés qui pourraient être imputables à une ou plusieurs activités du GEH.

## ■ DÉTERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE FAIBLE OU NON FAIBLE POUR LES «POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES DE SILICE CRISTALLINE»

Pour chacun des GEH, l'évaluation est basée sur 2 critères et une recommandation :

- Critère 1 : l'étude de l'historique des mesures
- Critère 2 : l'évaluation du processus de maîtrise du fonctionnement des moyens de prévention et protection
- Recommandation : un contrôle continu pour s'assurer de l'absence de maladie professionnelle imputable au site sur les 10 dernières années d'exploitation

### Critère 1 : historique des mesures

L'employeur utilise l'historique des mesures (issues de prélèvements effectués en application du RGIE puis à partir de janvier 2014 en application du Code du travail), afin d'évaluer l'exposition du GEH aux poussières alvéolaires de silice cristalline et de déterminer le niveau de risque associé. **Toute donnée historique est utilisée en respectant les critères suivants :**

- doit comporter au minimum 3 mesures,
- mesures les plus récentes possible,
- caractéristiques du GEH inchangées entre les mesures,
- durée de prélèvement inférieure ou égale à 40 heures,

■ prélèvements et analyses des échantillons effectués :

- soit par un organisme agréé de catégorie C
- soit par un laboratoire interne ou externe à la société, ayant suivi un protocole reconnu par la profession (exemple : Dust Monitoring Protocol d'IMA-Europe); dans ce cas, le degré de fiabilité des résultats doit être connu

■ non-prise en compte des APR : les résultats des mesures ne sont pas pondérés par les facteurs de protection spécifiques des APR.

Sur la base des données retenues pour un GEH, **l'employeur vérifie chaque mesure par rapport à la valeur limite d'exposition réglementaire (quartz : 0,1 mg/m<sup>3</sup>, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m<sup>3</sup>) et calcule la moyenne des données retenues (3 minimum) et la compare au 1/10<sup>e</sup> de la valeur limite réglementaire.**

Ce principe méthodologique est repris de la norme NF EN 689<sup>1</sup>, version 1995. Parmi les mesures répondant à ces critères, l'employeur écarte celles considérées comme «aberrantes», sous réserve de justification comme, par exemple, des conditions météorologiques extrêmes, le dysfonctionnement d'un équipement ou

encore une erreur d'analyse. Dans ce cas, les justificatifs sont tenus à la disposition de la DREAL.

### Critère 2 : évaluation du processus de maîtrise du fonctionnement des moyens de prévention et protection

Pour ce faire, l'employeur évalue la conformité :

- des programmes et enregistrements de l'entretien des équipements,
- des programmes et enregistrements de la sensibilisation des travailleurs aux mesures de prévention et protection (équipements, organisation et comportement),
- des résultats des inspections du bon fonctionnement des moyens de prévention et protection.

L'employeur justifie la mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection

### Recommandation : suivi des maladies professionnelles

L'employeur effectue un contrôle continu pour s'assurer de l'absence de maladie professionnelle imputable au site sur les 10 dernières années d'exploitation.

Si l'ensemble des critères décrits ci-dessus est respecté, le GEH peut être considéré à risque faible.

Si un critère n'est pas respecté, le GEH est considéré à risque non faible.

<sup>1</sup> Cette norme étant en cours de révision, ce principe pourrait évoluer.



Évaluer le niveau de risque faible ou non faible d'exposition aux «poussières alvéolaires de silice cristalline»

■ Critère 1 : exploiter l'historique des mesures.

Pour chacun des GEH, prendre en compte les résultats d'une série la plus récente possible de 3 mesures minimum.

- ▶ Si une seule des 3 valeurs est > à la VLEP contraignante de la forme de silice cristalline mesurée (quartz : 0,1 mg/m<sup>3</sup>, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m<sup>3</sup>)

**OU**

- ▶ Si la moyenne des 3 valeurs est > à 10 % de la VLEP contraignante de la forme de silice cristalline mesurée (quartz : 0,1 mg/m<sup>3</sup>, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m<sup>3</sup>)



**RISQUE NON FAIBLE**

- ▶ Le contrôle annuel réglementaire doit être réalisé avec un organisme agréé.

- ▶ Si toutes les valeurs sont < à la VLEP contraignante de la forme de silice cristalline mesurée (quartz : 0,1 mg/m<sup>3</sup>, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m<sup>3</sup>)

**ET**

- ▶ Si la moyenne des 3 valeurs est < à 10 % de la VLEP contraignante de la forme de silice cristalline mesurée (quartz : 0,1 mg/m<sup>3</sup>, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m<sup>3</sup>)



Risque potentiellement faible

Confirmer le résultat en respectant le critère 2

■ Critère 2 : mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection

- ▶ Descriptif des équipements de protection collective mis en place pour supprimer ou réduire les émissions de poussières.
- ▶ Programme et enregistrement de l'entretien des équipements de protection.
- ▶ Sensibilisation, formation des travailleurs aux règles organisationnelles et comportementales du site



**RISQUE FAIBLE**

- ▶ Une mesure de vérification doit être réalisée au minimum tous les 5 ans. Elle peut être réalisée en interne ou par un organisme externe. À partir de cette nouvelle mesure, l'employeur procède à la mise à jour de l'évaluation du risque (étape 2).
- ▶ Garder les justificatifs des mesures à la disposition de l'inspection du travail.
- ▶ Évaluer lors de chaque modification du GEH, la conformité aux critères d'évaluation du risque définis ci-dessus.

**Recommandation :** Quels que soient les résultats de l'évaluation du risque d'exposition aux poussières alvéolaires de silice cristalline, l'employeur effectue un contrôle continu pour s'assurer de l'absence de maladie professionnelle imputable au site sur les dix dernières années d'exploitation.

## ➔ 2.4. ÉTAPE 3 : APPLICATION DE MESURES DE PRÉVENTION POUR RÉDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE DES GEH ÉVALUÉS À RISQUE NON FAIBLE

Dans le cadre de son processus d'évaluation du risque chimique et dans le respect des principes généraux de prévention, l'employeur cherche à réduire le niveau d'exposition des GEH déterminés à risque non faible par la vérification ou

la mise en place de mesures de prévention et remet à jour pour chaque GEH concerné l'évaluation du risque.

En lien avec les travaux menés par la Sim au travers du «Guide de l'employeur», il

est recommandé de vérifier l'efficacité ou la mise en place des différentes mesures de protection collectives décrites ci-dessous. Les mesures de protection listées dans le tableau ci-dessous sont détaillées en partie 3 du présent guide.

Source	Cause	Solutions possibles
<b>Extraction</b>		
<b>Foration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Broyage par outil de foration</li> <li>- Éjection des débris et poussières hors du trou dans le flux d'air à grande vitesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Injection de produit agglomérant, mouillant</li> <li>- Mécanisation des manœuvres comme le remplacement des barres</li> <li>- Cabine climatisée/pressurisée</li> <li>- Dépoussiérage par aspiration/filtration</li> </ul>
<b>Chargement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brassage des matériaux extraits pendant les reprises entraînant la mise en suspension des éléments les plus fins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remplacement des transports par engins par des convoyeurs capotés</li> <li>- Mise en place d'un revêtement moins altérable sur les pistes</li> </ul>
<b>Transport (roulage)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décollement des fines du sol par effet éolien lié à la vitesse des véhicules ou engins.</li> <li>- Détérioration en surface des pistes par arrachage ou poinçonnement par les pneumatiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement des pistes par produit fixant</li> <li>- Arrosage par équipements fixes et mobiles</li> <li>- Cabine climatisée/pressurisée</li> </ul>
<b>Traitement</b>		
<b>Concassage, broyage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Libération et mise en suspension des fines au cours des opérations de fragmentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confinement des points d'émission sur les équipements de travail</li> <li>- Télésurveillance et télécommande à distance</li> <li>- Dépoussiérage par aspiration/filtration</li> <li>- Abattage des poussières par pulvérisation « mouillante »</li> <li>- Nettoyage par aspiration centralisée</li> </ul>
<b>Classement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en suspension des tranches les plus fines pendant classification sur cribles à sec</li> </ul>	
<b>Manutention</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en suspension des éléments fins aux points de transferts, jetées, chargements</li> <li>- Émission ou décollement des fines par les rouleaux sur les brins de retour des bandes</li> </ul>	
<b>Post-Traitement</b>		
<b>Stockage, reprise et livraison</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remise en suspension au cours de chaque opération</li> <li>- Émission ou décollement des fines par les rouleaux sur les brins de retour des bandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reprise et livraison entièrement automatisée</li> <li>- Nettoyage des banes</li> <li>- Retournement des brins de retour</li> <li>- Cabine climatisée/pressurisée</li> <li>- Confinement des points d'émission sur les équipements de travail</li> <li>- Télésurveillance et télécommande à distance</li> <li>- Dépoussiérage par aspiration/filtration</li> <li>- Abattage des poussières par pulvérisation « mouillante »</li> <li>- Nettoyage par aspiration centralisée</li> </ul>
<b>Laboratoire de contrôle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais de fragmentation et de tamisage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail sous hottes aspirantes</li> <li>- Local isolé et ventilé</li> </ul>
<b>Maintenance</b>		
<b>Nettoyage, entretien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remise en suspension des poussières déposées au point d'intervention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de matériaux « anti usure »</li> <li>- Graissage centralisé et automatique</li> <li>- Nettoyage par aspiration centralisée</li> </ul>



## 2.5. ÉTAPE 4 : MISE EN ŒUVRE DES CONTRÔLES RÉGLEMENTAIRES D'EXPOSITION AUX POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES ET AUX POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES DE SILICE CRISTALLINE POUR LES GEH ÉVALUÉS À RISQUE NON FAIBLE À L'ISSUE DE L'ÉTAPE 3

Cette étape concerne de manière obligatoire tous les GEH dont l'évaluation des risques (étapes 1 et 2) a révélé un risque «non faible» d'exposition aux poussières alvéolaires et/ou aux poussières alvéolaires de silice cristalline.

L'employeur fait appel à un organisme agréé ou accrédité pour mettre en œuvre le contrôle des expositions aux poussières alvéolaires (agrément suffisant) et à un organisme accrédité pour mettre en œuvre le contrôle des expositions aux poussières alvéolaires de silice cristalline. Généralement, l'organisme accrédité pour les poussières alvéolaires de silice cristalline a l'agrément pour les poussières alvéolaires. Il est recommandé de faire appel à un seul organisme couvrant les 2 catégories de poussières.

De plus, par cohérence, qu'il s'agisse du contrôle d'exposition réglementaire aux poussières alvéolaires ou aux poussières

alvéolaires de silice cristalline, il est recommandé de suivre le processus en trois phases prévues au décret n° 2013-797 du Code du travail concernant les contrôles d'exposition aux agents chimiques dangereux, à savoir :

- 1- Définition de la stratégie de prélèvement
- 2- Réunion de cadrage et prélèvement
- 3- Méthodologie de calcul et interprétation des résultats

L'employeur fournit à l'organisme l'ensemble des données et justificatifs du site établis à l'étape 1.

**Remarque :** il est extrêmement important de distinguer l'évaluation du risque du contrôle de l'exposition professionnelle. L'évaluation du risque a pour objectif de déterminer le niveau de risque (faible ou non faible), afin de définir les mesures de prévention et de protection collective et individuelle à

mettre en place. Cette étape est de la responsabilité de l'employeur. Chaque employeur définit les GEH et la méthodologie d'évaluation des risques. En revanche, le contrôle de l'exposition est encadré par la réglementation.

Il est réalisé, en fonction du type de poussières, soit par un organisme agréé, soit un organisme accrédité.

Pour le contrôle des expositions réglementaire, l'organisme a la responsabilité de la stratégie de prélèvement. Néanmoins, dans le cadre de la définition de cette stratégie de prélèvement, l'organisme a l'obligation de tenir compte de l'évaluation du risque menée par l'employeur et par conséquent analyser la constitution des GEH (étape 1) qu'il peut remettre en cause. Pour limiter les points de divergence, il paraît essentiel d'impliquer l'organisme le plus en amont possible dans la réflexion sur la constitution des GEH.

## ■ POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES

En collaboration avec l'organisme agréé et à partir de l'ensemble des données et justificatifs du site établis à l'étape 1, l'employeur valide la constitution des GEH, le nombre d'équipements de prélèvement et les périodes représentatives des expositions visées. **Préalablement au mesurage, le technicien de l'organisme agréé informe les travailleurs :**

- des méthodes à respecter pour le port des appareils de prélèvement,
- de l'importance du changement des équipements : saturation de l'appareil, changement d'activité dans le cadre d'un GEH décomposé,
- de la nécessité de recueillir toute information pouvant avoir un effet sur le niveau d'exposition : durée des activités, port d'EPI, etc.
- de l'obligation de limiter la durée du prélèvement à une seule journée de travail.

Les échantillons prélevés sont analysés soit par l'organisme en charge du prélèvement, soit par un sous-traitant pour cette activité d'analyse. Les résultats sont traités par l'organisme chargé du prélèvement en tenant compte de la période de référence de

8 heures. Le port des APR, via le facteur de protection assigné (FPA) s'il existe pour le modèle d'APR concerné ou par défaut leur facteur de protection nominal (FPN, sources : annexe C de la norme NF EN 529 ou annexe 2 de la l'ED 6106 INRS), est pris en considération par l'organisme **lorsque les conditions suivantes sont respectées :**

- Adéquation de l'APR et du type de filtre à la nature du risque.
- Bon usage de l'APR, ce qui implique une information des opérateurs sur les risques auxquels ils sont exposés, les moyens de s'en prémunir et une formation sur le port des appareils pour assurer leur efficacité (recommandation : la réalisation d'un test d'ajustement (cf. ED6273, Réaliser des essais d'ajustement, INRS) pour chaque opérateur concerné par un GEH à risque non faible permet de répondre à ces différents objectifs).
- Bonnes conditions d'entretien et de stockage des appareils (maintenance et remplacement des organes de sécurité, approvisionnement en filtres, stockage dans des lieux propres, mise à disposition en

nombre suffisant, moyens de désinfection, etc.) qui conditionnent leur utilisation effective.

- Nature des vérifications à effectuer.

**Remarque :** conformément à l'arrêté du 4 novembre 2013 relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires, l'organisme agréé communique le résultat des concentrations en poussières alvéolaires pour la période de référence de 8 heures. L'employeur conclut ensuite, pour chacun des GEH, au respect ou au dépassement de la valeur limite réglementaire (5 mg/m<sup>3</sup>). En cas de dépassement et en application de l'article R. 4412-28 du Code du travail, l'employeur définit et met en œuvre immédiatement les actions correctives appropriées. Il vérifie leur efficacité par des inspections, et planifie une mesure de contrôle. En cas de respect de la valeur limite réglementaire, il intègre cette nouvelle valeur dans l'historique des mesures du GEH et met à jour l'évaluation des risques (étape 2).



### ÉTAPE 4 : mettre en œuvre le contrôle d'exposition réglementaire aux poussières alvéolaires pour les GEH évalués à risque non faible à l'issue de l'étape 3

**L'employeur :** ■ Fait appel à un organisme agréé ou accrédité chargé du contrôle ■ Fournit à l'organisme l'ensemble des données et justificatifs du site établis à l'étape 1 ■ Suit avec l'organisme chargé du contrôle le processus en trois phases, à savoir : définition de la stratégie de prélèvement, réunion de cadrage et prélèvement, récupération des résultats et interprétation.

**L'organisme chargé du contrôle :** ■ Communique le résultat des concentrations en poussières alvéolaires pour la période de référence de 8 heures ■ Applique aux résultats le facteur de protection assigné (FPA), s'il existe, pour le modèle d'APR concerné ou par défaut le facteur de protection nominal (FPN), si les conditions suivantes sont respectées : adéquation de l'APR et du type de filtre à la nature du risque, bon usage de l'APR, information des opérateurs sur les risques auxquels ils sont exposés, formation sur le port des appareils pour assurer leur efficacité (recommandation : test d'ajustement), bonnes conditions d'entretien et de stockage des appareils, nature des vérifications à effectuer.

**Exploitation des résultats par l'employeur :** ■ Il conclut, pour chacun des GEH, au respect ou au dépassement de la valeur limite réglementaire (5mg/m<sup>3</sup>) ■ En cas de dépassement, il met en application de l'article R. 4412-28 du Code du travail des actions correctives immédiates et appropriées, vérifie leur efficacité par des inspections, et planifie une mesure de contrôle ■ En cas de respect de la valeur limite réglementaire, il intègre cette nouvelle valeur dans l'historique des mesures du GEH et met à jour l'évaluation des risques (étape 2).

## ■ POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES SILICEUSES

En collaboration, mais sous la responsabilité de l'organisme accrédité Cofrac, l'employeur et l'organisme définissent la stratégie de prélèvement à partir de l'ensemble des données et justificatifs du site établis à l'étape 1. Il en résulte la validation ou la modification des caractéristiques des GEH ciblés, la détermination des périodes de prélèvement les plus représentatives des expositions

visées (référence : 8 heures) et le nombre d'équipements de prélèvement nécessaires. Attention, toute modification des caractéristiques des GEH ciblés et remettant en question les données consolidées à l'étape 1 puis exploitées à l'étape 2, impose une reprise complète de la démarche (d'où l'importance de collaborer le plus en amont possible avec l'organisme chargé des mesures).

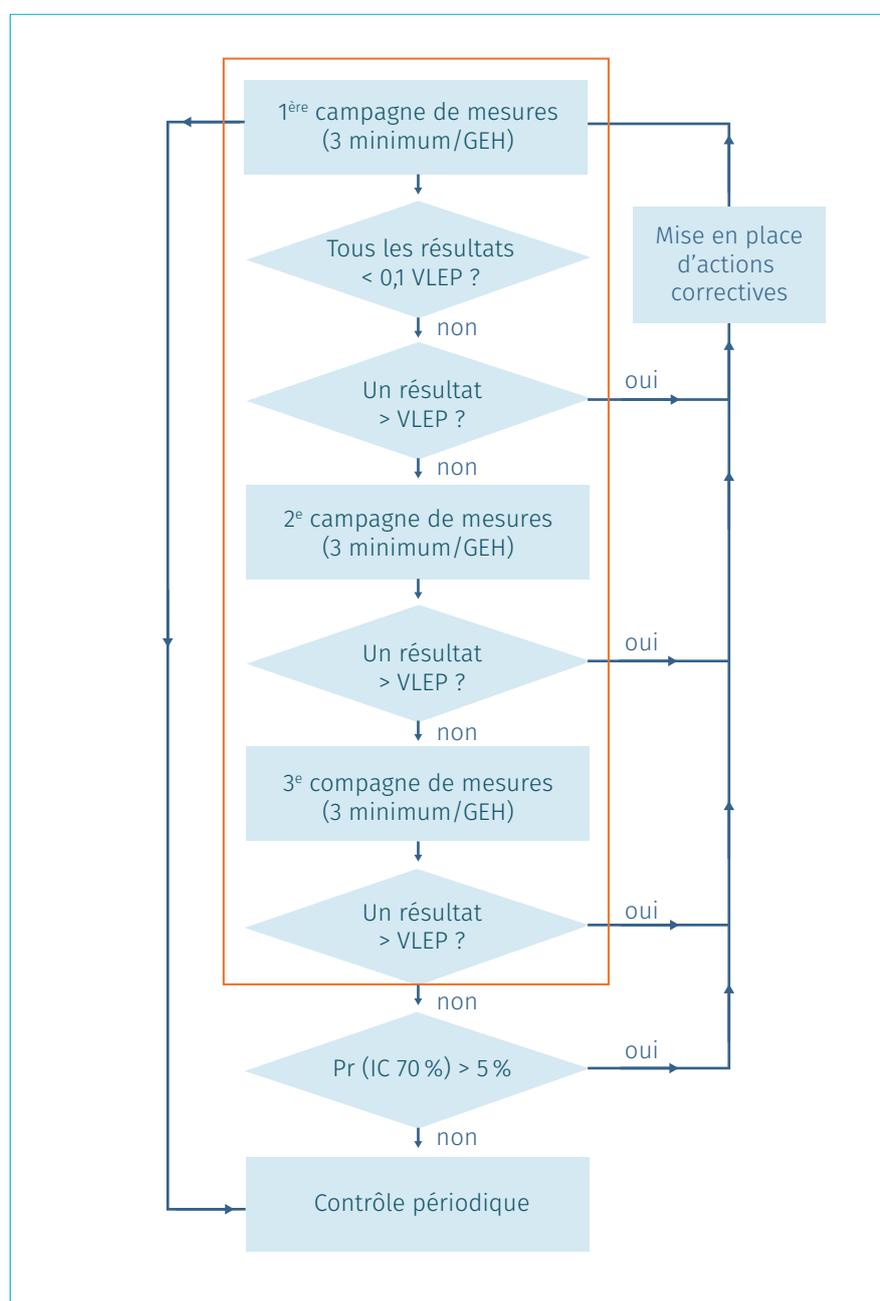
Conformément à l'arrêté du 15 décembre 2009, la vérification du respect de la valeur limite d'exposition réglementaire d'une forme de silice cristalline se déroule en deux étapes :

- Évaluation initiale
- Campagnes de contrôle périodique.

Dans le cadre de l'évaluation initiale, 1 à 3 campagnes de mesures sont effectuées par l'organisme accrédité pour chacun des GEH à risque non faible concernés. Elles se déroulent dans un délai de douze mois au plus et chacune d'elles se caractérise par au minimum trois mesures. Cette évaluation comprend donc par GEH 3 ou 9 mesures d'exposition qui permettent d'établir un diagnostic de respect ou de dépassement de la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire. Durant la totalité de la durée des prélèvements (c'est-à-dire une journée de travail), un technicien de l'organisme accrédité est présent sur le site dont il respecte les consignes de sécurité qui lui ont été communiquées au préalable. Il a pour rôle de :

- Mettre en œuvre la stratégie de prélèvement.
- Expliquer le protocole de prélèvement aux travailleurs.
- Veiller au changement des équipements de prélèvement : changement d'activité dans le cadre d'un GEH « décomposé ».
- Recueillir les informations sur le déroulement des activités (durée).
- Relever les incidents.
- Enregistrer toute information ayant un effet sur le niveau d'exposition : conditions météorologiques, taux de fonctionnement des installations.

En cas d'exposition non représentative, il en est informé afin d'en tenir compte dans l'interprétation des données. Alors,



Évaluation initiale (arrêté du 15 décembre 2009)

une nouvelle journée de prélèvement et/ou une redéfinition du GEH concerné est à envisager.

À la suite des prélèvements, l'organisme accrédité analyse les échantillons (ou en sous-traite l'analyse, dans ce cas les résultats sont traités par l'organisme en charge des prélèvements). En cas de résultats d'analyse douteux (exemple de la fiche «MétroPol A1» de l'INRS : écart-type géométrique des mesures > à 3), l'organisme accrédité décide de qualifier ces derniers comme représentatifs ou non du GEH étudié et des mesures complémentaires peuvent être nécessaires. À partir des résultats de ces analyses, l'organisme accrédité effectue les calculs

aboutissant au diagnostic de respect ou de dépassement de la valeur limite d'exposition. **Il tient compte du port des APR via le facteur de protection assigné (FPA) s'il existe pour le modèle d'APR concerné ou par défaut via leur facteur de protection nominal (FPN), si les conditions ci-dessous sont respectées :**

- Adéquation de l'APR et du type de filtre à la nature du risque.
- Bon usage de l'APR, ce qui implique une information des opérateurs sur les risques auxquels ils sont exposés, les moyens de s'en prémunir et une formation sur le port des appareils pour assurer leur efficacité (recommandation : test d'ajustement suffisant).

L'interprétation des résultats est faite par l'organisme accrédité et par l'employeur. Les conclusions de l'organisme accrédité ont une valeur réglementaire et elles suivent les règles de l'arrêté du 15 décembre 2009. L'employeur évalue les résultats et les conclusions remis par l'organisme accrédité. Il lui signale les résultats jugés non représentatifs des GEH étudiés : ses remarques seront prises en compte par l'organisme accrédité si des justifications pertinentes l'accompagnent. Après analyse des nouvelles données, l'organisme accrédité prend seul la décision de modifier ou de conserver ses premières conclusions.

#### **Pour chaque GEH, lorsque le respect de la VLEP est confirmé par la première campagne de 3 mesures**

(valeurs inférieures au 1/10<sup>e</sup> de la valeur limite), l'employeur peut revenir à l'étape 2 de la démarche et réévaluer le risque comme «faible» en respectant ces 2 critères :

- Sans appliquer le FPA ou FPN des APR aux résultats, la moyenne des trois mesures doit être inférieure au 1/10<sup>e</sup> de la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire.
- Justifier de la mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection.

**Pour chaque GEH, si le respect de la VLEP n'est pas confirmé à l'issue de trois mesures**, mais que l'employeur se conforme aux principes généraux de prévention par la mise en œuvre de mesures correctives et d'amélioration avant la deuxième campagne, alors l'organisme accrédité peut mettre un terme à l'évaluation initiale en justifiant des mesures prises par l'employeur et met en œuvre une nouvelle évaluation initiale. Ce principe évite de se retrouver avec une série de trois campagnes avec des résultats très hétérogènes du fait des mesures d'amélioration prises par l'employeur entre les campagnes de mesures. Cette disposition peut également être appliquée à la suite de la deuxième campagne. Si l'employeur ne peut pas considérer le risque comme «faible», la conformité du GEH sera vérifiée l'année suivante par une nouvelle campagne de mesures réalisées dans le cadre du contrôle dit périodique en respectant les règles déjà présentées.

**Quand le respect de la VLEP n'est pas confirmé dès la première campagne de 3 mesures**, alors la conformité des GEH peut également être obtenue à la fin de la troisième campagne de mesures. Cette vérification est faite par l'organisme accrédité par le biais d'une étude de probabilité de dépassement. **L'organisme calcule l'indice de confiance Pr IC (70 %) qui doit être inférieur à 5 % :**

■ **Pr IC (70 %) < 5 %** ☞ **l'organisme conclut à un diagnostic de respect. L'employeur peut de nouveau revenir à l'étape 2 de la démarche et réévaluer le risque comme «faible» en respectant ces 2 critères :**

- > Sans appliquer le FPN des EPI aux résultats, la moyenne des 3 mesures doit être inférieure au 1/10<sup>e</sup> de la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire.
- > Justifier de la mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection.

Si l'employeur ne peut pas considérer le risque comme «faible», la conformité du GEH sera vérifiée l'année suivante par une nouvelle campagne de mesures réalisées dans le cadre du contrôle dit périodique en respectant les règles déjà présentées.

■ **Pr IC (70 %) > 5 %** ☞ **l'organisme déclare le GEH en diagnostic de dépassement.** L'employeur définit alors et met en œuvre immédiatement les actions correctives appropriées. Il vérifie l'efficacité de ces actions correctives par des inspections, et planifie une nouvelle évaluation initiale. Remarque : si le diagnostic de dépassement est dû à des écarts très importants entre des valeurs toujours nettement inférieures à la VLEP et d'autres inférieures au seuil de 10% de la VLEP, alors l'organisme s'appuyant sur la distribution statistique des résultats pourra justifier et préconiser un contrôle périodique annuel en lieu et place d'une nouvelle évaluation initiale.

## ■ CONSEILS

- Lorsque l'organisme effectue les mesures d'exposition sur votre site, exiger dans les rapports un relevé détaillé des tâches réalisées au cours de la mesure et des conditions d'exposition des GEH. Cela permettra d'identifier éventuellement des mesures à exclure pour non-conformité aux tâches décrites dans le GEH. Par exemple pour un GEH « conducteur d'engin » qui est défini comme devant conduire un engin sur sa plage horaire, si l'organisme a effectué des mesures alors qu'exceptionnellement pour des raisons de service, le conducteur a procédé à des tâches différentes (administratives par exemple), la valeur de la mesure n'est pas représentative de sa définition de GEH et elle devra être exclue.
- Pendant l'évaluation initiale, si au cours de la deuxième et la troisième campagne de mesures, une valeur dépasse la VLEP, l'évaluation initiale est à recommencer sauf si l'organisme accrédité peut déclarer cette valeur incohérente.
- Possibilité de sortir du contrôle périodique : demander à l'organisme de mentionner dans son rapport d'interprétation, la possibilité pour l'employeur à l'issue de la première campagne ou de l'évaluation initiale de sortir du contrôle périodique sous réserve de réévaluer le risque des GEH concernés comme « faible » **en respectant ces 2 critères :**
  - sans appliquer le FPA ou FPN des APR aux résultats, la moyenne des mesures doit être inférieure au 1/10<sup>e</sup> de la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire;
  - justifier de la mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection.



### ÉTAPE 4 : mettre en œuvre le contrôle d'exposition réglementaire aux poussières alvéolaires pour les GEH évalués à risque non faible à l'issue de l'étape 3

**L'employeur :** ■ Fait appel à un organisme accrédité chargé du contrôle ■ Fournit à l'organisme l'ensemble des données et justificatifs du site établis à l'étape 1 ■ Suit avec l'organisme chargé du contrôle le processus en trois phases, à savoir : définition de la stratégie de prélèvement, réunion de cadrage et prélèvement, récupération des résultats.

**L'organisme chargé du contrôle :** ■ Communique les résultats des mesures ainsi que les conclusions de son diagnostic de dépassement ou de respect de la VLEP pour la période de référence de 8 heures ■ Applique aux résultats le facteur de protection assigné (FPA), s'il existe, pour le modèle d'APR concerné ou par défaut le facteur de protection nominal (FPN), si les conditions suivantes sont respectées : adéquation de l'APR et du type de filtre à la nature du risque, bon usage de l'APR, information des opérateurs sur les risques auxquels ils sont exposés, formation sur le port des appareils pour assurer leur efficacité (recommandation : test d'ajustement), bonnes conditions d'entretien et de stockage des appareils, nature des vérifications à effectuer.

**Exploitation des résultats par l'employeur :** ■ En cas de diagnostic de dépassement de la VLEP des poussières de silice cristalline alvéolaire, il met en application des actions correctives immédiates, vérifie l'efficacité de ces actions correctives et planifie avec l'organisme une nouvelle évaluation initiale. ■ En cas de diagnostic de respect, l'employeur peut revenir à l'étape 2 de la démarche et réévaluer le risque comme « faible » en respectant 2 critères (sans appliquer le FPA ou FPN des APR aux résultats, la moyenne des mesures doit être inférieure au 1/10<sup>e</sup> de la valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire et justifier de la mise en œuvre d'un processus adapté de suivi du fonctionnement des moyens de prévention et protection). Il intègre ces valeurs dans l'historique des mesures du GEH et met à jour l'évaluation des risques (étape 2).

## ⇒ | ÉTAPE 5 : MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DU RISQUE DU SITE

L'employeur enrichit son historique de mesures de l'étape 2 (évaluation du risque pour chaque GEH) des données issues du contrôle d'exposition réglementaire. Il réévalue le niveau de risque des GEH contrôlés. Si l'organisme constate le non-respect du diagnostic statistique, il détermine si des mesures de prévention sont nécessaires ou si le dépassement est uniquement lié à la variabilité des expositions inhérentes à l'activité. Dans ce cas, il justifie la non-reconduction d'une nouvelle évaluation initiale.

### 3 Caractérisation du risque lié au cumul des différentes formes de poussières alvéolaires

À l'issue de l'étape 3, tout GEH caractérisé par un risque non-faible pour une forme de silice cristalline fait non seulement l'objet d'un contrôle réglementaire du respect de la VLEP tel que décrit à l'étape 4, mais également d'une vérification de conformité à la règle d'additivité des différentes formes de poussières alvéolaires (siliceuses ou non).

L'indice d'exposition calculé doit être inférieur ou égal à 1 :

$$\text{Cns/Vns} + \text{Cq}/0,1 + \text{Cc}/0,05 + \text{Ct}/0,05 \leq 1$$

- Cns est la concentration mesurée en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m<sup>3</sup>
- Vns est la valeur limite moyenne de

concentration en poussières alvéolaires non silicogènes (5mg/m<sup>3</sup>)

- Ct est la concentration mesurée en tridymite en mg/m<sup>3</sup>
- Cc est la concentration mesurée en cristobalite en mg/m<sup>3</sup>
- Cq est la concentration mesurée en quartz en mg/m<sup>3</sup>

Toute fraction notifiée dans la formule ci-dessus s'annule si le danger associé n'a pas été retenu (exemple : tridymite non retenue compte tenu des données géologiques) ou si le risque associé a été évalué « faible » (cf. étape 2).

Lorsque l'évaluation a exclu les dangers cristobalite et tridymite la formule est la suivante :  $\text{Cns/Vns} + \text{Cq}/0,1 \leq 1$

**Exemple :** trois campagnes de 3 mesures effectuées dans le cadre d'une évaluation initiale conduiront au calcul de 9 indices d'exposition. La conformité à l'article R. 4412-154 n'est conclue que si pour tous les GEH les calculs conduisent au respect de la formule d'additivité pour chacune des mesures. En cas de dépassement de ce seuil limite réglementaire et en application de l'article 4 du décret n° 2013-797, l'employeur définit et met en œuvre immédiatement des actions correctives appropriées et planifie une nouvelle mesure de contrôle.

**Remarque :** le diagnostic statistique ne s'applique pas à cette règle d'additivité.

### 4 Gestion des risques liés aux poussières inhalables

#### Repères réglementaires

R4222-10 du Code du travail. Dans les locaux à pollution spécifique, les concentrations moyennes en

poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur, évaluées sur une période

de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air.

En ce qui concerne la fraction inhalable, la réglementation exige le respect d'une

valeur limite de 10 mg/m<sup>3</sup>. Il s'agit d'une obligation de résultat sans obligation

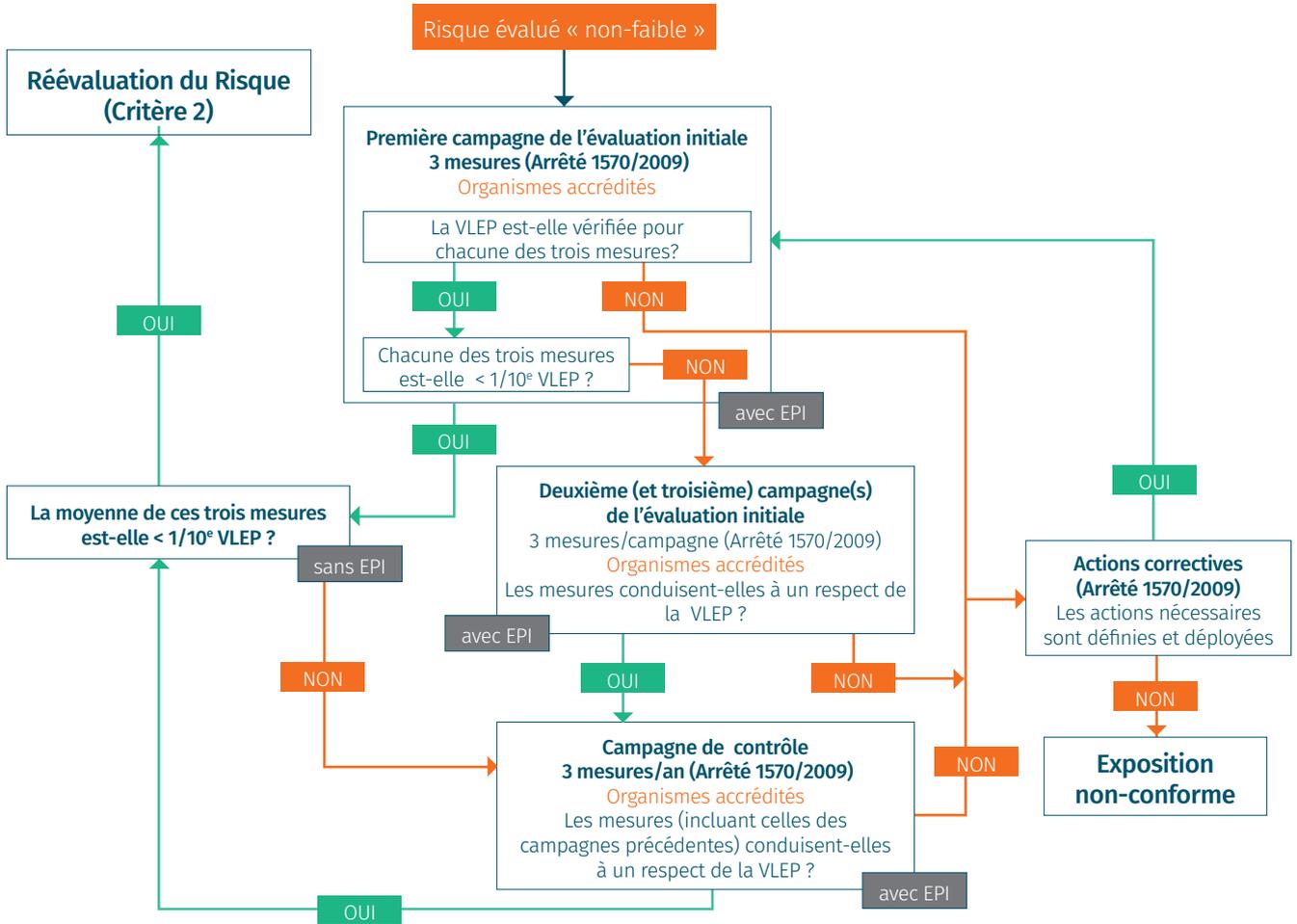
de mesurage, contrairement aux poussières alvéolaires.

Il est considéré que traiter efficacement les expositions aux poussières alvéolaires concourent à traiter les poussières inhalables en carrières. Il est en effet impossible d'émettre des poussières inhalables sans émettre des alvéolaires (cf. figure 2 page 9).



### Synthèse

Les principes d'évaluation des risques professionnels des émissions de poussières en carrières se résument sous la forme du schéma ci-dessous.



## 5 Évaluation des émissions de poussières et obligations vis-à-vis de l'environnement

### ⇒ 5.1. CARACTÉRISATION DES ÉMISSIONS D'UN SITE

**En carrière, les principales étapes de production sont les suivantes :**

1. le décapage des niveaux non exploitables = découverte,
2. l'extraction des matériaux,
3. le transport du tout-venant jusqu'aux installations de traitement,
4. le traitement du tout-venant pour obtenir les produits finis,
5. le stockage et la reprise sur stock pour chargement en vue de la livraison,
6. la remise en état du site après exploitation.

Certaines étapes sont généralement réalisées par campagnes de terrassement déclenchées en fonction des besoins, tout en obéissant aux contraintes locales (riverains, cycles biologiques, respect de la biodiversité), alors que d'autres sont permanentes et associées à un fonctionnement plus ou moins continu au cours d'une journée de production (transport, traitement, stockage, etc.).

Des facteurs extérieurs aux étapes de production influencent également le comportement des poussières. L'érosion

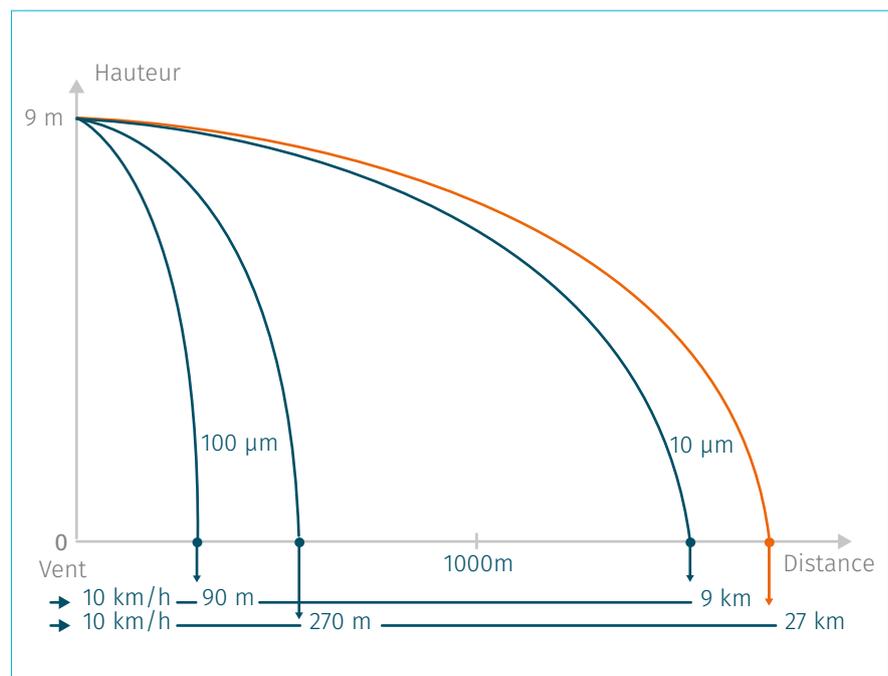
éolienne constitue une source majeure des émissions en carrière et de leur propagation. La mise en mouvement des fines présentes sur le sol touche tous les abords des installations, les stockages non couverts, le carreau de la carrière et toutes les voies de circulation, qu'elles soient internes à la carrière ou externes.

**Cette remise en suspension peut être sous la seule influence du vent, de la topographie du site et des conditions atmosphériques (Phénomène d'ascendance thermique).**

#### ■ INFLUENCE DU VENT

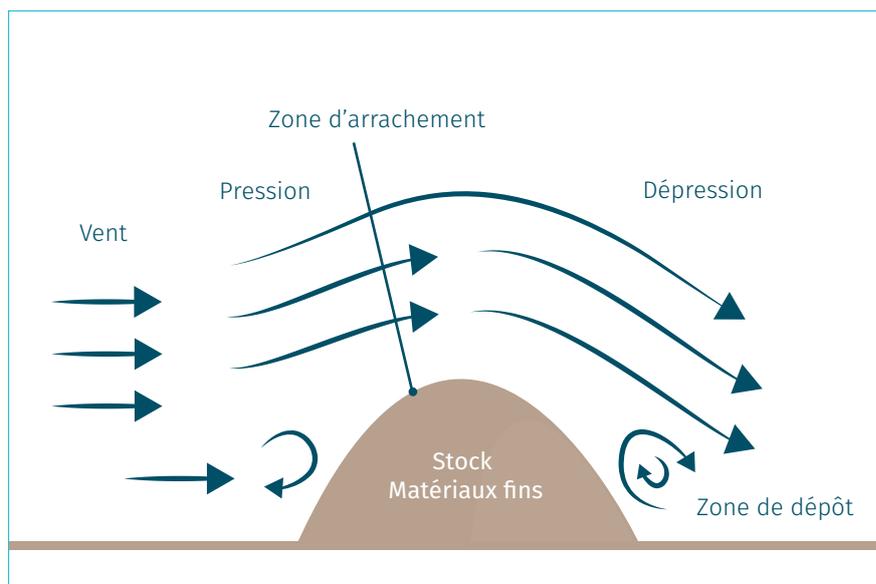
Le vent constitue le premier vecteur de la dispersion des poussières dans l'environnement (voir schéma ci-contre).

Du fait des frottements avec l'air, la vitesse de chute d'une particule évolue très vite en fonction de sa taille. En théorie, dans un air calme à 20 °C, cette vitesse passe de 4 m/s pour un diamètre moyen de 1 mm, à 0,3 m/s pour une particule de 100 $\mu$ , jusqu'à 0,003 m/s pour 10 $\mu$ . Le comportement des particules est donc fonction de leur nature (forme, densité, granulométrie) et des conditions météorologiques (vent, hygrométrie, ensoleillement).



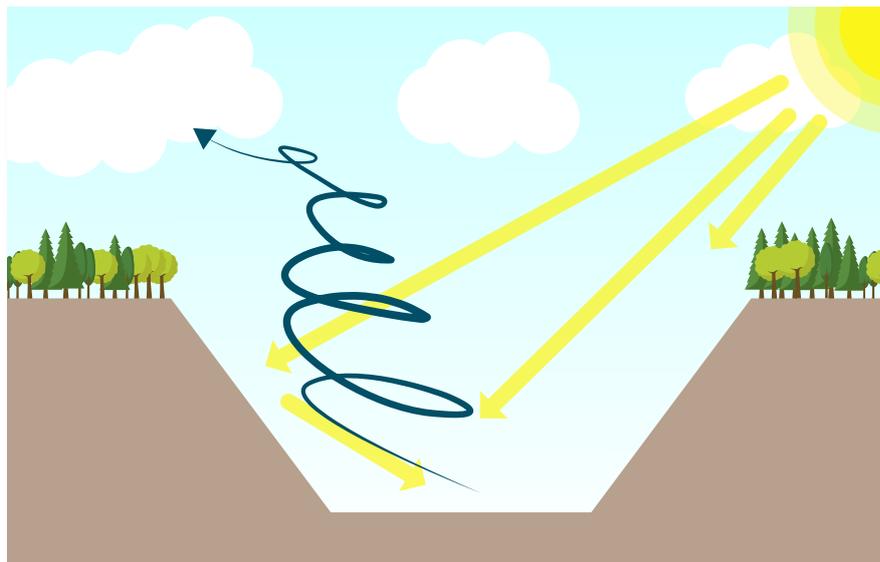
### ■ INFLUENCE D'UN STOCK DE MATÉRIAUX SUR LE VENT

Ces données restent théoriques pour les zones proches du sol, car les vents ne sont jamais parfaitement laminaires à cause des obstacles (arbres, constructions, topographie, etc.). Ainsi sur un site de carrière, les obstacles (reliefs, bâtiments, stocks) deviennent les lignes de courant renforçant localement les vitesses et donc la capacité d'entraînement. A contrario, après l'obstacle, la vitesse diminue et les particules s'accablent au sol. La coupe schématique ci-contre explique ce phénomène.



### ■ LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES : PHÉNOMÈNE D'ASCENDANCE THERMIQUE

Un autre aspect est lié aux échanges thermiques : une roche, suivant sa nature et notamment sa couleur, réémet une forte proportion de la chaleur qu'elle reçoit par ensoleillement. Cette augmentation de chaleur crée des ascendances qui, lorsqu'elles sont fortes, entraînent des particules même en l'absence de toute activité d'exploitation.



## ⇒ 5.2. ÉVALUATION PAR LES FACTEURS D'ÉMISSIONS

Pour les particules en suspension, une méthode d'évaluation environnementale des émissions diffuses et canalisées en carrière a été produite pour répondre aux obligations d'inventaire du registre européen des éléments polluants E-PRTR : il s'agit du tableur GEREP mis au point avec le CITEPA qui assure avec la même méthodologie l'actualisation des facteurs nationaux d'émissions pour les activités extractives.

Cet outil d'évaluation permet à une carrière de préciser, en fonction des

pratiques, des matériels et équipements de prévention employés les quantités de poussières en suspension et de  $PM_{10}$  émises dans l'air. Il distingue successivement les sources principales décrites plus haut pour toute carrière : l'extraction (foration et minage), le transport interne, le traitement, le stockage et reprise pour commercialisation ainsi que l'érosion éolienne des stocks. Les étapes de terrassement, qu'elles soient préalables à l'activité extractive ou en fin de celle-ci pour le réaménagement, n'ont pas été retenues dans cet inventaire :

elles ne sont généralement pas assurées de manière continue durant l'ouverture du site en et font le plus souvent l'objet de campagnes sous-traitées auprès d'entreprises de travaux publics dont l'évaluation a été assurée par ailleurs.

Sur la base d'un échantillon représentatif des sites d'extraction français, une actualisation des facteurs nationaux d'émission a été réalisée et publiée par le CITEPA dans le cadre de l'inventaire national des activités économiques (rapport OMINEA février 2014).

**Tableau d'évolution des facteurs d'émission (g/t)**

	Type de roche	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
g TSP*/t roche	Roches massives	242	226	210	194	179	179	179
	Roches meubles	17	15	14	13	11	11	11
	Recyclage	46	45	45	44	44	44	44

**Décomposition du facteur en particules sur la base de données 2012**

	Tranche Granulométrique	% répartition des PM
Roches massives	$PM_{10}$	31
	$PM_{25}$	4
	$PM_{10}$	(nd**)
Roches meubles	$PM_{10}$	29
	$PM_{25}$	3
	$PM_{10}$	(nd**)
Recyclage	$PM_{10}$	37
	$PM_{25}$	5
	$PM_{10}$	(nd**)

Source : Rapport OMINEA 11<sup>e</sup> édition — Procédés hors énergie — Exploitation des carrières — Février 2014

\* TSP (total suspended particulate) correspond aux poussières totales du Code du travail \*\* (nd) : non disponible

### ⇒ | 5.3. AVANT L'AUTORISATION — ÉTUDE D'IMPACT ET ÉVALUATION DU RISQUE SANITAIRE

L'article R. 122-5 du Code de l'environnement précise que l'étude d'impact doit comporter « une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur [...] la population et la santé humaine » et présenter les « mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur la santé des populations riveraines », ainsi que pour assurer une réponse proportionnée « à une éventuelle situation d'urgence ». Comme pour les thèmes étudiés par ailleurs dans l'étude d'impact, l'évaluation des risques sanitaires (ERS) doit être « en relation avec l'importance de l'installation projetée et avec ses incidences prévisibles sur l'environnement au regard des intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 ». L'évaluation des risques sanitaires est une évaluation prospective qui apporte des éléments de prédiction des risques sur la base d'hypothèses d'émissions et d'expositions.

**De façon schématique, l'évaluation des risques sanitaires se déroule en quatre étapes :**

- identification des dangers;
- évaluation des relations dose-réponse;
- évaluation de l'exposition;
- caractérisation du risque.

Elle consiste à comparer les doses d'exposition auxquelles sont soumises les populations aux valeurs toxicologiques de référence caractérisant quantitativement leur toxicité (ou d'autres repères à défaut).

**Les expositions sont caractérisées à partir :**

- des scénarios adaptés aux usages et aux populations autour de l'installation, conformément au schéma conceptuel;
- des concentrations dans les milieux d'expositions estimées par modélisation ou par la mesure.

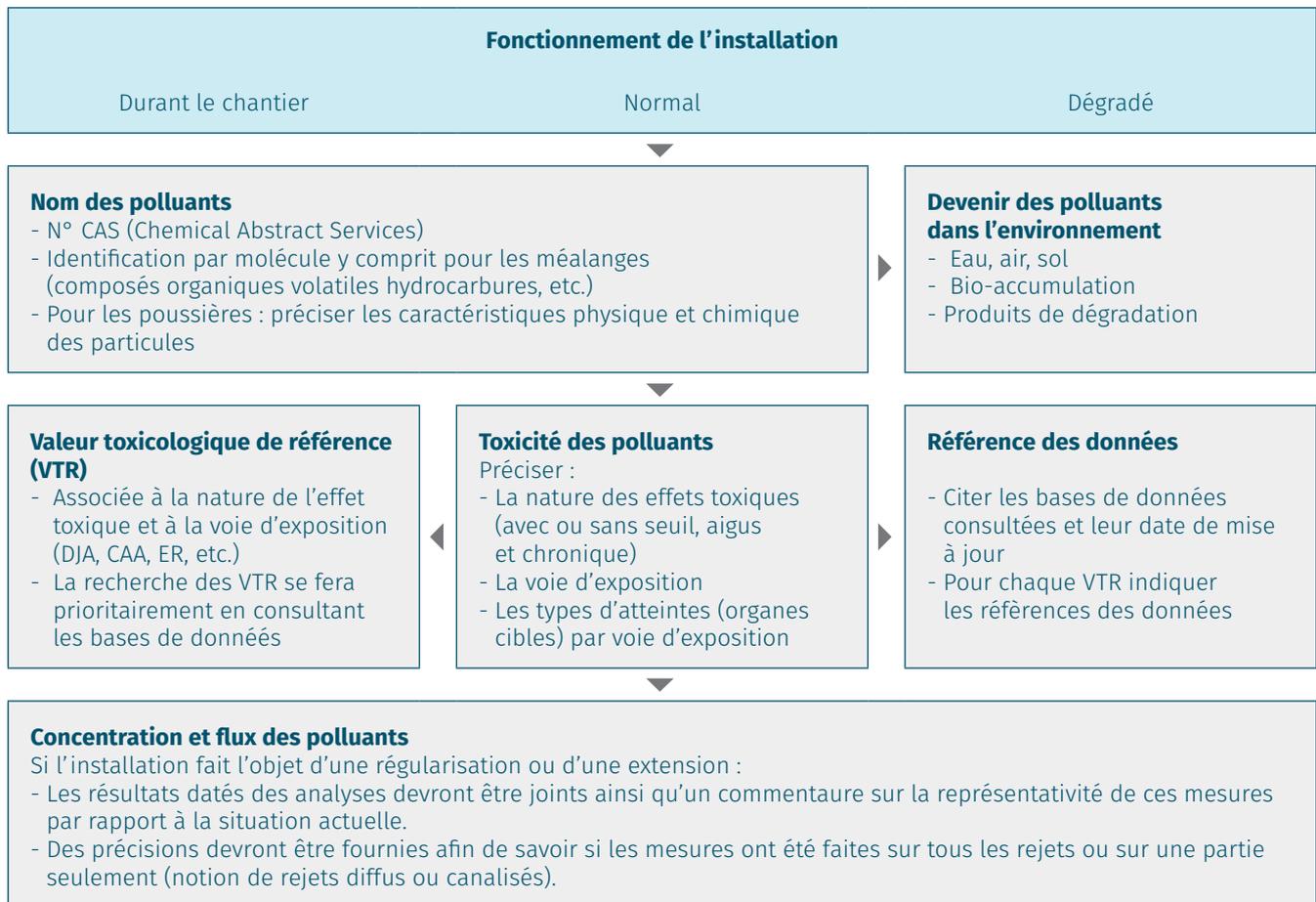
Dans le cas de l'évaluation prospective des risques sanitaires, l'objectif étant d'estimer l'exposition attribuable aux émissions futures d'une installation, les concentrations sont prioritairement estimées par modélisation. Cependant, la modélisation n'est pas toujours aisée et c'est le cas pour les émissions diffuses de poussières. Dans ce cas, l'évaluateur utilisera des mesures réalisées dans les milieux (pour les installations existantes) ou des hypothèses

(qu'il faudra vérifier lorsque l'activité sera effective).

**L'évaluation des risques sanitaires (ERS) repose sur quatre principes :**

- prudence scientifique. Il consiste à adopter, en cas d'absence de données reconnues, des hypothèses raisonnablement majorantes, qui seront définies pour chaque cas à prendre en compte;
- la proportionnalité. Il vise à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance des incidences prévisibles du paramètre étudié;
- la spécificité. Il assure la pertinence de l'étude par rapport au type de projet et aux nuisances qu'il génère, à l'usage et aux caractéristiques du site et de son environnement, notamment humain;
- la transparence. Les hypothèses et outils utilisés font l'objet de choix cohérents et clairement expliqués par l'évaluateur.

En vertu du principe de proportionnalité, pour les projets présentant un risque sanitaire faible, on prendra des hypothèses simples raisonnablement majorantes lors de l'étape d'évaluation de l'exposition des populations.



Source : guide d'étude d'impact, UNICEM

## ■ MODÈLE D'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES (ÉTUDE D'IMPACT)

Le modèle d'évaluation des risques sanitaires consiste à présenter successivement **les sources, les vecteurs et les cibles**.

**Sources** : évènement ou substance émis par le projet. Il convient pour le sujet de recenser toutes les émissions dans l'air que l'activité de la carrière peut émettre de façon permanente, temporaire ou accidentelle. En fonction de la nature géologique du site, de la minéralogie reconnue, la nature des particules présentant un risque sanitaire spécifique doit être précisée (par exemple la présence de silice cristalline).

**Vecteurs** : moyen par lequel l'effet produit à la source atteint la cible. Pour la poussière, il s'agit de la voie aérienne : la direction des vents, leur force sera particulièrement étudiée en fonction des autres facteurs météorologiques pour réaliser le scénario de référence en fonction des mesures de prévention qui seront retenues dans le projet.

**Cibles** : dans le langage consacré, représentent les populations pouvant être atteintes par l'un des effets de l'activité. On précisera la voie d'exposition des différentes cibles (ingestion, inhalation...). La présentation des cibles s'appuie sur une description de la population et des

environs du site (population susceptible d'être exposée, activités alentour...) en identifiant notamment les populations à risque (présence de crèches, écoles, maisons de retraite, établissements de santé, établissements recevant du public, terrains de sport, etc.).

En fonction des différents scénarios d'exposition possibles et du vecteur identifié, l'étape suivante consistera à évaluer le niveau auquel les cibles sont impactées par les sources. On comparera alors le niveau d'exposition estimé à la limite admissible indiquée par les VTR (valeurs toxicologiques de référence).

## ■ CHOIX D'UNE VALEUR TOXICOLOGIQUE DE RÉFÉRENCE (VTR)

Dans le domaine de la toxicologie, les avancées sont constantes. L'évaluateur aura donc à charge de rechercher les valeurs récentes les plus pertinentes concernant les émissions potentielles du projet. Conformément aux prescriptions du ministère de la Santé, il faut retenir les valeurs reprises dans les textes réglementaires au niveau national ou européen. À défaut, on se reportera sur les valeurs issues de publications de l'OMS ou d'organismes reconnus comme USEPA aux États-Unis (la base ITER peut aider à sélectionner les VTR — site Internet : [tera.org/iter](http://tera.org/iter)).

**Pour les traceurs de risques retenus, deux cas sont distingués :**

- les substances ou émissions à effet avec seuil;
- les substances à effet sans seuil (ou cancérigènes). Elles entraînent un risque dès qu'elles sont présentes.

On définit alors l'excès de risque unitaire (ERU) qui est la pente de la courbe dose/effets, ce qui correspond à une VTR sans seuil.

**Pour chaque traceur du risque et pour chaque scénario, il y a trois niveaux successifs de calcul de l'exposition :**

- le calcul de la concentration au point d'exposition (modèle de transfert);
- le calcul de la dose journalière d'exposition (DJE) absorbée par les cibles ou de la concentration moyenne inhalée (CI) par les cibles;
- le calcul de risque sanitaire : le risque se déduit de la comparaison entre, d'une part, les données d'exposition (CI ou DJE) et, d'autre part, les données sur les doses limites connues ou estimées comme n'ayant pas d'effets sur la santé (VTR ou ERU). Ce calcul tient compte des mesures ERC prévues dans l'étude d'impact. De nouvelles mesures peuvent s'avérer nécessaires et conduire à reprendre les calculs jusqu'à atteindre un risque sanitaire acceptable.

Pour les substances à effet à seuil, un quotient de danger est calculé. Pour les substances à effet sans seuil, un excès de risque individuel est calculé pour la voie considérée, en prenant en compte la

comparaison entre la durée d'exposition et la vie entière de la cible. Pour les substances ou les émissions connues pour leur toxicité et pour lesquelles aucune VTR n'est disponible, une approche qualitative des risques sera menée. Pour cela, les doses d'exposition peuvent être comparées à des niveaux moyens d'exposition au niveau régional, à des valeurs repères réglementaires, à des données toxicologiques expérimentales. Cette comparaison doit rester prudente et les valeurs obtenues peuvent servir de repères pour proportionner les actions de réduction, de contrôle et de surveillance des émissions.

Dans le cas des carrières, il n'y a pas, à ce jour, pour les poussières sans effet spécifique et les poussières siliceuses. Néanmoins sont utilisées les valeurs limites de qualité de l'air imposées par la directive NEC (National Emission Ceiling soit Plafonds d'Émission Nationaux) pour la réduction des émissions nationales : 40 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> et 25 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>.

## ⇒ | 5.4. APRÈS L'AUTORISATION

### ■ LES DISPOSITIONS DE L'ARRÊTÉ DU 22 SEPTEMBRE 1994 MODIFIÉ

Les principales évolutions du texte concernant les poussières sont les suivantes (art. 19.2 à 19.9) :

#### Installations de traitement

Les rejets d'air captés et dépoussiérés sont canalisés vers l'extérieur des bâtiments et font l'objet d'un contrôle au moins annuel. La concentration du rejet en poussières est inférieure ou égale à 20 mg/Nm<sup>3</sup>. À compter du 1<sup>er</sup> janvier 2018, le seuil antérieur de 30 mg/Nm<sup>3</sup> est ainsi abaissé à 20. Par ailleurs, les mesures sont complétées par la part des particules PM10.

**À noter :** lorsque le captage des rejets d'air est effectué à l'aide d'équipements d'une capacité d'aspiration inférieure ou égale à 7 000 m<sup>3</sup>/h, l'employeur n'effectue pas de mesures. Un entretien au moins annuel permettant de garantir la concentration maximale de 20 mg/Nm<sup>3</sup> apportée par le fabricant est à réaliser sur ces installations. La périodicité et les conditions d'entretien sont documentées par l'employeur.

#### Plan de surveillance des émissions de poussières : à établir dès 2017 et mesures à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2018

Le champ des installations soumises à un plan de surveillance est élargi : désormais, sont concernées toutes les carrières dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes à l'exception de celles exploitées en eau. **Les prescriptions de surveillance sont renforcées en conservant les poussières sédimentables comme in-**

dicateur pertinent. Pour l'essentiel, on peut retenir les points suivants :

- la surveillance est opérée à l'aide de jauges tous les trois mois — et non plus de plaquettes sur une période de 1 mois.
- le réseau doit comprendre plusieurs points repères ou témoins (a), des points en limites (c) et des points (b) chez les riverains les proches (plus particulièrement auprès des personnes sensibles — centre de soins, crèche, école — éventuellement présentes à moins de 1,5 km du site). Pour les sites nouveaux, un état initial est établi au stade de l'étude d'impact.
- les mesures des retombées atmosphériques totales portent sur la somme des fractions solubles et insolubles. Elles sont exprimées en mg/m<sup>2</sup>/jour. L'objectif à atteindre est de 500 mg/m<sup>2</sup>/jour en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges installées en point de type b du plan de surveillance. Il est à noter qu'à ce stade, ce seuil est fixé à titre d'objectif. Au terme d'un bilan qu'il réalisera, le ministère envisagera de rendre ce seuil contraignant.
- les sites dont la surface est entièrement située sur le territoire d'une commune couverte par un plan de protection de l'atmosphère seront équipés d'une station météorologique avec une résolution horaire minimum mesurant la direction et la vitesse du vent, la température, et la pluviométrie. Les autres sites pourront se référer aux données corrigées de la station météorologique la plus représentative à proximité.

#### Autres dispositions avant le 1/01/2020

Quelques points méritent d'être relevés :

- **au niveau de la conception et du fonctionnement :**
  - > toute carrière (et ses installations) ne doit pas être à l'origine d'émissions de poussières susceptibles d'incommoder le voisinage et de nuire à la santé et à la sécurité publiques, **et ce même en période d'inactivité.**
  - > les dispositifs de limitation d'émission des poussières **sont aussi complets et efficaces que possible** (conception, nettoyage, maintenance).
  - > les **postes de chargement et de déchargement sont équipés** de dispositifs de réduction des émissions (suivant granulométries)
- **au niveau des voies de circulation et aires de stationnement (véhicules et engins) :**
  - > elles sont aménagées et convenablement nettoyées;
  - > la vitesse sur pistes non revêtues est adaptée;
  - > les véhicules sortants n'entraînent pas de dépôt de poussières ou de boue sur les voies publiques; le cas échéant, des dispositifs tels que le lavage des roues des véhicules ou tout autre dispositif équivalent sont prévus;
  - > les transports des matériaux de granulométrie inférieure ou égale à 5 mm sortant de l'installation sont assurés par bennes bâchées ou aspergées ou par tout autre dispositif équivalent;
  - > les **engins de foration** des trous de mines doivent être équipés d'un dispositif de dépoussiérage.

**Le plan de surveillance apparaît donc comme une particularité des carrières pour caractériser leur impact dans l'environnement tout au long de leur exploitation. Ce plan de surveillance ne se limite pas au périmètre du site et intègre les riverains à proximité desquels l'employeur devra contrôler l'efficacité de ses équipements et de ses pratiques pour lutter contre les émissions de poussières en mesurant régulièrement les retombées atmosphériques.**

Une information détaillée est disponible sur le site internet de l'UNICEM : <http://www.unicem.fr/>

### ■ LES DÉCLARATIONS GEREP (déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets)

La transposition d'un certain nombre d'obligations issues des accords internationaux et des directives européennes sur les rejets et transferts de polluants se traduit par l'obligation pour les installations classées (soumises à autorisation ou enregistrement) d'alimenter le registre national des émissions de polluants et des déchets baptisé GEREP (cf. arrêté du 31 janvier 2008 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et de transferts de polluants et des déchets). Il s'agit aujourd'hui d'une base de données électronique : les DREAL sont chargées de communiquer les codes d'accès et les informations utiles aux employeurs soumis à ces déclarations.

**La déclaration n'est obligatoire que si le site dépasse les seuils** et la déclaration des données d'émissions polluantes et des déchets d'une année N est effectuée avant le 31 mars N+1 :

#### Repères réglementaires

La directive NEC (National Emission Ceiling soit Plafonds d'Émission Nationaux) fixe des objectifs de réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques — 2016/2284 du 14 décembre 2016 (COD) avec l'obligation de transmissions d'indicateurs sur les rejets dans l'air.

#### Les seuils pour déclarer les rejets dans l'air sont, en valeur annuelle :

- poussières totales : 100 tonnes (depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015 - au lieu de 150 tonnes)
- PM10 : 50 tonnes

Pour faciliter l'évaluation de ces quantités, un tableau au format Excel a été mis au point par le CITEPA, l'UNICEM et l'ATILH suivant la méthode des facteurs d'émissions en cohérence avec l'approche décrite au chapitre 1.5.2. Le tableau avec un guide spécifique pour l'industrie extractive est disponible en ligne sur le site GEREP-déclaration. Cette approche de l'estimation des émissions dans l'air d'un site est une « auto-évaluation » basée sur les

tonnages de production, les équipements de réduction des poussières ainsi que les pratiques d'exploitation. Elle est destinée, en mettant en évidence les ordres de grandeur des pollutions évitées en fonction des matériels et méthodes pratiquées, à inciter l'employeur à progresser dans sa gestion environnementale.

À noter que les informations extraites de la base GEREP qui permettent à la DGPR de renseigner le registre européen des rejets et des transferts de polluants (registre EPRTR), sont mises à disposition du grand public sur le site IREP. (<http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>)

## ■ L'ENQUÊTE ANNUELLE CARRIÈRE

Jusqu'à présent, les employeurs répondaient à l'enquête d'activité annuelle des carrières via un formulaire papier, dont certains renseignements pouvaient différer d'une région à l'autre. Ce formulaire était transmis au correspondant régional «Carrière» de la DREAL. **Le ministère de l'Environnement a souhaité mettre en place un outil :**

- de centralisation de ces informations carrières,
- d'uniformisation des informations demandées,
- de normalisation des données remontées,
- de contrôle des données,
- de planification (politique en matière d'approvisionnement, futurs schémas régionaux des carrières, bureau des Approvisionnements).

Certains carriers déclarant déjà dans

l'outil GEREP, le choix de l'intégration du formulaire de déclaration des carrières s'est naturellement porté vers cette application. C'est pourquoi, l'arrêté du 11 décembre 2014 a introduit cette dématérialisation des enquêtes annuelles pour les carrières en modifiant l'arrêté du 31 janvier 2008 (GEREP) : «l'employeur d'une carrière visée à la rubrique 2510-1 de la nomenclature des installations classées est tenu de déclarer les informations mentionnées au point 9 de l'annexe III.» (art. 4 de l'AM du 11 déc. 2014). On trouve donc à présent dans l'espace «déclaration» de GEREP, un onglet spécifique «enquête annuelle carrières». Indépendamment de ce qui est demandé dans la partie GEREP, l'enquête carrière va demander à l'employeur de renseigner

les suivis réalisés en matière de poussières sédimentables par point et par trimestre. Par ailleurs, il sera également demandé de reporter le cas échéant les contrôles effectués sur les émissions canalisées.

**Dans le chapitre santé-sécurité, des informations suivantes sont à renseigner :**

- **nombre de GEH (Groupe d'Exposition Homogène)**
- **nom de l'organisme ayant réalisé les contrôles**
- **fraction alvéolaire : risque faible/non faible/quartz**
  - > nombre de prélèvements
  - > nombre de GEH> et < à la VLEP
- **fraction inhalable :**
  - > nombre de prélèvements
  - > valeur minimum et maximum

## ■ LA TGAP

L'article 266 sexies du code des douanes a institué une taxe générale sur les activités polluantes due par tout employeur d'une installation soumise à autorisation dont le poids de certaines substances émises en une année dépasse certains seuils fixés par décret. L'article 266 septies précise que le fait générateur de la taxe

est constitué **par l'émission dans l'atmosphère de la substance taxable.**

Ce même article précise encore que la taxe est assise sur les «Substances émises dans l'atmosphère».

**La position de la profession est de rappeler que :**

- les carrières ne sont concernées que par la TGAP poussières

■ **seules les émissions canalisées des installations de traitement (émissions des dépoussiéreurs centralisés) peuvent être concernées par la TGAP**

poussières : elles sont régulièrement contrôlées et susceptibles d'être entraînées au loin du fait d'une émission par cheminée; elles peuvent faire l'objet d'un calcul non contestable.

---

Une information détaillée est disponible sur le site internet de l'UNICEM : [www.unicem.fr/](http://www.unicem.fr/)

---

## ⇒ | 5.5 LA QUALITÉ DE L'AIR : DES NIVEAUX DE RÉGLEMENTATIONS IMBRIQUÉS

La loi 96/1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (loi LAURE désormais codifiée au Code de l'Environnement) non seulement a fourni une définition de la pollution atmosphérique, mais a surtout établi «le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé».

### Normes de qualité de l'air

Elles sont fixées par les directives 2008/50/CE et 2004/107/CE transposées en droit français par le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010.

### Le vocabulaire est le suivant

■ **Objectif de qualité** : niveau à atteindre à long terme et à maintenir afin d'assurer

une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble;

■ **Valeur limite** : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble;

■ **Seuil d'information et de recommandation** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination

de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions;

■ **Seuil d'alerte** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

**Parmi les polluants, nous nous focalisons sur les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, les autres substances (ozone, dioxydes d'azote, etc.) étant marginales dans les émissions en carrières. Le tableau ci-après rappelle les valeurs seuil et d'alerte à respecter pour la santé et l'environnement dans son ensemble, à l'extérieur du périmètre d'une activité industrielle.**

PARTICULES (PM <sub>10</sub> )		
Objectif de qualité	30 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle civile
<b>Valeurs limites pour la protection de la santé humaine</b>	50 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par an
	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>	en moyenne annuelle civile
Seuil de recommandation et d'information	50 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne journalière selon modalités de déclenchement par arrêté du ministre chargé de l'environnement
<b>Seuil d'alerte</b>	<b>80 µg/m<sup>3</sup></b>	en moyenne journalière selon modalités de déclenchement par arrêté du ministre chargé de l'environnement
PARTICULES (PM <sub>2,5</sub> )		
Objectif de qualité	10 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle civile
<b>Valeurs limites pour la protection de la santé humaine</b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>	en moyenne annuelle depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2015
<b>Objectif pluriannuel de diminution de la moyenne annuelle des concentrations journalières</b> (arrêté du 7 décembre 2016)	<b>11,2 µg/m<sup>3</sup></b> <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>	En 2025 En 2030

Ces valeurs proviennent de la directive NEC (National Emission Ceiling soit Plafonds d'Émission Nationaux) pour la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques — (COD) avec l'obligation de transmissions d'indicateurs sur les rejets dans l'air. Elle a été récemment révisée et publiée sous la référence 2016/2284 du 14 décembre 2016. Les nouveaux engagements concernant ces particules devront être transposés en droit français le 1er juillet 2018 au plus tard.

Le sujet de la qualité de l'air et donc des poussières devient ainsi de plus en plus critique pour les industries de carrière et première transformation. Il est important que les entreprises en prennent conscience et poursuivent les efforts de réduction des émissions à la source tant pour leur personnel que pour leur environnement.

**Deux niveaux d'actions doivent être gardés à l'esprit :**

- celui du site en renforçant les contrôles et les mesures en fonction des pratiques et des équipements mis en place afin d'augmenter l'expertise et d'argumenter par rapport aux risques;
- celui de l'activité des industries extractives pour laquelle la planification nationale/territoriale va nous imposer de mieux caractériser nos émissions en fonction des substances exploitées, de nos modes de gestion et de nos matériels (facteurs d'émission plus précis et plus représentatifs d'une région, etc.)

## Partie II

---

# Prévention des risques liés aux émissions de fibres minérales asbestiformes en carrière

---

Cette seconde partie du guide apporte un éclairage sur la problématique des émissions de fibres asbestiformes présentes de façon naturelle dans certains gisements liés aux activités des industries extractives. Elle s'inscrit dans la démarche de prévention globale des émissions des différentes formes de poussières en carrières. Le BRGM, avec l'appui du ministère de l'Environnement a procédé à la reconnaissance des occurrences potentiellement concernées.

## 1 Typologie des fibres prises en compte

### Repères réglementaires

Dans le cadre du risque d'exposition à l'amiante, les principales réglementations relatives au risque d'exposition professionnelle à l'amiante sont :

- Arrêté du 14 août 2012 relatif aux conditions de mesurage des niveaux d'empoussièrement, aux conditions de contrôle du respect de la valeur limite d'exposition professionnelle aux fibres d'amiante et aux conditions d'accréditation des organismes procédant à ces mesurages
- Arrêté du 8 avril 2013 relatif aux

règles techniques, aux mesures de prévention et aux moyens de protection collective à mettre en œuvre par les entreprises lors d'opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante

- Arrêté du 7 mars 2013 relatif au choix, à l'entretien et à la vérification des équipements de protection individuelle utilisés lors d'opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante
- L'instruction DGT/CT2 n° 2015/238 du 16 octobre 2015 concernant l'application du décret du

29 juin 2015 relatif aux risques d'exposition à l'amiante qui explicite les mesures de prévention collective et individuelle qui devront être mises en œuvre lors des opérations exposant à l'amiante, afin de garantir le respect de la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) aux fibres d'amiante abaissée depuis le 2 juillet 2015 à 10 f/L.

- note BSSS/2014-166-3/PAD du 30 juillet 2014
- note BSSS/2015-123/PAD du 22 juillet 2015

## ■ 1.1. DÉFINITIONS ET CARACTÉRISTIQUES

### Amiante = Asbeste

Il s'agit d'une substance minérale naturelle correspondant à 6 variétés de silicates fibreux (ainsi qu'à tous les mélanges entre ces différents silicates) :

- Chrysotile (Serpentine)
- Actinolite-amiante (Amphibole)
- Trémolite-amiante (Amphibole)
- Anthophyllite-amiante (Amphibole)
- Amosite (Amphibole)
- Crocidolite (Amphibole)

Ces minéraux sont connus depuis l'Antiquité et étaient exploités pour leurs propriétés physico-chimiques. Les 6 minéraux listés ci-dessus :

- ne concernent que les espèces minéralogiques ayant fait ou faisant encore l'objet d'une exploitation industrielle,
- correspondent au terme «amiante» tel que défini dans la directive 2009/148/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à une exposition à l'amiante pendant le travail.

Il est nécessaire de signaler que d'autres silicates fibreux à morphologie asbestiforme existent (Erionite, Fluoro-édenite, Winchite, Carlosturanite, Balangéroite, etc.). Dans l'environnement naturel, l'actinolite (minéral de la famille des amphiboles) comme certaines autres amphiboles (voir ci-dessous) peut se présenter sous différentes morphologies, asbestiformes ou non asbestiformes. Seules les morphologies asbestiformes des cinq amphiboles ci-dessous et du chrysotile font l'objet d'une réglementation. L'évaluation des risques sanitaires liés à l'inhalation des fibres se base sur leurs caractéristiques morphologiques.

### Caractéristiques des fibres asbestiformes :

- Il s'agit d'une cristallisation naturelle d'un minerai en fibres unidimensionnelles ayant l'apparence de cheveux
- Trois critères morphologiques sont reconnus (source EPA, 1993) :
  - > Rapport d'allongement (L/D) des fibres > à 20

- > Existence de fibrilles très fines (< à 0,5 µm, 400 à 2000 fois moins épaisses qu'un cheveu)
- > Au moins 2 caractéristiques figurant parmi la liste reprise entre parenthèses (fibres parallèles regroupées en faisceaux, faisceaux de fibres avec des extrémités efflochées, agglomérats de fibres individuelles enchevêtrées, existence de fibres incurvées courbes ou flexueuses, etc.)

Selon l'OMS (1998), les fibres asbestiformes correspondent aux fibres dont :

- La longueur (L) est > à 5 µm
- Le diamètre ou la largeur (D) est < à 3 µm
- Le rapport longueur (L) sur largeur ou diamètre (D) est > à 3.

Minéraux « amiantes » (N° CAS)	Composition chimique	Minéraux non « amiantes » (N° CAS)
	<b>Groupe des serpentines</b>	
Chrysotile (12001-29-5)	$[(Mg_3Si_2O_5(OH)_4)]_n$	Antigorite (12135-86-3) Lizardite (12161-84-1)
	<b>Groupe des amphiboles</b>	
Actinolite-amiante (12172-67-7)	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	Actinolite (13768-00-8)
Anthophyllite-amiante (17068-78-9)	$[(Mg,Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)^2]_n$	Anthophyllite (17068-78-9)
Trémolite-amiante (14567-73-8)	$[Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	Trémolite (14567-73-8)
Amosite (14567-73-8)	$[(Mg,Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	Grunérite (14567-61-4)
Crocidolite (12001-28-4)	$[(NaFe^{2+}3Fe^{3+}_2Si_8O_{22}(OH)_2)]_n$	Riébeckite (17787-87-0)

## ■ 1.2. OCCURRENCE

De nombreuses roches possèdent une composition chimique favorable à la cristallisation de minéraux de la famille des serpentines et/ou des amphiboles :

- Les roches ultrabasiqes ( $\text{SiO}_2 < 45\%$ ) : périclites, périclites plus ou moins serpentinisées, serpentinites, (méta) – pyroxénites, amphibololites
- Les roches basiques ( $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$ ) métamorphisées : amphibolites, méta-

basaltes, métagabbros, métadolérites, prasinites, spilites...

- Certaines roches carbonatées ou siliceuses métamorphiques...

Toutes ces roches sont susceptibles de contenir des formes dérivées fibreuses, parfois asbestiformes, de ces minéraux. Les minéraux asbestiformes présents dans certaines de ces roches peuvent également être rencontrés dans les

sols et dans les sédiments dérivés de l'altération et de l'érosion de ces mêmes roches. La présence éventuelle de minéraux fibreux dans des roches exploitées par l'industrie extractive pourrait entraîner, notamment lors de certaines opérations (minage, broyage, concassage, roulage, etc.), la libération de fibres dans l'air et conduire à une exposition des travailleurs.

## ■ 1.3. ZONES GÉOGRAPHIQUES POTENTIELLEMENT CONCERNÉES PAR LE DANGER FIBRES ASBESTIFORMES

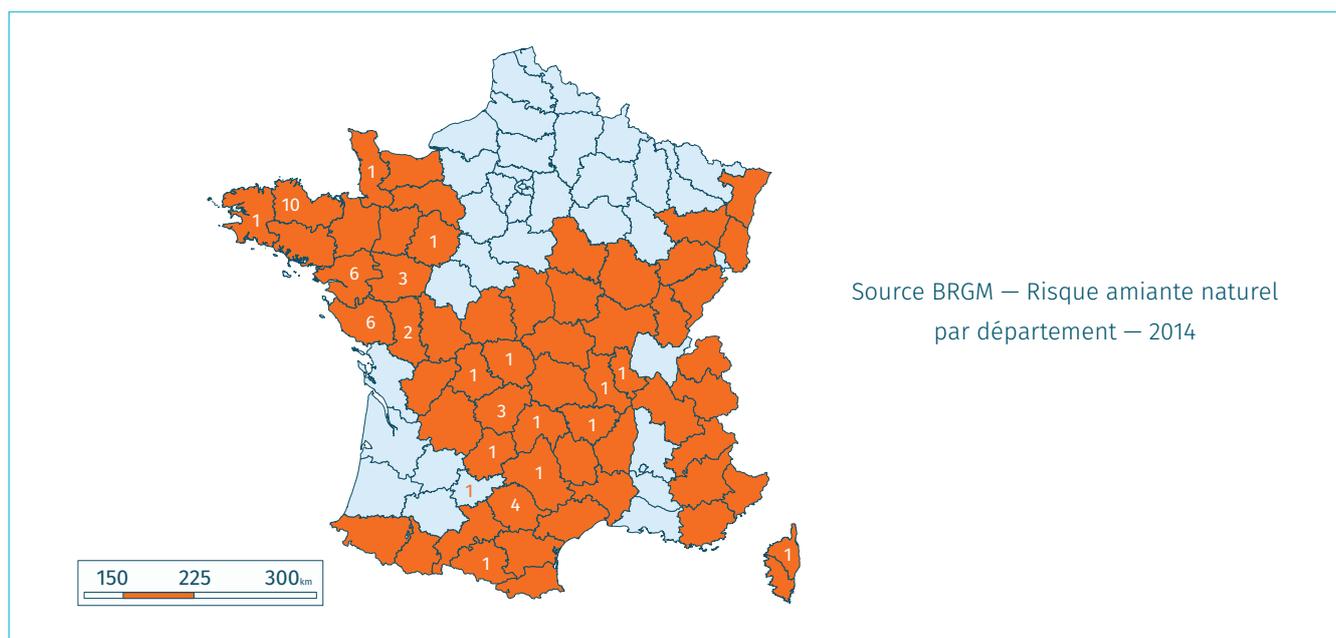
À partir des données collectées par le BRGM et publiées dans le rapport «Exposition aux fibres asbestiformes dans les industries extractives : identification des sites potentiellement concernés en France métropolitaine»/ BRGM-RP 61977— FR de juillet 2013; le ministère de l'Environnement dans ses notes BSSS/2014-166-3/PAD du 30 juillet 2014 et BSSS/2015-123/PAD du 22 juillet 2015 a précisé les zones géographiques qui potentiellement pourraient être concernées.

L'inventaire du BRGM a conduit à identifier plusieurs listes de carrières potentiellement concernées par la problématique et situées dans les zones géographiques décrites dans les documents ci-dessus. Ces zones correspondent à des aires géologiques contenant des roches éruptives et métamorphiques favorables à la présence des fibres asbestiformes.

**Ces zones correspondent aux aires des massifs montagneux anciens et récents (massifs armoricains; Massif**

**central; Pyrénées; Alpes; Vosges) :**

- 50 premiers sites ont fait l'objet d'une visite BRGM en 2014 et d'un classement
- 24 sites complémentaires ont fait l'objet d'une visite par le BRGM en 2015 et sont en attente de classement à ce jour
- Par ailleurs, selon l'inventaire du BRGM, 60 départements sont susceptibles de compter des sites naturels concernés par cette problématique d'exposition aux fibres asbestiformes.



#### ■ 1.4. CARACTÉRISATION DE L'ALÉA AMIANTE ENVIRONNEMENTAL

Outre l'identification des zones géographiques potentiellement concernées, le ministère de l'Environnement a échelonné l'aléa amiante environnemental en 3 classes :

■ **Classe 1 = pas d'aléa.** Il s'agit de carrières considérées comme sans présence d'amiante naturel, aucune occurrence de minéraux fibreux ou potentiellement fibreux n'ayant été trouvée.

■ **Classe 2 = Probable présence d'amphiboles.** Il s'agit de carrières pour lesquelles la minéralogie rencontrée est potentiellement celle des d'amphiboles, mais où des investigations complémentaires de nature uniquement pétrographique apparaissent nécessaires pour confirmer cette nature.

■ **Classe 3 = Présence avérée d'amphiboles.** Il s'agit de carrières pour

lesquelles la présence de minéraux relevant de la famille des amphiboles est certaine et où il apparaît nécessaire d'engager des mesures de poussières dans l'air. Cette classe est elle-même subdivisée en 3 sous-classes (3-4-5) qui tiennent compte de l'ensemble des informations recueillies sur le terrain (fréquence, minéralogie, morphologie).

Classe	Niveau	Caractéristiques et potentiel amiantifère
1	1	Absence de serpentine et/ou d'amphibole dans les matériaux exploités
2	2	Présence de serpentine et/ou d'amphibole fibreuse dans les matériaux exploités, sans potentiel asbestiforme apparent
3	3	Présence exceptionnelle d'amphiboles asbestiformes ou potentiellement asbestiformes du groupe des amiantes dans les matériaux exploités <u>OU</u> Présence d'amphiboles asbestiformes ou potentiellement asbestiformes du groupe des amiantes dans un matériau subordonné à l'échelle du site
	4	Présence fréquente d'amphiboles asbestiformes proches du groupe des amiantes et potentiellement asbestiformes dans les matériaux exploités
	5	Présence fréquente d'amphiboles fibreuses du groupe des amiantes dans les matériaux exploités
Carrières non classées		

1. Les carrières considérées comme sans présence d'amiante, où aucune occurrence de minéraux fibreux ou potentiellement fibreux n'a pas été trouvée ;
2. Celles pour lesquelles la minéralogie rencontrée est potentiellement celle des amphiboles, mais où des investigations complémentaires de nature pétrographique apparaissent nécessaires pour confirmer cette nature ;
3. Enfin, celles pour lesquelles la présence de minéraux relevant de la famille des amphiboles est certaine et où il apparaît nécessaire d'engager des mesures dans l'air. Cette classe est elle-même subdivisée en trois sous-classes qui tiennent compte de l'ensemble des informations recueillies sur le terrain (fréquence, minéralogie, morphologie).

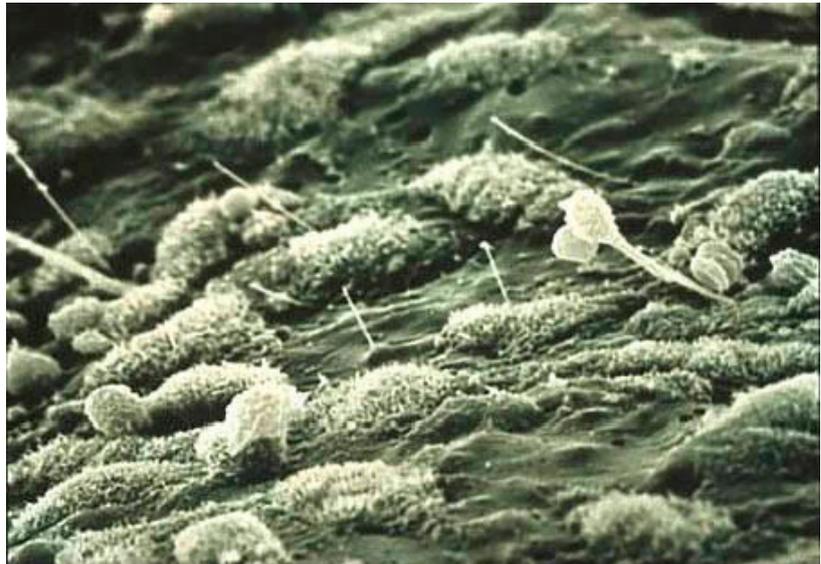
## 2 Risques pour la santé

Les fibres d'amiante sont fines, de longueur variable (comme décrit plus haut, certains diamètres sont 2 000 fois plus petits que celui d'un cheveu). Une fois inhalées, elles se déposent au fond des poumons, puis sont susceptibles de migrer dans l'organisme. Ainsi piégées, elles peuvent provoquer une inflammation non cancéreuse, des maladies bénignes ou des cancers. Elles ont la capacité à se fractionner en particules microscopiques pour atteindre les alvéoles et parfois la plèvre.

L'inhalation de fibres d'amiante peut être la cause d'altérations des fonctions respiratoires (plaques pleurales, asbestose ou fibrose pulmonaire).

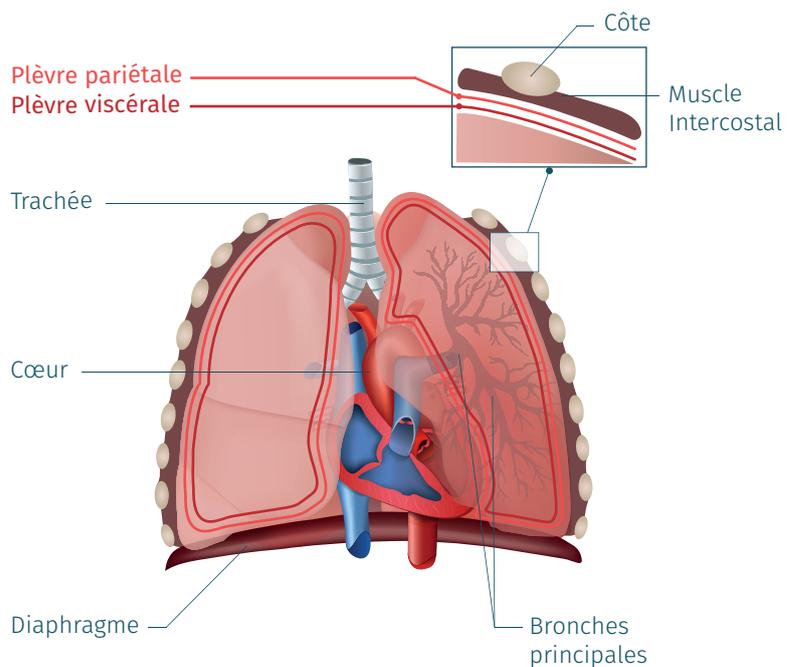
Les pathologies peuvent apparaître de nombreuses années après la période d'exposition. Aucun seuil d'effet sanitaire ne peut être déterminé chez l'homme pour les fibres d'amiante, quel que soit leur nature ou leur caractère dimensionnel. Toutes les fibres d'amiante sont classées cancérogènes de catégorie 1A au niveau européen. Les maladies professionnelles consécutives à l'inhalation de poussières d'amiante sont reconnues au titre des tableaux 30 et 30 bis du régime général de la Sécurité sociale.

Les fibres d'amiante «embrochent» les cellules et libèrent médiateurs toxiques qui attaquent d'autres cellules.



Source : D' Martin Rüegger et Dr Blaise Thorens, Suva, Médecine du travail – Suisse

Très fines et très longues, cassantes, elles pénètrent par inhalation dans les alvéoles pulmonaires et peuvent créer des troubles graves.



Source : INRS – Schéma poumon/plèvre

## 3 Évaluation des risques pour les sites concernés par l'aléa amiante environnemental

### Repères réglementaires

Le ministère de l'Environnement dans ses notes BSSS/2014-166-3/

PAD du 30 juillet 2014 et BSSS/2015-123/PAD du 22 juillet 2015 présente les mesures à adopter pour

les carrières ayant fait l'objet de l'inventaire par le BRGM.

### ■ 3.1. ORGANISATION DES CAMPAGNES DE MESURES D'AMBIANCE ET D'EXPOSITION

#### Sites positionnés en Classe 2 par le BRGM :

Par courrier ou Arrêté préfectoral d'Urgence, l'employeur doit :

- Réaliser un plan de repérage (cartographie 1/1000) qui devra être validé par le BRGM.
- Réaliser des analyses pétrographiques au microscope optique polarisant (sur la base du plan de repérage et d'un échantillonnage représentatif) permettant d'identifier précisément les minéraux et donc d'écartier les éventuelles morphologies fibreuses qui pourraient par la suite, lors d'analyses META de poussières dans l'air, être assimilées à des fibres d'amiante.

Ce plan de repérage doit être conduit sur un minimum de 3 tirs, sur une période de deux mois. Selon les résultats et le reclassement éventuel, la fin de mesurage ou une actualisation de leur périodicité pourra être notifiée par la DREAL.

#### Sites positionnés en Classe 3 par le BRGM :

Par courrier ou arrêté préfectoral d'urgence, l'employeur doit :

- Réaliser 3 campagnes de mesures d'exposition par un organisme accrédité COFRAC. Campagnes précédées de l'établissement de la stratégie d'échantillonnage.



Lame mince observée au microscope optique polarisant



Aspect des minéraux observés au microscope optique polarisant

**Prélèvements :**

- > sur les postes de travail,
- > en limite de propriété de l'exploitation
- > à proximité du concasseur
- > au front lors des forations et des tirs (au moins lors d'une des trois campagnes de mesures)

La première campagne devra être réalisée dans les trois mois et prévoiera de :

- Réaliser un plan de repérage (cartographie 1/1000 validée par le BRGM), qui devra être présenté sous deux mois.
- Réaliser des analyses pétrographiques au microscope optique polarisant (sur la base du plan de repérage) permettant d'identifier précisément les minéraux et donc d'écartier les éventuelles fibres qui pourraient par la suite, lors d'analyses META de poussières dans l'air, être assimilées à des fibres d'amiante.

Ce plan de repérage doit être conduit sur un minimum de 3 tirs, sur une période de deux mois. Selon les résultats et le reclassement éventuel, la fin de mesurage ou une actualisation de leur périodicité pourra être notifiée par la DREAL.

**Départements et zones géographiques non classés par le BRGM, mais potentiellement concernés :**

Il s'agit de sites inclus dans l'un des départements listés par la circulaire note BSSS/2014-166-3/PAD du 30 juillet 2014. **Pour les sites concernés par l'un des contextes géographiques et géologiques ci-dessous, une levée de doutes est recommandée s'appuyant sur la méthodologie suivante :**

- Réaliser un plan de repérage (cartographie 1/1000 validée)

- Réaliser, au préalable, des analyses pétrographiques préalablement au microscope optique polarisant (MOLP) qui si elles s'avèrent non concluantes devront être validées par des analyses au Microscope Électronique à Transmission (META).

**En fonction des informations récoltées :**

- Si absence de risque conserver les résultats et les tenir à disposition de l'administration.
- Si constat de la présence du risque, compléter les actions par une campagne de mesures d'exposition sur les postes de travail, en limite de propriété de l'exploitation, à proximité du concasseur, au front lors des forations et du tir.

**3.2. CAMPAGNE DE MESURES**

**3.2.1. Principe de la stratégie de prélèvement**

Conformément à l'arrêté du 14 août 2012, l'employeur doit faire appel à un organisme accrédité pour définir la stratégie de prélèvement et réaliser les mesures. La stratégie de prélèvement est arrêtée par l'organisme accrédité, en collaboration avec l'employeur, lors d'une visite préalable du site avec l'employeur **qui met à disposition les éléments suivants (mêmes éléments que pour les poussières alvéolaires et de silice cristalline alvéolaire) :**

- l'organisation de l'exploitation;
- les procédés utilisés;

- le déroulement des activités;
- la description des GEH;
- les résultats de l'évaluation des risques : dangers, risques évalués « non faibles »;
- les facteurs de variabilité de l'exposition aux poussières : durée des activités, modes d'exposition;
- la liste des moyens de prévention et protection techniques, organisationnels et comportementaux;
- les mesures précédentes.

Durant la totalité de la durée des prélèvements (c'est-à-dire une journée de travail), un technicien de l'organisme accrédité est présent sur le site dont il

respecte les consignes de sécurité qui lui ont été communiquées au préalable. **Il a pour rôle de :**

- mettre en œuvre la stratégie de prélèvement;
- expliquer le protocole de prélèvement aux travailleurs;
- veiller au fonctionnement des équipements de prélèvement;
- recueillir les informations sur le déroulement des activités (durée);
- relever les incidents;
- enregistrer toute information ayant un effet sur le niveau d'exposition : conditions météorologiques, taux de fonctionnement des installations

**3.2.2. Prélèvements : recommandations**

Le code la santé publique fixe la valeur limite la plus basse de 5 f/L contre 10 f/L pour le Code du travail.

Pour l'ensemble des mesures (sur le personnel ou sur points fixes de l'installation), pour conclure sur un niveau de risque faible, l'objectif est donc d'obtenir des résultats inférieurs à 5 f/L.

La formule de calcul de la concentration en f/L d'air est donnée par

$$C = N \times SA$$

avec N = nombre total de fibres comptées et SA = sensibilité analytique

La norme NF X 43-050 prévoit que lorsque le prélèvement d'air comporte peu de fibres comptées (< à 4), le résultat est

alors rendu sous la forme d'une limite supérieure (BS=borne supérieure) de l'intervalle de confiance à 95 % de la concentration. Par conséquent, si le nombre de fibres comptées par le laboratoire est > à 4, alors le résultat de la concentration est égal à C. Par contre, si le nombre de fibres est < à 4, alors le résultat de la concentration est C=BS (coefficient de Poisson x SA x Incertitude du laboratoire). Lors de l'établissement de la stratégie de prélèvement avec l'organisme accrédité, il est donc déterminant de tenir compte de la sensibilité analytique du prélèvement. Compte tenu du mode de calcul, l'objectif est de viser une sensibilité analytique < à 1. **Les variables d'ajustement qui peuvent être déterminées avec le laboratoire**

pour viser cet objectif de SA < 1 sont :

- Le nombre « n » de grilles examinées par le laboratoire.
- La surface moyenne « s » des ouvertures de grilles examinées par le laboratoire.
- Le volume d'air prélevé « v » : plus ce volume est important plus la sensibilité analytique diminue.

Pour le volume d'air « V », une contrainte est liée au phénomène de « saturation » des filtres. En cas de milieu de prélèvement trop empoussiéré, les données ne seront pas exploitables. Il est donc nécessaire de doubler le nombre de pompes de prélèvements et de les maintenir en fonctionnement 4 h 30 minimum. Une autre option est de changer les filtres toutes les heures.

$$SA = \frac{S}{n \times s \times V \times f}$$

■ V = volume d'air prélevé ■ f = fraction calcinée ■ s = surface d'une ouverture de grille ■ S = surface effective de filtration, sur le filtre en polycarbonate (mm<sup>2</sup>) ■ n = nombre d'ouverture de grilles examinées

### Illustration des mesures sur opérateur et des mesure d'ambiance



**Opérateur :** 2 pompes  
(débit : 3l/min – cf. norme NF EN 1232)



**Ambiance :** Pompe autonome  
(débit 7l/min -  
cf. norme NF EN 1232)

### 3.2.3. Prélèvements : analyse des résultats

Concernant le personnel, la VLEP est fixée à 10 f/L en concentration moyenne sur 8 heures. Le calcul de l'exposition tient compte de la concentration du niveau d'empoussièremement des processus, des valeurs des FPA et des phases opérationnelles. En outre, comme le souligne l'instruction du 22 juillet 2015 [2.1.6], lorsque le nombre de fibres comptées est inférieur à 4, pour vérifier le respect de la VLEP, il convient de considérer la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%, appelée également 95ème percentile, divisée par 2. Cette règle de statistique est détaillée dans la note technique de l'INRS n°231 [juin 2013].

$$E-8h = \left[ \frac{d1}{C1/FPA1} + \frac{d2}{C2/FPA2} + \frac{dn}{Cn/FPAn} \right] / 8$$

- **E-8h** = valeur moyenne d'exposition en f/L d'air au poste de travail
- **d** = durée en heures des phases opérationnelles
- **C** = niveau d'empoussièremement de la phase (résultat de la concentration)
- **FPA** = valeur du facteur de protection assigné de l'appareil de protection respiratoire utilisé lors de la phase

## Partie III

---

**Prévention des émissions :  
dispositions techniques,  
organisationnelles et  
comportementales**

---

Cette partie consacrée aux équipements de protection collective permet de proposer un retour d'expérience non exhaustif des moyens de prévention et protection collective permettant d'agir sur la problématique globale d'émission des différentes formes de poussières pour les industries extractives (source : groupe de travail, Sim - Guide de l'employeur). Les dispositifs ci-après sont présentés par technique de réduction des émissions de poussières : confinement, aspiration et abattage

# 1 Le confinement des installations

## ■ 1.1. CRIBLES

<p>Capotages métalliques fixes</p> 	<p>Étanchéité des jonctions partie mobile et fixe</p> 	<p>Joints de jonctions</p> 
<p>Capotages souples : bâches</p> 	<p>Capotages souples : couverture par secteur démontable</p> 	
<p><b>Pavé modulaire polyuréthane et caoutchouc</b> Réduction de l'exposition aux poussières par rapport aux grilles métalliques, car : fréquence d'interventions divisée par 3 (maintenance), rapidité d'intervention (on ne change que le module nécessaire), accessibilité (espace entre les étages augmenté), économie de consommables (durée de vie supérieure x 12), étanchéité des équipements, réduction du bruit.</p>		
		

## ■ 1.2. CONVOYEURS



## ■ 1.3. JETÉES DES MATÉRIAUX, GOULOTTES



Rives segmentées, réalisées en éléments souples (caoutchouc, polyuréthane, etc.), elles permettent un réglage précis et une rapidité d'intervention « on ne change que le segment usé »



## 2 Le dépolluage par aspiration

### ■ 2.1 ASPIRATION CENTRALISÉE

Point de captages stratégiques sur l'installation avec réseau de gaines en dépression, Dépoussiéreur associé à une trémie de recyclage – re-incorporation des poussières aspirées dans la coupure 0/2, Diminution des poussières dans l'atmosphère, Amélioration de la qualité des gravillons, Réduction des poussières accumulées au sol, Diminution des interventions de nettoyage



### ■ 2.2 ASPIRATION PONCTUELLE

Montage sur le point de captage, nécessite une enceinte confinée à mettre en dépression, recyclage direct des poussières réincorporées dans l'équipement



### ■ 2.3. DÉPOUSSIÉREUR ÉLECTROSTATIQUE

Le processus de captage fonctionne par ionisation des particules, des électrodes permettent une charge électrique des particules de poussières en suspension qui sont ainsi attirées vers l'enveloppe métallique du convoyeur, au contact de laquelle elles se déchargent électriquement, glissent le long de l'enveloppe et se réincorporent dans le granulat transporté.



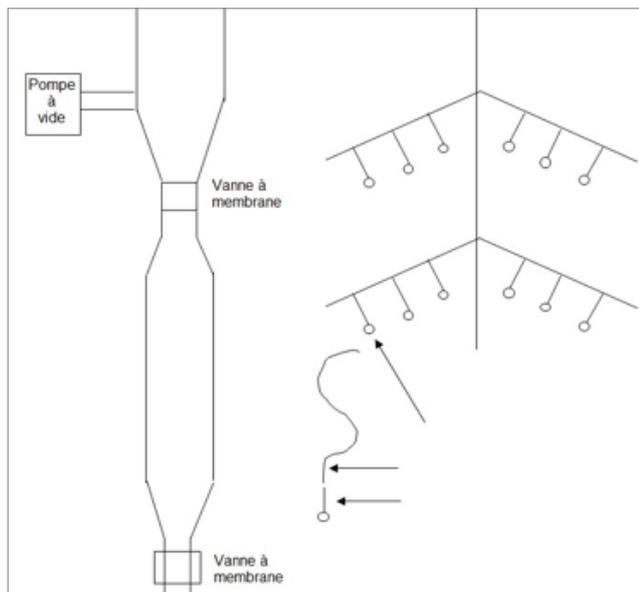
### ■ 2.4. ASPIRATION PONCTUELLE PAR CAMION/EXCAVATRICE (opérations de nettoyage)

Réduction de l'exposition aux poussières, rapidité d'intervention, réduction de la pénibilité.



■ 2.5. ASPIRATION CENTRALISÉE FIXE (opérations de nettoyage)

Centrale d'aspiration



Bouche d'aspiration



Aspirateur



## 3 L'abattage des poussières

L'abattage des poussières regroupe les techniques qui utilisent l'eau pour réduire les envols de particules. Différentes solutions existent en fonction de la pression de l'eau, l'apport d'air comprimé et l'addition d'agents mouillants.

- **Arrosage** = eau basse pression répandue sur une piste avec du matériel agricole
- **Atomisation** = eau basse pression (moins de 3 bars) pulvérisée avec de l'air comprimé
- **Nébulisation** = eau haute pression (plus de 50 bars) projetée en brouillard pour particules fines

### ■ ACTIONS DIRECTES RECHERCHÉES

- Dans une masse d'air, piéger les particules en suspension avec des gouttelettes d'eau pour qu'elles retombent.
- Sur matériaux secs, mouiller les grains pour qu'ils n'émettent pas de particules (engins, véhicules, vent, etc.).
- Sur stocks en cours (chargement ou déchargement), piéger les particules mises en mouvement par les matériaux pour qu'elles restent avec les matériaux.
- Sur stocks constitués, limiter, par croûtage des surfaces exposées, les envols par érosion éolienne.

### ■ ACTIONS INDIRECTES RECHERCHÉES

L'eau permet de laver :

- des surfaces revêtues (roulage, parking, etc.) et prévenir l'envol de fines sous l'action des déplacements,
- des roues de véhicules avant de sortir d'un site, etc.
- des bennes de véhicules qui ont conservé les fines du dernier chargement, ce qui peut prévenir un risque de non-qualité comme des envols de particules au chargement

### ■ CHOIX DE DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ABATTAGE

- **Poste primaire** : la pulvérisation sous pression et le système de ventilation dirigé permettent de capter la majorité des poussières, avec 0,1 à 0,3 % d'eau ajoutée par tonne de matériau.
- **Poste secondaire** : l'eau sous pression ou atomisation permet d'abattre les poussières, avec d'autant plus de succès que le confinement est bien réalisé.
- **Criblage et points de transfert** : l'atomisation et la nébulisation

sont les techniques les plus adaptées pour combattre le niveau général d'empoussièrement, puisque la poussière est alors remise en suspension dans l'air et ne peut être retenue à la source (problème de colmatage pour les cribles, et bien souvent dimensions insuffisantes des gouttes). Des caissons de décompression sont fortement recommandés dans le cas des transferts.

### ■ QUELQUES RÈGLES À OBSERVER... TOUT EN OPTIMISANT LES QUANTITÉS D'EAU

- Lors d'un contact poussière-eau, on peut observer qu'une gouttelette ne fixe que quelques particules : par nature, l'eau n'est pas « mouillante ». D'où l'intérêt d'ajouter un agent tensioactif, notamment avec certains solides hydrophobes (silice, mâchefers, etc.)
- La taille de la gouttelette doit être en rapport avec celle des particules qui se trouvent en suspension dans l'air. Il faut donc sélectionner minutieusement les buses de pulvérisation. L'ajout d'air comprimé permet dans des buses prévues à cet effet d'affiner la taille des gouttelettes (5–10 µm).
- La vitesse de projection des gouttelettes est également un paramètre de réglage important (débit d'eau et débit d'air lorsqu'il est employé).
- Les fonctionnements de l'abattage doivent être asservis aux flux solides à traiter : ne pas humidifier les bandes transporteuses lorsque la matière n'est pas présente ; éviter les gaspillages en eau.
- Le confinement est important. Il faut délimiter par différents moyens (bardage, écran, tôlerie, etc.) une zone calme dans laquelle une masse d'air pourra être traitée.

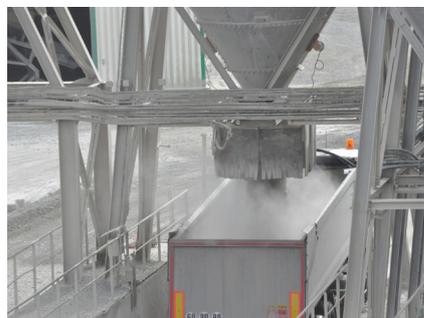
**Arrosage des pistes  
(avec différents types d'engins  
mobiles)**



**Arrosage des pistes  
(avec différents types d'engins  
mobiles)**



**Chargement sous trémie**  
(pulvérisation d'eau au-dessus de la  
benne dans une goulotte-écran cen-  
trée sous le casque de distribution)



**Purification de l'air dans un bâtiment et opérations d'entretien préventif  
par procédés d'atomisation ou de nébulisation**

Propulsion dans le bâtiment d'un mélange de très fines gouttelettes air + eau ou air + eau + agent mouillant ou eau haute pression + agent mouillant. La technique d'abattage peut également être utilisée avec des appareils de ventilation qui, dirigés vers les sources d'émission de poussières, permettent de les abattre lors des opérations de maintenance. Les gouttelettes, ainsi portées par la veine d'air, sont fragmentées par une pulvérisation haute pression qui permet de garantir des débits très faibles en eau.

**Mise au stock et déstockage**

Peut concerner des stocks sur de grandes aires extérieures alimentés par des appareils mobiles jeteurs (tapis, sauterelles, goulottes orientables, etc.) travaillant à plus ou moins grands débits. Les émissions de poussières produites par ce type de machine sont importantes, car proportionnelles aux débits manutentionnés. L'eau sous pression est une technique d'abattage qui permet de limiter les envois; l'incorporation d'additif «croûtants» permet de réduire l'érosion des parties exposées.

## 4 Maintenance et entretien des installations

### ■ 4.1. LIMITER LES EXPOSITIONS

- Automatisation des installations
- Contrôle au poste de commande
- Constater, signaler et anticiper les incidents et usures
- Rédaction de rapports
- Déportation des commandes (ouverture des trémies par exemple)
- Réservez l'accès à la zone de travail au personnel autorisé.



Surveillance par caméra vidéo

### ■ 4.2. CONCEPTION ET PÉRENNITÉ DES INSTALLATIONS

- Prendre en compte les besoins des opérateurs à la conception de l'installation (cahier des charges)
- Utiliser des surfaces de sols et de murs faciles à maintenir, propres qui n'absorbent pas la poussière, où elle ne peut pas s'accumuler
- Utiliser des sols pleins lorsque c'est possible pour éviter que la poussière ne se propage entre les étages
- Gérer correctement les volumes, les accès, les espaces et les moyens de manutention nécessaires à ces équipements (exemple : positionner les groupes hydrauliques des concasseurs dans un local séparé, éloigné)



Sol et murs faciles à entretenir

### ■ 4.3. MAINTENANCE EN ATELIER

- Installation primordiale d'une aire de lavage correctement équipée à l'entrée des ateliers
- Disposition judicieuse des ateliers (éloignés des sources de poussière)
- Ventilation indispensable des bâtiments
- Dans la mesure du possible, équipements ou engins lavés
- Aspiration obligatoire des poussières (utilisation de soufflette à proscrire)



Système d'aspiration en atelier



Lavage de l'engin

#### ■ 4.4. NETTOYAGE DE L'INSTALLATION

- Éviter d'attribuer au même personnel toutes les tâches de nettoyage (polyvalence des tâches)
- Organiser le nettoyage (définir un temps maximum de nettoyage hebdomadaire, définir des zones de nettoyage dans des plages régulières)
- Procéder par campagne de nettoyage (exemple : ½ journée par semaine)
- Dans le cadre de travaux de grande ampleur, nettoyage avec si nécessaire location de camion d'aspiration

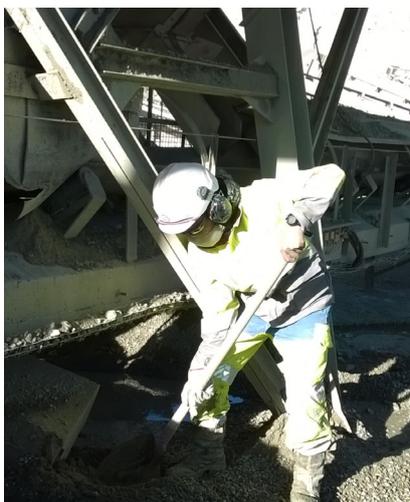
#### ■ 4.5. INTERVENTION SUR LE SITE

- Interventions programmées : installation arrêtée, mode opératoire défini avec précision, interventions en début de journée (l'arrêt de l'installation et un taux d'humidité plus important durant la nuit favorisant l'assainissement de l'air)
- Interventions d'urgence sur incident : utilisation de protection individuelle respiratoire

##### Maintenance des pièces d'usure en atelier



##### Protection respiratoire lors du nettoyage



##### Maintenance des cribles

- Éviter ou de diminuer très fortement la présence de l'opérateur dans le caisson
- Utiliser des panneaux en polyuréthane ou en caoutchouc, beaucoup plus résistants à l'abrasion que les grilles métalliques (ce qui implique des cribles de plus grandes dimensions pour conserver le même débit de production)
- Limiter à deux le nombre d'étages du crible
- Augmenter l'espace entre les étages
- Intégrer ces mesures dès la conception

##### Installations munies d'un système d'abattage des poussières par pulvérisation d'eau

- Éviter ou de diminuer très fortement la présence de l'opérateur dans le caisson
- Utiliser des panneaux en polyuréthane ou en caoutchouc, beaucoup plus résistants à l'abrasion que les grilles métalliques (ce qui implique de plus grandes dimensions des cribles pour conserver le même débit de production)
- Limiter à deux le nombre d'étages du crible
- Augmenter l'espace entre les étages
- Intégrer ces mesures dès la conception

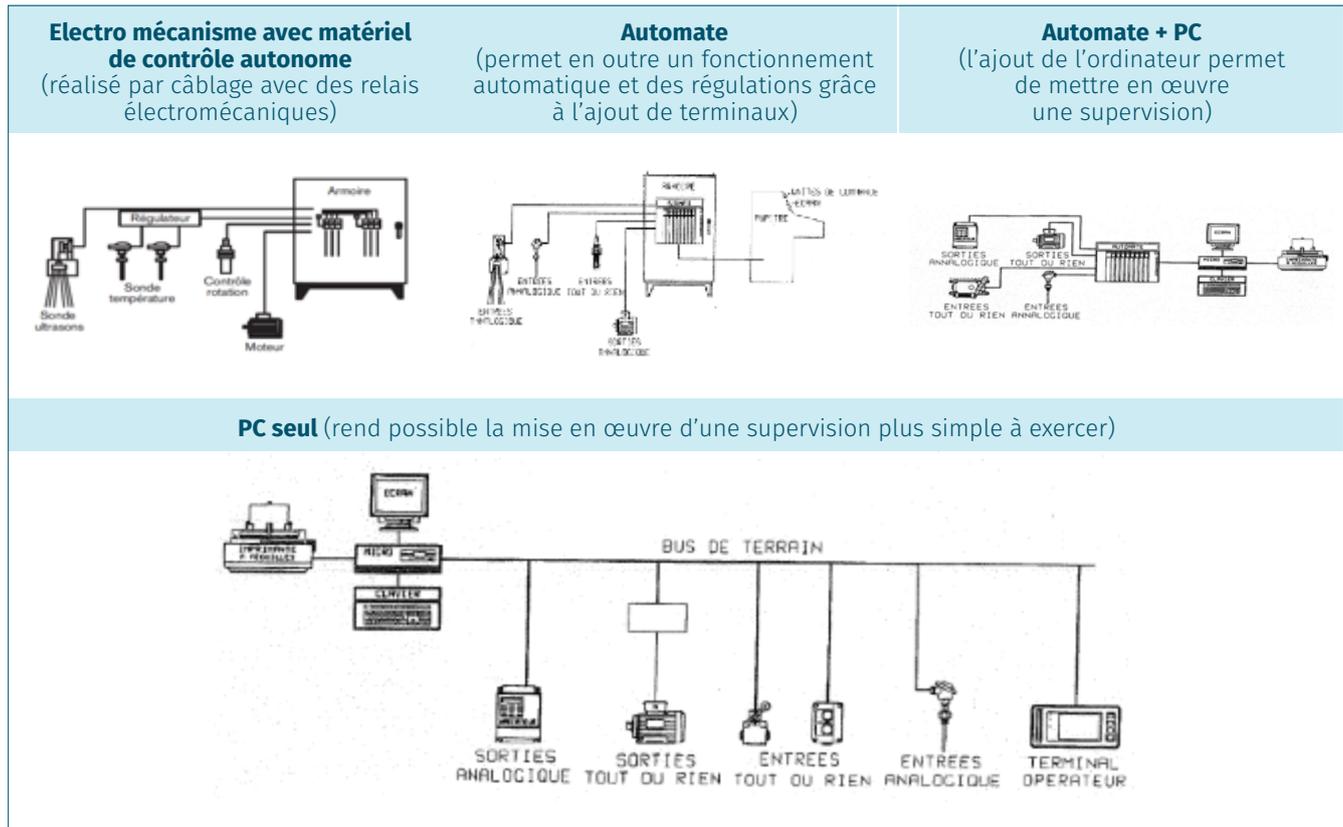
##### Surveillance en temps réel de la granulométrie du matériau par caméra vidéo et traitement informatique de l'image



## 5 L'automatisme et le contrôle par vidéo

- Isoler le personnel des sources d'émission de poussières (également du bruit et des vibrations)
- Limiter le temps d'exposition aux poussières aux seules interventions sur incident et visites de contrôle
- Assurer la maîtrise de la commande et de la surveillance en temps réel de l'outil de production.

### ■ 5.1. L'AUTOMATISME



### ■ 5.2. EXEMPLES DE CAPTEURS



Sondes de bourrage



Détecteurs de rotation

### 5.3. LE CONTRÔLE PAR VIDÉO

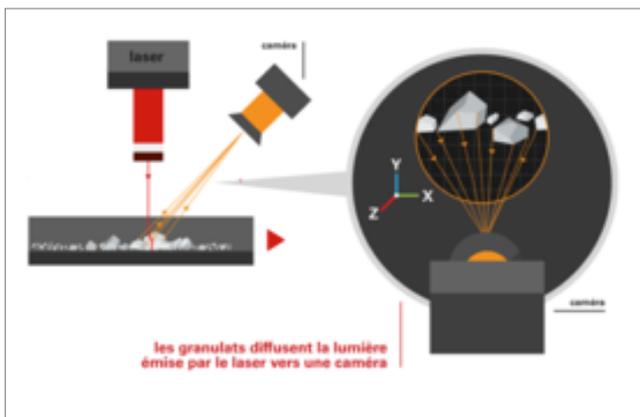
Souvent associé aux capteurs, le contrôle vidéo rend possible, depuis un poste de surveillance avec écrans, la surveillance à distance du fonctionnement d'une installation. Il permet ainsi d'isoler de la poussière le personnel de conduite de l'installation.



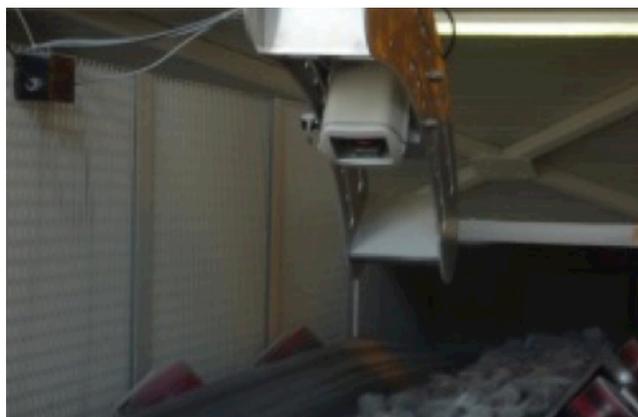
**Contrôle dans les zones à forte concentration en poussières**  
(tunnel de reprise, installation avec bardage, etc.)



**Contrôle du chargement des tombereaux**  
(sous trémie)



**Contrôle de la blocométrie**  
(permet de supprimer ou d'espacer certains réglages de broyeur qui sont des tâches exposantes aux poussières)



**Mesure granulométrique en continu sur bande transporteuse**



**Station peseuse (mise en route de l'arrosage)**



**Sondes de niveau**

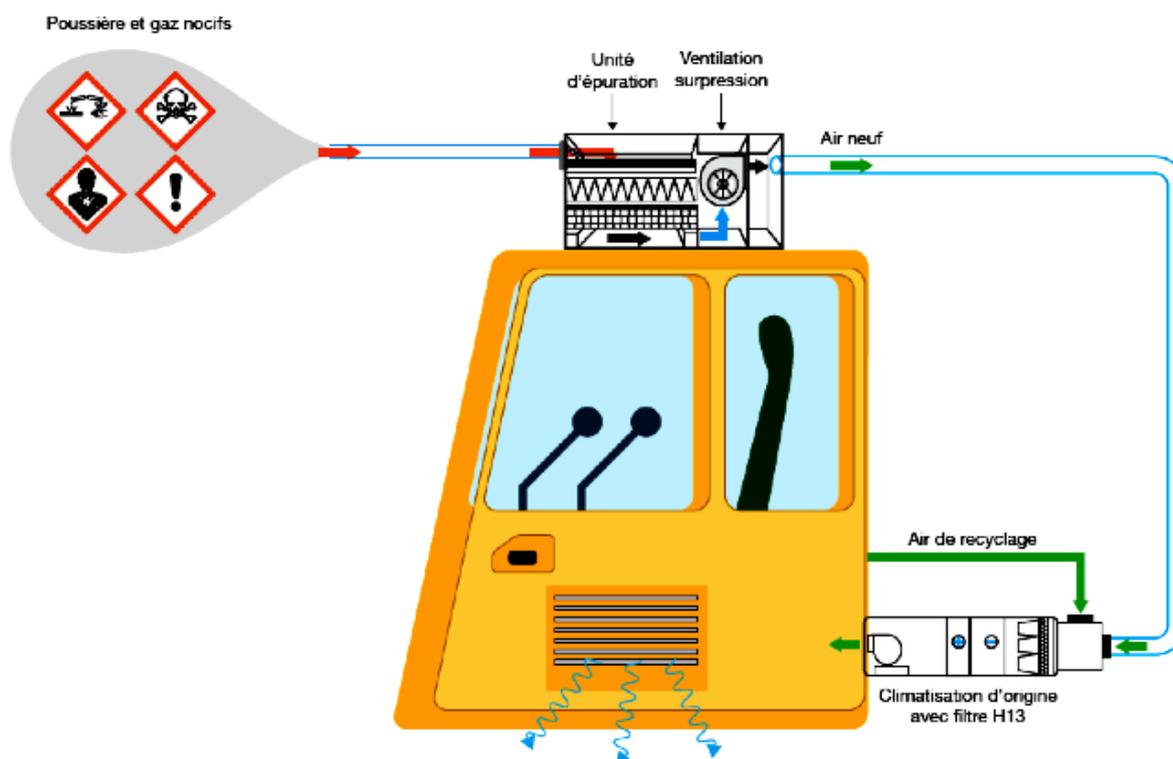
## 6 Cabines d'engins

Prévenir les risques d'expositions aux poussières doit conduire à mener des vérifications sur les dispositifs de filtration d'air des cabines ainsi que sur l'entretien de ces dispositifs et d'une façon plus générale sur les conditions de nettoyage des cabines d'engins. L'ensemble des recommandations décrites n'a de pertinence que si deux conditions préalables sont respectées :

- Portes et fenêtres des cabines doivent systématiquement être fermées
- L'usage de la soufflette est à proscrire pour le nettoyage des engins

### ■ 6.1. DISPOSITIF DE PRESSURISATION DES CABINES

Les cabines pressurisées à air épuré (CPAE) permettent de réduire l'exposition des conducteurs d'engins. Les dispositifs de climatisation permettent de réduire l'exposition, mais sont dépendants des niveaux d'empoussièrement des zones d'intervention et des caractéristiques des poussières.



Source : INRS, ED 6228

#### Principe de l'équipement

- 1) climatisation (évite les ouvertures intempestives de portes et fenêtres)
- 2) circuit de recyclage d'air pourvu d'une filtration haute efficacité
- 3) cabine maintenant une surpression

#### Performances minimales requises

- maintenir une pressurisation supérieure ou égale à 100 Pa
- assurer un apport d'air neuf d'au moins 25 min 3 s/h/occupant et un taux de CO<sub>2</sub> < 1000 ppm
- assurer un débit d'air (air neuf + recyclé) = 40 volumes/h

## 6.2. CARACTÉRISTIQUES DES FILTRES

### Préfiltration

Les filtres doivent être conformes à la norme NF EN 779 (filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules)

- filtres d'efficacité moyenne inférieure à 40 % pour les particules de 0,4 µm = G1 à G4
- filtres d'efficacité moyenne supérieure à 40 % et inférieure à 80 % pour des particules de 0,4 µm = M5 à M6 (anciennement F5 à F6)
- filtres d'efficacité moyenne de 80 % ou plus pour des particules de 0,4 µm = F7 à F9

### Filtration des particules : les filtres doivent être conformes à la norme NF EN 1822 (filtres à air à haute efficacité)

- pour les particules sans effets spécifiques : classe E11
  - pour les particules à effet spécifique (silice cristalline alvéolaire, fibres) : classe H13
- Pour la silice cristalline alvéolaire ou les fibres minérales : classe H13 minimum recommandée.

## 6.3. RÉTROFIT DES ENGIN INITIALEMENT NON ÉQUIPÉS

Un module de ventilation complémentaire peut être installé en amont du dispositif de ventilation standard de l'engin. Il doit être raccordé à la prise d'air extérieur de l'engin.



Exemple : BROTEC (gamme Turbofil)



Exemple : BMAIR (modèle MAO-12)

## 6.4. ENTRETIEN DES FILTRES

Les filtres à air des cabines doivent être remplacés périodiquement sans nettoyage (fort risque d'endommagement lors du soufflage). Les filtres à air des moteurs peuvent être nettoyés à l'air libre ou en système clos. Il est recommandé d'utiliser des systèmes clos pour le nettoyage dans le cadre de poussières de silice cristalline alvéolaire ou de fibres minérales. Dans les cas d'un nettoyage à l'air libre, le personnel doit porter des protections respiratoires, auditives et oculaires.



### Cabine de soufflage pour effectuer le nettoyage dans une boîte close, supprimant le risque d'exposition (exemple : Arena Blast)

Équipé d'un éclairage intérieur, d'une soufflette interne et d'un module de ventilation composé d'une moto turbine, d'un filtre avec système de décolmatage automatique et de 2 cyclones de nettoyage de l'abrasif dont un réglable. L'air poussiéreux est aspiré du fond de la cabine. La poussière est arrêtée par un cyclone, puis une cartouche filtrante retient les dernières impuretés, permettant de rejeter un air propre et dépourvu de poussière.

### 6.5. PROPRETÉ DE LA TENUE DE TRAVAIL

Pour empêcher ou limiter l'entrée de poussières dans la cabine de l'engin, il faut veiller à la propreté de la tenue de travail (chaussures de sécurité et vêtements) avant l'entrée dans la cabine.

- Organiser un changement quotidien des vêtements de travail

OU

- Porter des combinaisons jetables pour les travaux exposant aux situations les plus empoussiérées (nettoyage installation par exemple)

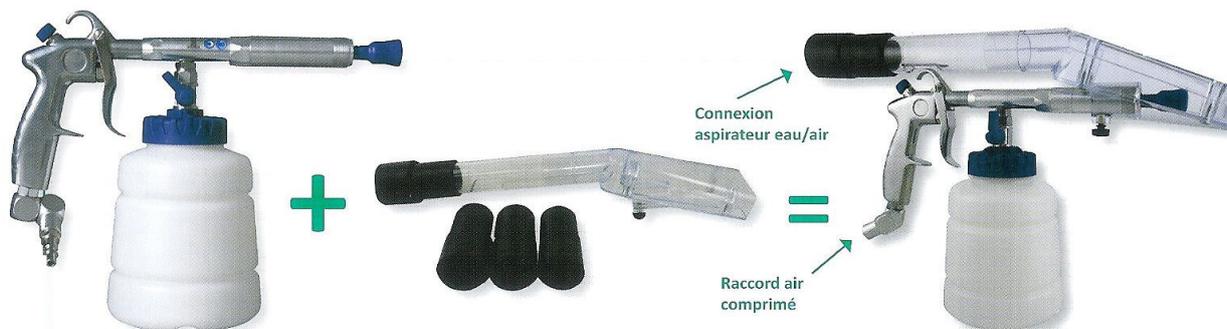
#### Nettoyer les chaussures avant l'entrée dans la cabine

Installation de balais de chantier retournés au plus près de la porte de la cabine (sans en bloquer l'ouverture)



### 5.6. PROPRETÉ DES TEXTILES DE LA CABINE DE L'ENGIN

Nettoyer les sièges et toutes les parties textiles de l'habitacle au moins une fois par semaine avec un aspirateur eau et air si possible équipé du système Ball Booster. Le Ball Booster est un pistolet à air comprimé permettant l'injection du produit nettoyant à haute pression décollant ainsi plus de saletés et de poussières. La combinaison de ce système avec un aspirateur permet d'aspirer immédiatement ce qui est décollé et de laisser le siège presque sec.



## 7 Cabines fixes et locaux annexes : mise hors poussières

**Objectif :** isoler les opérateurs de l'empoussièrément résiduel de l'exploitation dans des locaux alimentés en air filtré et maintenus en légère surpression.

- **Cabines fixes :** cabines implantées dans un environnement poussiéreux à l'intérieur desquelles il n'y a ni présence ni manipulation de matières (postes de commande).
- **Locaux annexes :** locaux à l'intérieur desquels les personnels manipulent ou côtoient la matière (laboratoires).

L'insufflation permanente d'air efficacement filtré à l'intérieur d'un local de conception adaptée permet sa mise hors poussières. L'air insufflé s'évacue en continu par les orifices de fuite naturels (joints de porte, de baie vitrée fixe, passage de câbles, etc.) ou créés artificiellement ce qui maintient une pression interne constante empêchant les introductions de poussières.

### ■ 7.1. CAPTAGE DES POUSSIÈRES DANS LES LOCAUX ANNEXES À LA PRODUCTION (LABORATOIRE PAR EXEMPLE)

Les moyens à mettre en œuvre pour assainir de tels locaux reposent par ordre de priorité sur les principes suivants :

- Suppression ou réduction des émissions de poussières par utilisation de techniques aussi peu émissives que possible, par exemple lavage des équipements avant leur maintenance lorsque cela est possible;
- Captage au plus près des sources d'émissions de la totalité des poussières émises; épuration et rejet
- Dilution et évacuation des poussières résiduelles par la ventilation générale.

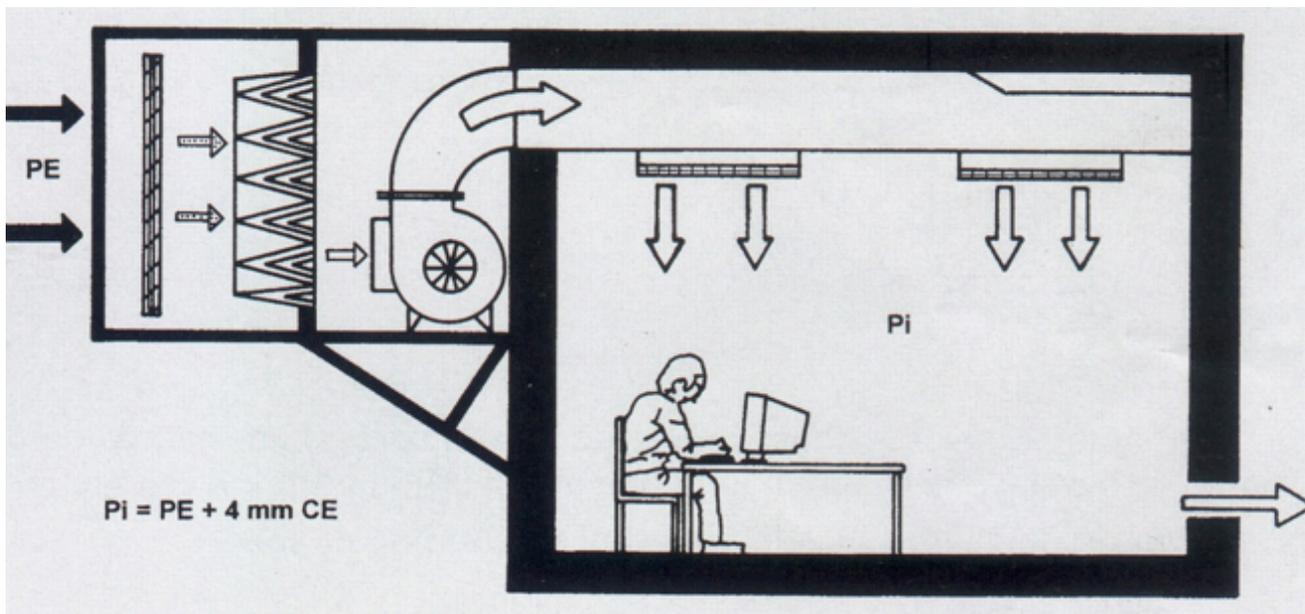
L'aération des locaux à pollution non spécifique est réalisée par des moyens de renouvellement d'air, dont le taux est fixé par la réglementation à des valeurs pouvant aller de 25 à 60 m<sup>3</sup>/h/occupant, en fonction de l'activité physique exercée, afin de maintenir la concentration dans l'air en dioxyde de carbone produit par la respiration humaine en dessous d'un seuil de 1000 ppm.

La ventilation générale ne peut être envisagée en tant que technique principale d'assainissement de l'air que si le recours à une technique de ventilation locale est techniquement impossible ou lorsque les polluants sont peu dangereux et émis à un débit très faible.

### ■ 7.1. CONSTITUTION D'UN GROUPE DE PRESSURISATION

Un groupe de pressurisation doit comprendre les éléments suivants :

- Une partie filtrante composée de plusieurs étages permettant de capter, sur les premiers filtres primaires et secondaires régénérables, un maximum de poussières afin que le filtre finisseur (très haute efficacité ou « absolu ») à faible capacité de rétention, soit soulagé au maximum.
- Un groupe moto ventilateur de caractéristique débit/pression compatible avec les pertes de charge des filtres colmatés, le réseau de gaines, etc.
- Un indicateur de seuil de colmatage des filtres placé de préférence à l'intérieur du poste de commande pour faciliter son contrôle.
- Généralement, une batterie chaude et froide pour le conditionnement de l'air, la climatisation de type window (à travers le mur) étant exclue.
- Une gaine de soufflage ou distribution d'air.
- Un volet de surpression à clapet battant



Groupe de climatisation de type split

Groupes de filtration-surpression

Entrée du sas

## 8 Les pistes et leur entretien



**Arrosage fixe**



**Arrosage mobile**



**Arrosage embarqué**

Source  
Guide NEPSI, mars 2006



# Partie IV

---

## Annexe

---

## ⇒ | SYNTHÈSE PRATIQUE

### ■ SITUATION N° 1 : DANS LA CARRIÈRE, LE TAUX DE SILICE CRISTALLINE (Q, C ET T) EST INFÉRIEUR À 1 %.

L'employeur doit donc évaluer pour chaque GEH le risque lié à l'exposition aux poussières alvéolaires. Il s'appuie, soit sur des données historiques, soit au minimum trois mesures qu'il peut réaliser lui-même ou faire réaliser par un organisme (attention, dans ce cas, il doit préciser à cet organisme, que l'objectif de la réalisation des mesures est d'évaluer le risque).

#### Cas n° 1 : la concentration sur 8 heures (données historiques) pour le GEH conducteur d'engin est de 1,11 mg/m<sup>3</sup>

##### Exemple de données historiques du GEH conducteur d'engin

Poussières alvéolaires (mg/m <sup>3</sup> )
1,20
1,1
1,2
0,95
<b>Moyenne : 1,11 mg/m<sup>3</sup></b>

#### ■ Évaluation des risques

##### Critère 1

- > Toutes les mesures historiques représentatives du GEH sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (5 mg/m<sup>3</sup>)? **Oui**
- > La moyenne des mesures historiques représentatives du GEH est-elle inférieure au 1/4 de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 1,25 mg/m<sup>3</sup>)? **Oui**

##### Critère 2

- > Un processus adapté de maîtrise du fonctionnement des moyens de prévention et protection, est-il déployé? Oui (je suis capable de le démonter sur le terrain et sur la base de documents, par exemple [dossier de prescriptions]).

**Conclusion de l'évaluation des risques : le risque est faible.**

#### ■ Contrôle de l'exposition

L'employeur n'a pas à contrôler l'exposition et donc à appliquer l'arrêté du 4 novembre 2013 relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires.

#### Cas n° 2 : la concentration sur 8 heures (données historiques) pour le GEH FOREUR est de 2 mg/m<sup>3</sup>

##### Exemple de données historiques du GEH foreur

Poussières alvéolaires (mg/m <sup>3</sup> )
2,25
1,8
2,2
1,75
<b>Moyenne : 2 mg/m<sup>3</sup></b>

#### ■ Évaluation des risques

##### Critère 1

- > Toutes les mesures historiques représentatives du GEH sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (5 mg/m<sup>3</sup>)? **Oui**
- > La moyenne des mesures historiques représentatives du GEH est-elle inférieure au 1/4 de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 1,25 mg/m<sup>3</sup>)? **Non : la moyenne est de 2mg/m<sup>3</sup>.**

**Conclusion de l'évaluation des risques : le risque est non faible.**

#### ■ Contrôle de l'exposition

L'employeur doit contrôler l'exposition et donc appliquer l'arrêté du 4 novembre 2013 relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires. Il doit faire appel à un organisme agréé.

À l'issue du contrôle, l'employeur réévalue le risque (critère 1).

## ■ SITUATION N° 2 : DANS LA CARRIÈRE, LE TAUX DE SILICE CRISTALLINE (Q, C ET T) EST SUPÉRIEUR À 1 %.

L'employeur doit donc évaluer pour chaque GEH le risque lié à l'exposition aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline. Il s'appuie, soit sur des données historiques, soit au minimum sur trois mesures qu'il peut réaliser lui-même ou faire réaliser par un organisme (attention, dans ce cas, il doit préciser à cet organisme, que l'objectif de la réalisation des mesures est d'évaluer le risque).

### Exemple de données historiques du GEH Surveillant :

Poussières alvéolaires (mg/m <sup>3</sup> )	Quartz
(mg/m <sup>3</sup> )	
2,24	0,0845
2,75	0,0564
1,7	0,0732
1,90	0,0852
<b>Moyenne : 2,15</b>	<b>Moyenne : 0,074</b>

Il n'y a ni cristobalite ni trydinite sur le site.

### Poussières alvéolaires de silice cristalline

#### ■ Évaluation des risques

##### *Critère 1*

> Toutes les mesures historiques représentatives du GEH sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (soit 0,01 mg/m<sup>3</sup> pour le quartz ou 0,005 mg/m<sup>3</sup> pour la cristobalite)? **Oui**

> La moyenne des mesures historiques représentatives du GEH est-elle inférieure au 1/10 de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 0,01 mg/m<sup>3</sup> pour le quartz ou 0,005 mg/m<sup>3</sup> pour la cristobalite)? **Non : la moyenne est de 0,074 mg/m<sup>3</sup>.**

***Conclusion de l'évaluation des risques : le risque est non faible pour l'exposition aux poussières alvéolaires de silice cristalline.***

#### ■ Contrôle de l'exposition

L'arrêté du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle s'applique. Pour le GEH, une évaluation initiale doit être réalisée par un organisme accrédité.

### Poussières alvéolaires

#### ■ Évaluation des risques

##### *Critère 1*

> Toutes les mesures historiques représentatives du GEH sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (5 mg/m<sup>3</sup>)? **Oui**

> La moyenne des mesures historiques représentatives du GEH est-elle inférieure au 1/4 de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 1,25 mg/m<sup>3</sup>)? **Non : la moyenne est 2,15 mg/m<sup>3</sup>.**

***Conclusion de l'évaluation des risques : le risque est non faible pour l'exposition aux poussières alvéolaires.***

#### ■ Contrôle de l'exposition

L'employeur n'a pas à contrôler l'exposition et donc à appliquer l'arrêté du 4 novembre 2013 relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires. Néanmoins, compte tenu du fait que le risque est également non faible pour les poussières de silice cristalline, l'organisme accrédité se substituera à l'organisme agréé.





