PRÉVENTION DES RISQUES LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POUSSIÈRES EN CARRIÈRES

Guide méthodologique
pour les industries extractives

Une édition UNPG
Décembre 2022

Le guide méthodologique « Prévention des risques liés à l'exposition aux poussières en carrières», dont la dernière mise à jour remonte à mars 2017, s'inscrit dans une démarche de prévention globale des émissions de poussières en carrières[1] .

Cette actualisation du guide prend en compte les évolutions réglementaires sur les poussières de silice cristalline alvéolaire et sur les locaux à pollution spécifique.

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.

UNPG
UNION NATIONALE DES PRODUCTEURS DE GRANULATS

[1] 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 en carrières **7**

■ 1. Caractérisation des poussières en carrières 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 en carrières 12

2.1- Méthodologie
2.2- ÉTAPE 1 : Constitution des Groupes d'Exposition Similaire (GES)
2.3- ÉTAPE 2 : Évaluation pour chaque GES 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
2.5- ÉTAPE 4 : Mise en œuvre des contrôles réglementaires d'exposition aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline pour les GES évalués à risque à l'issue de l'étape 3
2.6- ÉTAPE 5 : Mise à jour de l'évaluation du risque du site

■ 3. Caractérisation du risque lié au cumul des différentes formes de poussières alvéolaires 30

■ 4. Prévention du risque poussières dans les locaux à pollution spécifique 31

■ 5. Évaluation des émissions de poussières et obligations vis-à-vis de l'environnement 34

5.1- Caractérisation des émissions d'un site
5.2- Évaluation par les facteurs d'émissions
5.3- Avant autorisation : Étude d'impact et évaluation du risque sanitaire
5.4- Après autorisation : repères réglementaires et enseignements des études
5.5- La qualité de l'air : des niveaux de réglementation imbriqués et complexes

PARTIE II
Prévention des risques liés aux émissions de fibres minérales asbestiformes en carrières **47**

- 1. Typologie des fibres prises en compte 48
  - 1.1- Définitions, caractéristiques et occurrences
  - 1.2- Zones géographiques potentiellement concernées par le danger fibres asbestiformes
  - 1.3- Le repérage avant travaux
- 2. Risques pour la santé 52
- 3. Évaluation des risques pour les sites concernés par l'aléa amiante environnemental 53
  - 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 : analyse des résultats

PARTIE III
Prévention des émissions : dispositions techniques, organisationnelles et comportementales **57**

- 1. Le confinement des installations 58
- 2. Le dépoussiérage par aspiration 60
- 3. L'abattage des poussières 62
- 4. Maintenance et entretien des installations 64
- 5. L'automatisme et le contrôle par vidéo 66
- 6. Cabines d'engins 68
- 7. Cabines fixes et locaux annexes : mise hors poussières 71
- 8. Les pistes et leur entretien 73
- 9. Les appareils de protection respiratoire 74
- 10. La photométrie 78

PARTIE IV
Annexes **81**

- ANNEXE 1 : Synthèse pratique 82
- ANNEXE 2 : Relevé détaillé des tâches prévu dans le cadre de la base de données DataSilice 84

Partie I

Prévention des risques liés aux émissions de poussières en carrières

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 (PM10) ;*
- *les particules de poussières de 2,5 µm : les « Particulate Matter » de 2,5 µm (PM2,5).*

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)		
$PM_{2,5}$	2,5	6
PM_{10}	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 :**

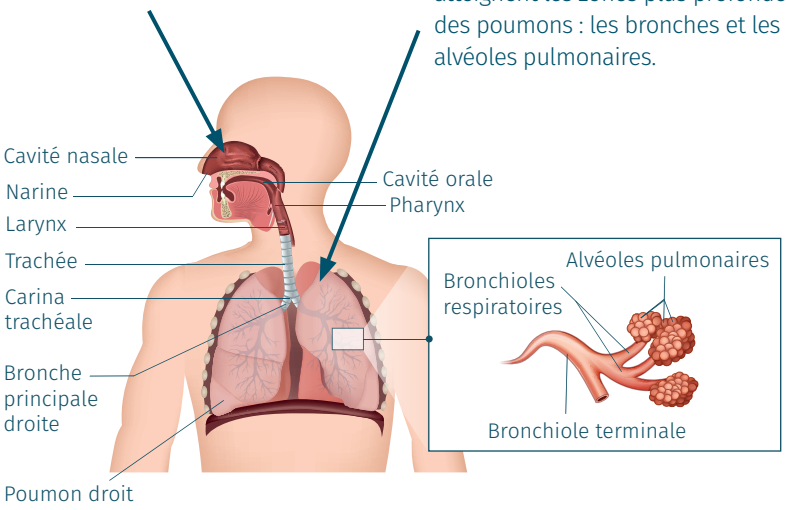
- la part thoracique qui pénètre au-delà du larynx
- la part alvéolaire qui se dépose au plus profond des poumons dans les alvéoles pulmonaires. Leur diamètre est 8 fois plus fin qu'un cheveu. Elles représentent généralement 10 à 20 % de la fraction de poussières inhalables (source guide NEPSI, mars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

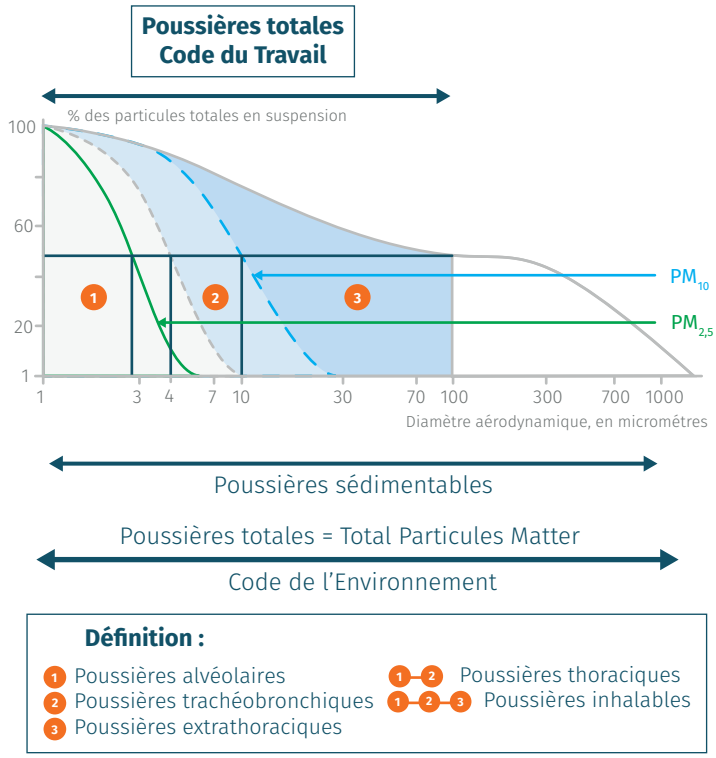
LES POUSSIÈRES SÉDIMENTABLES OU RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES

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.

Les poussières de diamètre moyen supérieur à 4 µm sont retenues dans la région naso-pharyngée puis sont éliminées.

Les poussières alvéolaires de diamètre moyen inférieur à 4µm atteignent les zones plus profondes des poumons : les bronches et les alvéoles pulmonaires.





1.2. RISQUES POUR LA SANTÉ

Repères réglementaires

Depuis le 1er janvier 2021 et à la suite de la publication de l'arrêté du 26 octobre 2020 fixant la liste des substances, mélanges et procédés cancérogènes, les travaux exposant aux poussières alvéolaires de silice cristalline sont inscrits dans la liste française des procédés cancérogènes avérés.

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 :

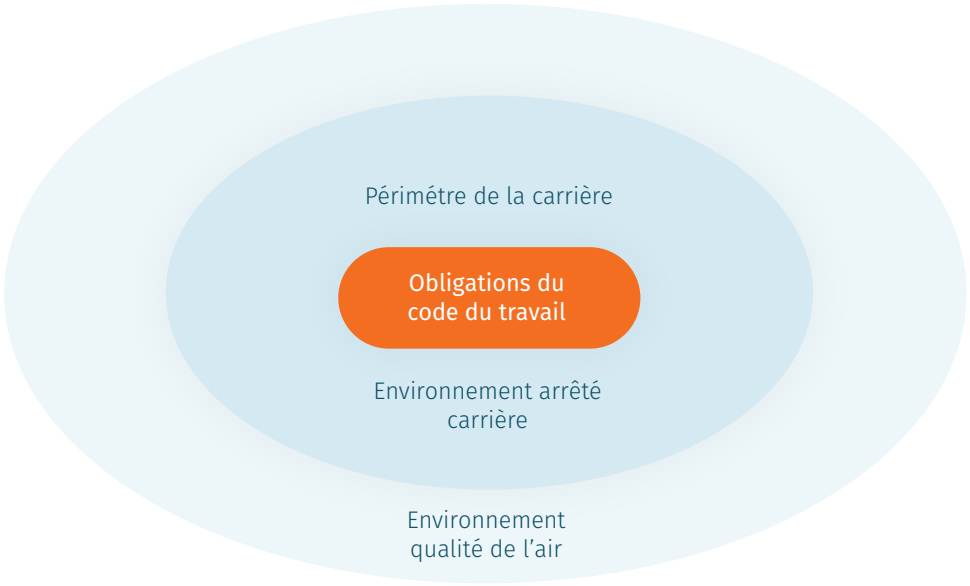
N° du tableau	Libellé du tableau	Pathologies associées
Régime Général n° 25	Affections consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice cristalline (quartz, cristobalite, tridymite)	Silicose aiguë ou chronique

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 :
https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2025

[2] 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



Exemple : description d'un GES « agent de maintenance »

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 « empoussièrement », 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 efficients 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 des émissions de poussières en carrières

2.1. MÉTHODOLOGIE

Repères réglementaires

Depuis le 1er 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 1er 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 ;
- **depuis le 1er janvier 2021 et l'application de l'arrêté du 26 octobre 2020, la section 2 du Code du travail (articles R4412-59 au R4412-93) encadre les procédés générant la poussière de silice cristalline, l'article R54412-149 fixe les valeurs limites d'exposition professionnelle et les articles 154 et 155 traitent des règles d'additivité ;**
- l'arrêté n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique.

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 Similaire (GES).

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 GES du site.

V

ÉTAPE 2 : évaluation pour chaque GES 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 GES constitué le niveau de risque d'exposition.

V

ÉTAPE 3 : application de mesures de prévention pour réduire le niveau de risque.

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

V

ÉTAPE 4 : mise en œuvre des contrôles réglementaires d'exposition aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline pour les GES évalués à risque 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, l'employeur fait appel à un organisme accrédité pour le mesurage des expositions aux poussières alvéolaires et à un organisme accrédité pour le mesurage des expositions aux poussières alvéolaires et aux pousières alvéolaires de silice cristalline.

V

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 GES) des données issues du contrôle d'exposition réglementaire. Il réévalue le niveau de risque des GES contrôlés.

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">Code du travail pour les mines et carrières</th></tr>
<tr><th>Poussières alvéolaires pour le milieu extérieur (dans le cas de LPS, voir chapitre 4)</th><th>Poussières alvéolaires de silice cristalline</th></tr>
<tr><td>Évaluation des risques > Notion de risque faible</td><td>Oui</td><td>Non</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Contrôles de l'exposition
▶ Valeurs limites d'exposition par GES (Durée de référence : 8 h)</td><td>Valeur limite réglementaire :
5 mg/m³</td><td>Valeur limite d'exposition professionnelle contraignante :
- Quartz :
0,1 mg/m³
- Cristobalite : 0,05 mg/m³
- Tridymite : 0,05 mg/m³</td></tr>
<tr><td colspan="2">Si présence simultanée, vérification du respect de la règle d'additivité :
Cns/5 + Cq/0, 1 + Cc/0,05 + Ct/0,05 ≤ 1
- Cns : concentration en alvéolaires non silicogènes en mg/m³
- Cq : concentration en quartz en mg/m³
- Cc : concentration en cristobalite en mg/m³
- Ct : concentration en quartz tridymite en mg/m³</td></tr>
<tr><td>Protections respiratoires
▶ Prise en compte des appareils de protection respiratoire (APR) dans le diagnostic de respect de la valeur limite d'exposition</td><td>Oui
sous condition de mesures de prévention techniques et collectives déjà mises en œuvre</td><td>Oui
sous condition de mesures de prévention techniques et collectives déjà mises en œuvre</td></tr>
<tr><td>Suivi médical</td><td>Oui</td><td>Oui</td></tr>
<tr><td>▶ Niveaux d'aptitudes (médecin)</td><td>Apte ou inapte</td><td>Apte ou inapte</td></tr>
<tr><td>▶ Notice de poste</td><td>Réglementaire</td><td>Réglementaire</td></tr>
</table>

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 SIMILAIRE (GES)

La constitution des GES 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 GES, 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 GES de l'évaluation du risque.

Une méthode simple pour constituer les GES, 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 GES :

- 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 (par exemple 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 GES.

Exemple : description d'un GES 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 de maintenance 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 GES

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

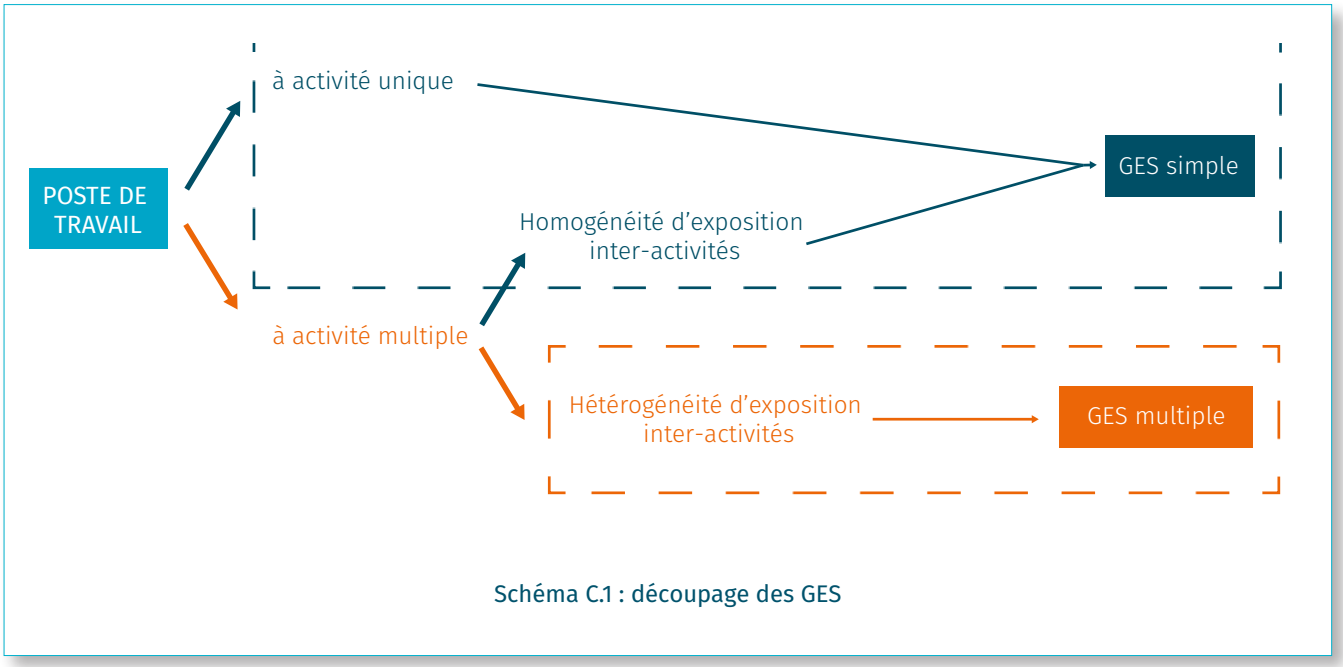


Schéma C.1 : découpage des GES

GES 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 GES.

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.

GES multiple

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 [3] 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.

[3] Le CIP10 est un appareil de prélèvement des aérosols. IL existe en trois versions pour prélever au choix la fraction alvéolaire, thoracique ou inhalable.

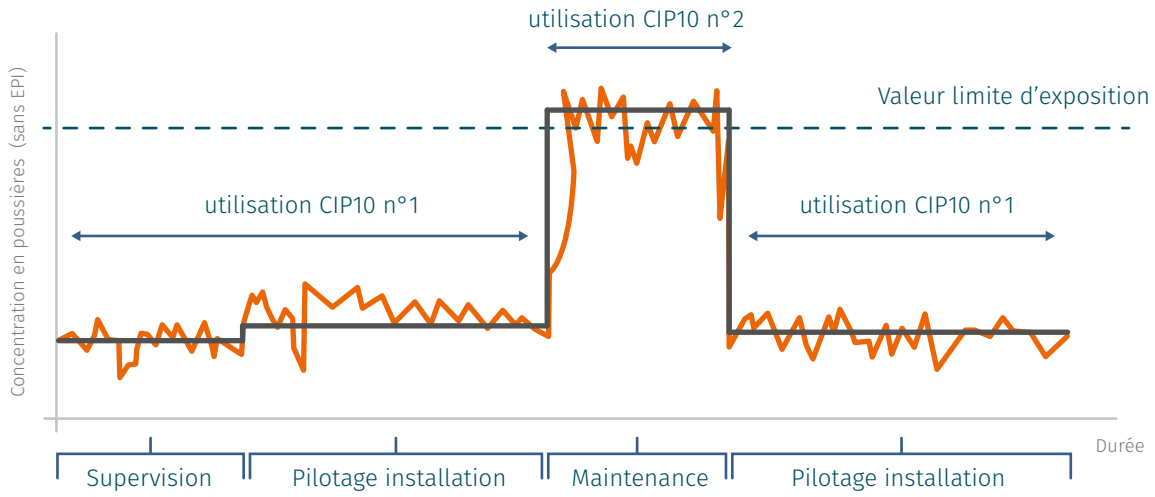


Schéma C.2 : Intérêt de la décomposition des mesures d'un GES complexe

INTÉRÊT DE LA DÉCOMPOSITION DES GES

- Le premier intérêt de la décomposition des GES est directement lié au port d'un APR (Appareil de Protection Respiratoire) 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 GES « 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 GES, 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 GES visent à limiter le nombre de mesures. Il peut exister deux types de GES : simple et multiple. La décomposition des GES multiples permet à l'employeur de cibler plus précisément où et comment agir.

EXEMPLE	Activité(s)	Durée	Exposition	Port d'APR	Exposition totale
Approche GES simple	**Toutes activités :** supervision, maintenance et pilotage d'installation	8 heures	6,36 mg/m³	Oui pour l'activité maintenance	Si application du facteur de protection assigné de 10 5,64 mg/m³
Approche GES décomposé	**Activités à « exposition faible » :** supervision et pilotage d'installation **Activité à exposition « forte » :** maintenance (crible par exemple)	7 heures	2,18 mg/m³	Non	Si application du facteur de protection assigné de 10 2,35 mg/m³
		1 heure	35,6 mg/m³	Oui	

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

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 des risques.

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

DÉTERMINATION DU DANGER « POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES DE SILICE CRISTALLINE »

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.

IDENTIFIER SI LE GES EST CONCERNÉ PAR LE DANGER SILICE CRISTALLINE ALVÉOLAIRE (SCA) :

La détermination du danger « poussières alvéolaires de silice cristalline » nécessite une approche plus détaillée. L'employeur vérifie pour chaque GES, si la masse de poussières alvéolaires de silice cristalline (les 3 formes) est donnée en limite de détection (LDD) [4], une seule mesure est suffisante pour faire ce constat. Pour les sites n'ayant pas de mesure, l'ensemble des GES doit être mesuré. Les résultats obtenus devront être comparés avec la LDD.
Si, pour un GES donné, le résultat (ou l'ensemble des résultats) est inférieur à la LDD, le GES n'est pas concerné par le danger SCA. Si la valeur est supérieure, le GES est concerné par le danger SCA.
Si une seule des mesures présente un résultat différent de la LDD, alors le GES est concerné par le danger.

MASSE	LQ	I		CA1944
Poussières alvéolaires[c]	0,40	0,20	mg	1,22 ± 0,20
Quartz[c]	0,010		mg	< 0,010 (LQ*)
Cristobalite[c]	0,010		mg	< 0,010 (LQ*)
Tridymite[c]			mg	N.D.
Poussières non silicogènes	0,40	0,20	mg	1,22

LQ : limite de quantification. **LQ*** : limite de quantification, mais aucune trace détectée. **I** : incertitude.

N.D. : Non Détéctée (m < 0,010 mg). En l'absence d'étalons de référence certifiés, seule une analyse qualitative de la tridymite est possible.

Extrait d'un rapport de laboratoire de mesure justifiant la limite de détection (LD) et donc l'absence de danger SCA pour ce prélèvement

Déterminer le danger poussières alvéolaires de silice cristalline : pour chaque GES, en cas de limite de quantification sans détection, le GES est considéré comme non concerné par des composés siliceux et donc non concerné par le danger silice cristalline alvéolaire. Pour tenir compte d'une possible évolution des gisements, une vérification est à assurer par des mesures tous les 36 mois selon les recommandations de la norme NF EN 689 (avril 2019) [5].

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 d'exposition :

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

[6] Limite de détection : Résultat justifiant l'absence du composé analysé sur le site. En fonction des laboratoires, l'identification de cette limite peut être différente. Dans certains cas, une demande devra être formulée auprès du laboratoire pour obtenir ces éléments.
[5] Norme NF EN 689 (avril 2019) - Exposition sur les lieux de travail - Mesurage de l'exposition par inhalation d'agents chimiques - Stratégie pour vérifier la conformité à des valeurs limites d'exposition professionnelle. En fonction du nombre de mesures, la valeur limite doit être adaptée

DÉTERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE D'EXPOSITION AUX « POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES »

Pour chacun des GES, l'évaluation est basée sur deux 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 GES inchangées entre les mesures,
- durée de prélèvement inférieure ou égale à 40 heures,
- prélèvements et analyses des échantillons effectués :
  - > Soit par un organisme accredité,
  - > 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,
- prise en compte des APR : pour les organismes accrédités, les résultats sont pondérés par les facteurs de protection assignés (FPA).

Sur la base des données retenues pour un GES, l'employeur vérifie chaque mesure par rapport à la valeur limite d'exposition réglementaire (5 mg/m^3) et calcule la moyenne des données retenues (3 minimum) et la compare à 10% de la valeur limite réglementaire si 3 valeurs, 15% si 4 valeurs et 20% si 5 valeurs ou plus.

Ce principe méthodologique est repris de la norme NF EN 689, version 2019.

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 l'administration.

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 GES.

Si l'ensemble des critères décrits ci-dessus est respecté, le GES peut être considéré à risque maitrisé.
Si un critère n'est pas respecté, le GES est considéré à risque.

Évaluer le niveau de risque d'exposition aux poussières alvéolaires

Critère 1 : exploiter l'historique des mesures.
Pour chacun des GES, prendre en compte l'historique des résultats représentatifs de son activité réelle (3 mesures minimum).

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS :
Avec prise en compte des FPA (Facteur de Protection Assigné) des APR (Appareil de Protection Respiratoire)
(sous réserve de la justification du port effectif des APR par un organisme accrédité)

- Si une seule des valeurs est supérieure à la concentration moyenne réglementaire de 5 mg/m³

OU

- Si la moyenne des valeurs est supérieure à :
  1) 10% de la valeur limite pour un ensemble de trois mesures d'exposition, ou
  2) 15% de la valeur limite pour un ensemble de quatre mesures d'exposition, ou
  3) 20% de la valeur limite pour un ensemble de cinq mesures d'exposition ou plus.

RISQUE

Un contrôle annuel réglementaire doit être réalisé avec un organisme accrédité.

Mise en place des actions décrites aux étapes 3, 4, 5.

- Si toutes les valeurs sont inférieures à la concentration moyenne réglementaire de 5 mg/m³

ET

- Si la moyenne des valeurs est inférieure à :
  1) 10% de la valeur limite pour un ensemble de trois mesures d'exposition, ou
  2) 15% de la valeur limite pour un ensemble de quatre mesures d'exposition, ou
  3) 20% de la valeur limite pour un ensemble de cinq mesures d'exposition ou plus.

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 MAITRISÉ

- Une mesure de réévaluation doit être réalisée tous les 36 mois selon les recommandations de la norme NF EN 689 (avril 2019).
- Elle peut être réalisée en interne ou par un organisme accrédité (si besoin de prise en compte des APR).
  - **Garder les justificatifs des mesures à la disposition de l'inspection du travail.**
  - **Évaluer lors de chaque modification du GES, la conformité aux critères d'évaluation du risque définis ci-dessus.**
  - **Mettre à jour le DUERP.**

DÉTERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE POUR LES « POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES DE SILICE CRISTALLINE »

Pour chacun des GES, 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, afin d'évaluer l'exposition du GES aux poussières alvéolaires de silice cristalline. **Toute donnée historique est utilisée en respectant les critères suivants :**

- doit comporter au minimum 3 mesures,
- mesures les plus récentes possible,
- caractéristiques du GES inchangées entre les mesures,
- durée de prélèvement inférieure ou égale à 40 heures,
- prélèvements et analyses des échantillons effectués :
  - > soit par un organisme accrédité
  - > 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
- prise en compte des APR : pour les organismes accrédités, les résultats sont pondérés par les facteurs de protection assignés (FPA)

Sur la base des données retenues pour un GES, **l'employeur vérifie chaque mesure par rapport à la valeur limite d'exposition réglementaire (quartz : 0,1 mg/m³, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m³) et calcule la moyenne des données retenues (3 minimum) et la compare au 1/10e de la valeur limite réglementaire.** 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 l'administration.

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 la sensibilisation des travailleurs aux mesures de prévention et protection (équipements, organisation et comportement),
- des programmes, des inspections et enregistrements de l'entretien des équipements, afin de justifier 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. Ces éléments sont à évoquer dans le document unique puis à détailler plus précisément dans le document de prescription.

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 GES peut être considéré en risque maitrisé.**
>
> **Si un critère n'est pas respecté, le GES est considéré à risque.**

Évaluer le niveau de risque d'exposition aux poussières alvéolaires de silice cristalline

1ER TEMPS : IDENTIFIER SI LE GES EST CONCERNÉ PAR LE DANGER SCA

METHODE : vérifier la masse de poussières alvéolaires de silice cristalline (pour ses 3 formes) présente dans les mesures d'exposition de chacun des GES du site. Des résultats systématiquement en limite de quantification sans détection (LQ* ou LD avec justificatif du laboratoire) permettent de conclure à l'absence de composés siliceux.

Pour tenir compte de l'évolution possible des gisements, une vérification est à assurer tous les 36 mois.

INTERPRETATION DES RESULTATS :

- Non concerné si absence des composés siliceux
- Concerné si présence d'au moins une forme de SCA dans une des mesures

2ÈME TEMPS : DÉTERMINATION DU NIVEAU DE MAÎTRISE DU RISQUE PAR GES

CRITÈRE 1

METHODE : pour chacun des GES, prendre en compte l'historique des résultats représentatifs de son activité réelle (3 mesures minimum).

INTERPRETATION DES RESULTATS :

Avec prise en compte des FPA (Facteur de Protection Assigné) des APR (Appareil de Protection Respiratoire)
(sous réserve de la justification du port effectif des APR par un organisme accrédité)

- Si une des valeurs de la série prise en compte est supérieure à la VLEP

OU

- Si la moyenne des valeurs est > à 10 % de la VLEP contraignante de la forme de silice cristalline mesurée (quartz : 0,1 mg/m³, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m³).

RISQUE

- Mise en place des actions décrites aux étapes 3, 4, 5 :
  3. Mise en œuvre des mesures de prévention pour réduire l'exposition
  4. Mise en œuvre du contrôle réglementaire
  5. Mise à jour du DUERP

- Si chaque valeur de la série prise en compte est inférieure à la VLEP

ET

- Si la moyenne des valeurs est < à 10 % de la VLEP contraignante de la forme de silice cristalline mesurée (quartz : 0,1 mg/m³, cristobalite et tridymite : 0,05 mg/m³).

Confirmer le résultat en respectant le critère 2

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

- Programmes, inspections et enregistrement de l'entretien des équipements, afin de justifier des résultats des inspections et du bon fonctionnement des moyens de prévention et protection.
- Sensibilisation, formation des travailleurs aux règles organisationnelles et comportementales du site.
- Intégration au document unique.

RISQUE MAITRISÉ

- Garder les justificatifs des mesures à la disposition de l'inspection du travail.
- Évaluer lors de chaque modification du GES, la conformité aux critères d'évaluation du risque définis ci-dessus.
- Mettre à jour le DUERP.

Une mesure de réévaluation doit être réalisée.
Elle peut être réalisée en interne ou par un organisme accrédité (si besoin de prise en compte des APR).

2.4. ÉTAPE 3 : APPLICATION DE MESURES DE PRÉVENTION POUR RÉDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE

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 GES déterminés à risque par la vérification ou la mise en place de mesures de prévention et remet à jour pour chaque GES concerné l'évaluation du risque.

En cas de dépassement de la VLEP, le poste de travail à l'origine du dépassement doit être arrêté. Une recherche approfondie des causes doit être réalisée et un plan d'action mis en œuvre.

En lien avec les travaux menés par la Sim au travers du «Guide de l'exploitant»[6], 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
Extraction		
Foration	- Broyage par outil de foration - Éjection des débris et poussières hors du trou dans le flux d'air à grande vitesse	- Injection de produit agglomérant, mouillant - Mécanisation des manœuvres comme le remplacement des barres - Cabine climatisée/pressurisée - Dépoussiérage par aspiration/filtration
Chargement	- Brassage des matériaux extraits pendant les reprises entraînant la mise en suspension des éléments les plus fins	- Remplacement des transports par engins par des convoyeurs capotés - Mise en place d'un revêtement moins altérable sur les pistes - Traitement des pistes par produit fixant - Arrosage par équipements fixes et mobiles - Cabine climatisée/pressurisée
Transport (roulage)	- Décollement des fines du sol par effet éolien lié à la vitesse des véhicules ou engins. - Détérioration en surface des pistes par arrachage ou poinçonnement par les pneumatiques	
Traitement		
Concassage, broyage	- Libération et mise en suspension des fines au cours des opérations de fragmentation	- Confinement des points d'émission sur les équipements de travail - Télésurveillance et télécommande à distance - Dépoussiérage par aspiration/filtration - Abattage des poussières par pulvérisation « mouillante » - Nettoyage par aspiration centralisée
Classement	- Mise en suspension des tranches les plus fines pendant classification sur cribles à sec	
Manutention	- Mise en suspension des éléments fins aux points de transferts, jetées, chargements - Émission ou décollement des fines par les rouleaux sur les brins de retour des bandes	
Post-Traitement		
Stockage, reprise et livraison	- Remise en suspension au cours de chaque opération - Émission ou décollement des fines par les rouleaux sur les brins de retour des bandes	- Reprise et livraison entièrement automatisée - Nettoyage des bandes - Retournement des brins de retour - Cabine climatisée/pressurisée - Confinement des points d'émission sur les équipements de travail - Télésurveillance et télécommande à distance - Dépoussiérage par aspiration/filtration - Abattage des poussières par pulvérisation « mouillante » - Nettoyage par aspiration centralisée
Laboratoire de contrôle	- Essais de fragmentation et de tamisage	- Travail sous hottes aspirantes - Local isolé et ventilé
Maintenance		
Nettoyage, entretien	- Remise en suspension des poussières déposées au point d'intervention	- Utilisation de matériaux « anti usure » - Graissage centralisé et automatique - Nettoyage par aspiration centralisée - Arrosage avant intervention - Programmation des travaux en dehors des périodes de production

[6] Guide de l'exploitant : Empoussiérage. Collection Hors-série de mines & carrières (Hors-série n°2, page 33 du pdf du Catalogue). 1995.

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

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

L'employeur fait appel à un organisme accrédité pour mettre en œuvre le contrôle des expositions aux poussières alvéolaires et aux poussières alvéolaires de silice cristalline.

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, 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, 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 GES et la méthodologie d'évaluation des risques. **En revanche, le contrôle de l'exposition est encadré par la réglementation.**

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 GES (étape 1) qu'il peut remettre en cause. Pour limiter les points de divergence, il parait essentiel d'impliquer l'organisme le plus en amont possible dans la réflexion sur la constitution des GES.

POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES

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

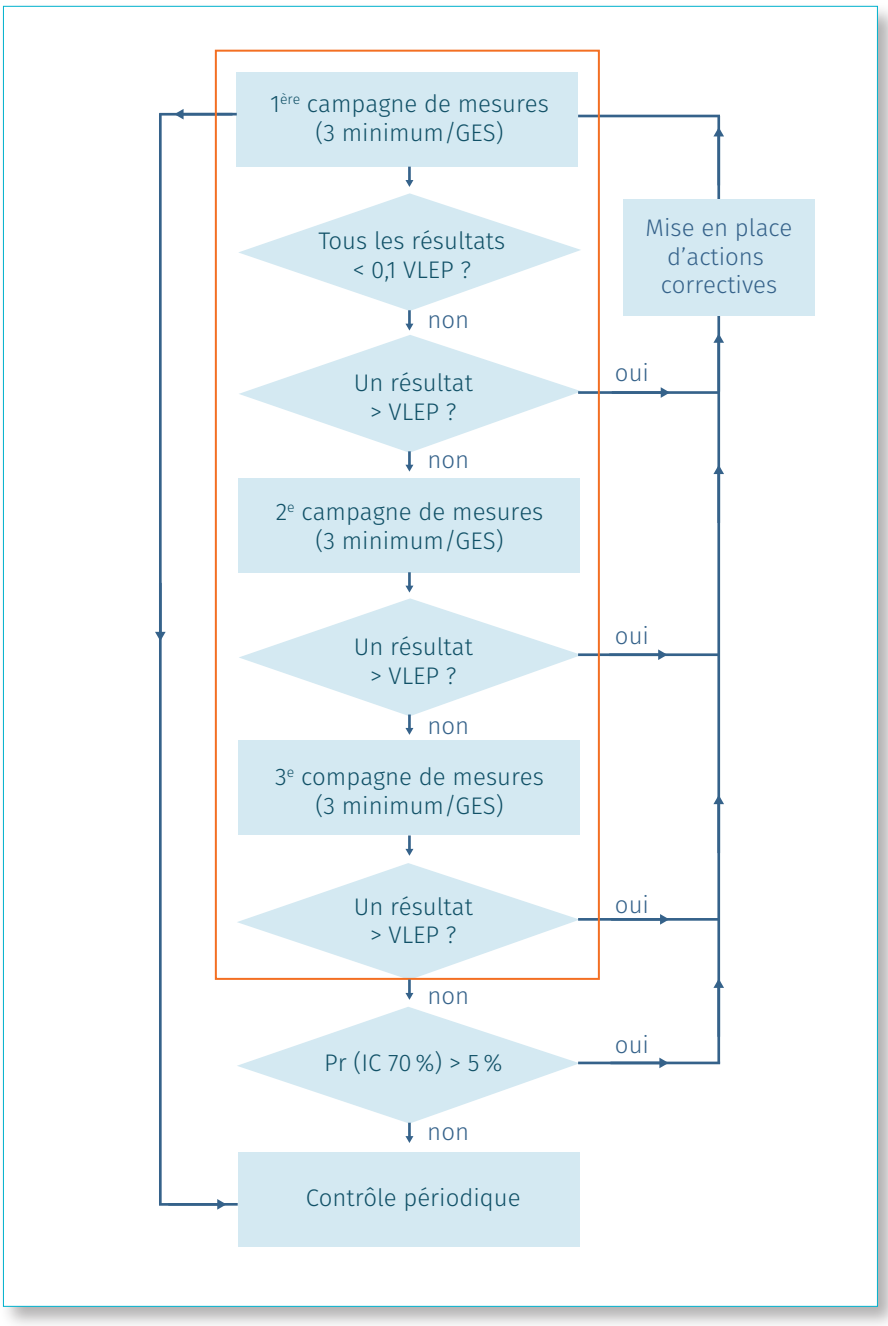
Les échantillons prélevés sont analysés soit par l'organisme en charge du prélèvement, soit par un sous-traitant pour cette activité d'analyse. Les résultats sont traités par l'organisme chargé du prélèvement en tenant compte de la période de référence de 8 heures.

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 GES 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, approvisionne- ment 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

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 GES 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 GES 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).



Évaluation initiale (arrêté du 15 décembre 2009)

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 GES 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 GES 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 GES « 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, une nouvelle journée de prélèvement et/ou une redéfinition du GES 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 hétérogènes (exemple de la fiche « MétroPol A1» de l'INRS [7] : écart-type géométrique des mesures > à 3), l'organisme accrédité peut émettre une réflexion sur la stratégie de mesurage. 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 GES 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 GES, lorsque le respect de la VLEP est confirmé par la première campagne de 3 mesures (valeurs inférieures à 10% de la valeur limite), l'employeur peut revenir à l'étape 2 de la démarche et réévaluer le risque.

Lorsqu'un dépassement de VLEP (valeurs supérieures à 100% de la VLEP) **ou du diagnostic statistique est établi pour un GES**, l'exploitant arrête les travaux exposant responsables de ce dépassement concerné par le GES jusqu'à la mise en œuvre des mesures propres à assurer la protection des travailleurs.

Lorsqu'il est certain à 70 % que 95% des résultats sont inférieurs à la VLEP (IC (70%) > 5%), l'organisme déclare le GES 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.

[7] Stratégie de l'évaluation de l'exposition et comparaison aux valeurs limites - https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html

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 GES. Cela permettra d'identifier éventuellement des mesures à exclure pour non-conformité aux tâches décrites dans le GES. Par exemple pour un GES « 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 GES et elle devra être exclue.

Remarque :
Pour les sites relevant de l'UNPG, le relevé détaillé des tâches doit être conforme au relevé prévu dans le cadre de la base de données DataSilice (voir annexe II).

- 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 les GES à risque.

ÉTAPE 4 : mettre en œuvre le contrôle d'exposition réglementaire aux poussières alvéolaires pour les GES évalués à risque 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 maitrisé. Il intègre ces valeurs dans l'historique des mesures du GES et met à jour l'évaluation des risques (étape 2).

2.6. 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 GES) des données issues du contrôle d'exposition réglementaire. Il réévalue le niveau de risque des GES 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 GES caractérisé par un risque 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 5, 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 :

Cns/5 + Cq/0, 1 + Cc/0,05 + Ct/0,05 ≤ 1

- Cns est la concentration mesurée en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m³
- Ct est la concentration mesurée en tridymite en mg/m³
- Cc est la concentration mesurée en cristobalite en mg/m³
- Cq est la concentration mesurée en quartz en mg/m³

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).

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 GES 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.

Lorsque l'évaluation a exclu les dangers cristobalite et tridymite la formule est la suivante :

Cns/5 + Cq/0, 1 ≤ 1

4 Prévention du risque poussières dans les locaux à pollution spécifique

Repères réglementaires

Aération - Assainissements des locaux - Locaux à Pollutions Spécifiques.

Le Décret no 2021-1763 du 23 décembre 2021 modifie les règles applicables aux concentrations moyennes des poussières sans effet spécifiques Totales et Alvéolaires. Les concentrations moyennes doivent respecter le calendrier et les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous.

Il est considéré que traiter efficacement les expositions aux poussières alvéolaires concoure 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).

	Recommandations ANSES	Valeurs historiques	Valeurs réglementaires au 01. 01. 2022	Valeurs réglementaires au 01. 07. 2023
Poussières alvéolaires	0,9 mg/m³	5 mg/m³	3,5 mg/m³	0,9 mg/m³
Poussières totales (inhalables)	4 mg/m³	10 mg/m³	7 mg/m³	4 mg/m³

METHODOLOGIE ET ACTIONS A MENER SUR LES LOCAUX A POLLUTION SPECIFIQUE

1) Déterminer si le local est un local à pollution spécifique

Articles R4222-3 et R4222-11 du Code du travail : Locaux dans lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols solides ou liquides, autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine.

L'installation de ventilation doit permettre :

- d'apporter de l'air neuf dans les mêmes conditions que pour les locaux à pollution non spécifique,
- de respecter les valeurs limites admissibles de concentration de poussières, de gaz, vapeurs, aérosols, liquides ou vapeurs, pour protéger la santé et la sécurité de travailleurs.

Correspondances pour les carrières : Cabines de tri.

Laboratoires (poste technicien granulats...).

Qu'est-ce qu'un local ? Il s'agit d'un lieu complétement fermé, sans flux d'air naturel, dont les flux d'air peuvent être assainis via des dispositifs spécifiques.

Catégories de lieu de travail	Définitions réglementaires	Correspondances pour les carrières	Nature des contrôles d'exposition		
			Arrêté du 15 décembre 2009[2]	Décret du 30 août 2013[3]	Décret du 23 décembre 2021[4]
Autres locaux					
Lieux de travail Article R4221-1 du Code du travail	Lieux destinés à recevoir des postes de travail situés ou non dans les bâtiments de l'établissement, ainsi que tout autre endroit compris dans l'aire de l'établissement auquel le travailleur a accès dans le cadre de son travail.	Halls bardés de traitement des matériaux. Installations de traitement et de transport des matériaux. Pistes. Ateliers. ➡ Y compris en phase de maintenance.	X	X	
Locaux à pollution non spécifique Articles R4222-3 et R4222-4 du Code du travail	Locaux dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine et disposant d'une ventilation mécanique ou naturelle permanente.	Bascule, Poste de commande…	X	X	

2) S'il s'agit d'un local à pollution spécifique

- Exploiter l'historique des résultats des mesures des concentrations moyennes en poussières mesurées dans le local (mesures issues des évaluations du risque poussières antérieures) et vérifier le respect de la concentration moyenne réglementaire.
- En cas d'absence d'historique de mesures, réalisation des mesures par un organisme accrédité et vérification de la concentration moyenne réglementaire.

Pour cela, la profession recommande de faire plusieurs mesures représentatives effectuées à partir d'un CIP10 (durée minimale de mesure de 120 min ou plus, ramenée sur une période de 8h) selon la norme NF X43-262, Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosols solides a l'aide d'une coupelle rotative (fractions alvéolaire, thoracique et inhalable), au plus proche de la situation de travail de l'opérateur et des sources d'émission.

Le CIP10 peut être posé en station fixe ou être porté (sous condition que l'opérateur reste à l'intérieur du local).

La valeur de référence à utiliser pour la mesure de concentration : 3,5 mg/m^3 puis au 1er juillet 2023, 0,9 mg/m^3 pour les poussières alvéolaires et 7 mg/m^3 puis 4 mg/m^3 pour les poussières totales (inhalables).

- Exploitation de séries de 3 mesures minimum et calcul de la moyenne.

3) En cas de non-respect de la concentration moyenne réglementaire, mesures correctives à prendre pour assurer la protection des salariés concernés (mesures individuelles, organisationnelles et techniques).

Exemple : Choix et dimensionnement de la ventilation / du captage à la source (Principes généraux de ventilation, ED695-2022, INRS ; Les appareils de protection respiratoire, choix et utilisation, ED106-2017, INRS). Réalisation de mesures de contrôles.

Les mesures correctives en cas de non-respect des valeurs [08]

	Cabine de tri	Laboratoire
1) MESURES ORGANISATIONNELLES		
Nettoyage des locaux	Abandon du balai au bénéfice d'un aspirateur avec filtre classe HEPA (H13)	
Autres mesures	Privilégier si possible les opérations de tri mécanique (optique, flottaison aspiration, soufflage...) au tri manuel pour réduire le temps de présence des opérateurs	■ Isoler ou séparer les tâches les plus émissives des autres (concassage, quartage) ■ Dans le cas d'utilisation d'une machine, lancer le fonctionnement en dehors des horaires de présence du personnel (entre 12h et 14h, fin de journée)
2) EQUIPEMENT DE PROTECTION COLLECTIVE (EPC)		
Poussières émises à l'intérieur du LPS	Flux d'air propre sur opérateur	
	Aspiration au plus près des sources d'émissions de la totalité des poussières émises (Hotte aspirante / bras mobile aspirant)	
	Dilution et évacuation des poussières résiduelles par la ventilation générale	
	Mouvement de l'air propre de l'opérateur vers la source de poussières puis vers le dispositif de captage	
	Compenser les sorties d'air par des entrées d'air équivalentes	
	Eviter les courants d'air pour que les dispositifs de captage conservent leur efficacité initiale et que les opérateurs ne soient pas gênés par des vitesses d'air trop élevées ou un apport d'air trop froid au niveau du poste de travail	
	Humidification des matériaux en amont de l'intervention (en fonction des essais)	
	Brumisation amont pour abattre les poussières	-
3) EQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE		
	EPI adapté (dépendra de la concentration max mesurée dans le LPS concerné)	

Pour assurer une efficacité optimale du traitement des poussières émises à l'intérieur du LPS, s'assurer de l'étanchéité du LPS vis-à-vis des émissions de poussières provenant de l'extérieur du local.

4) Annexer au document unique d'évaluation du risque du site les résultats des mesures.

5) Actualisation des mesures de contrôle des concentrations moyennes en poussières dans le local à pollution spécifique (recommandation UNPG).

En cas de respect des concentrations moyennes, une mesure de contrôle est recommandée à minima tous les 5 ans. Si dans ce laps de temps des modifications ont été effectuées sur le local, dans l'aménagement des postes de travail..., un contrôle des concentrations moyennes doit être réalisé sans attendre.

Les équipements de ventilation doivent être entretenus et maintenus en bon état de fonctionnement (Principales vérifications périodiques, ED828-2018, INRS). L'employeur tient à jour un dossier d'installation comportant les dates, résultats des contrôles, les rapports de maintenance, les consignes d'utilisation des équipements (exemple : registre des équipements et contrôles internes, dossier de prescriptions...).

[08] Les mesures présentées dans le tableau ci-après viennent compléter les mesures décrites dans la partie III, Prévention des émissions : dispositions techniques, organisationnelles et comportementales, paragraphe 7. Cabines fixes et locaux annexes : mises hors poussières

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.).

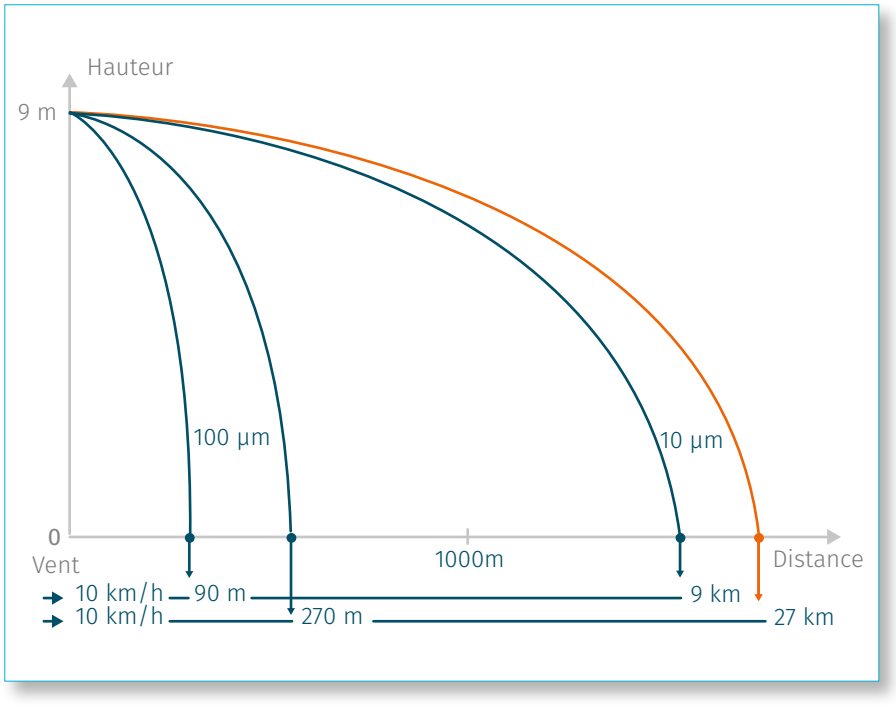
Des facteurs extérieurs aux étapes de production influencent également le comportement des poussières.

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.

Ces remises en suspension sont globalement liées aux conditions météorologiques (vent, humidité, ensoleillement, température, ...) conjuguées à la topographie du site. La crise climatique oblige maintenant l'exploitant de carrière à une vigilance accrue de manière à anticiper par des mesures pratiques les émissions de poussières qui pourraient s'amplifier à l'occasion d'épisodes extrêmes de plus en plus longs, fréquents et intenses (sécheresse, canicule, vent violent, ascendance thermique, ...).

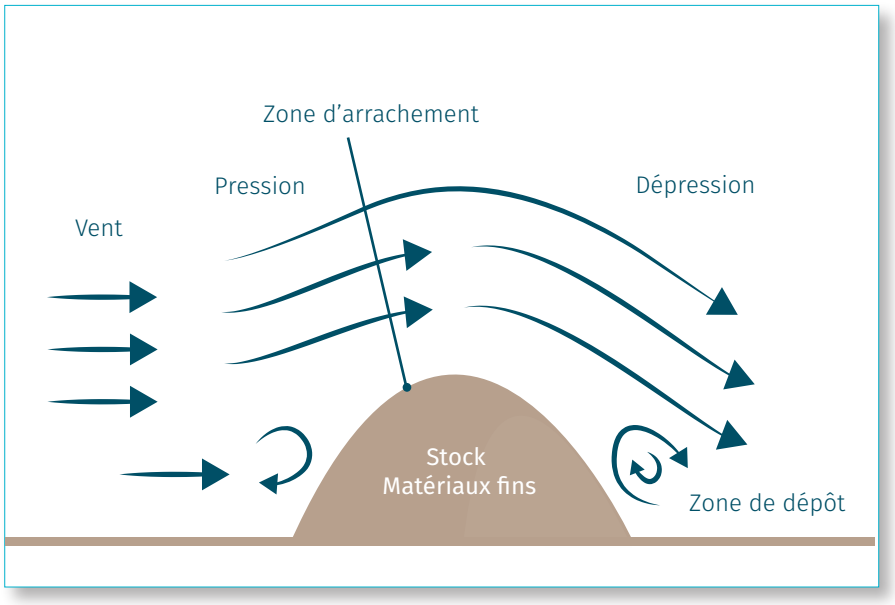
INFLUENCE DU VENT

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 100µ, jusqu'à 0,003 m/s pour 10µ. Le comportement des particules est donc fonction de leur nature (forme, densité, granulométrie) et des conditions météorologiques (vent, hygrométrie, ensoleillement).



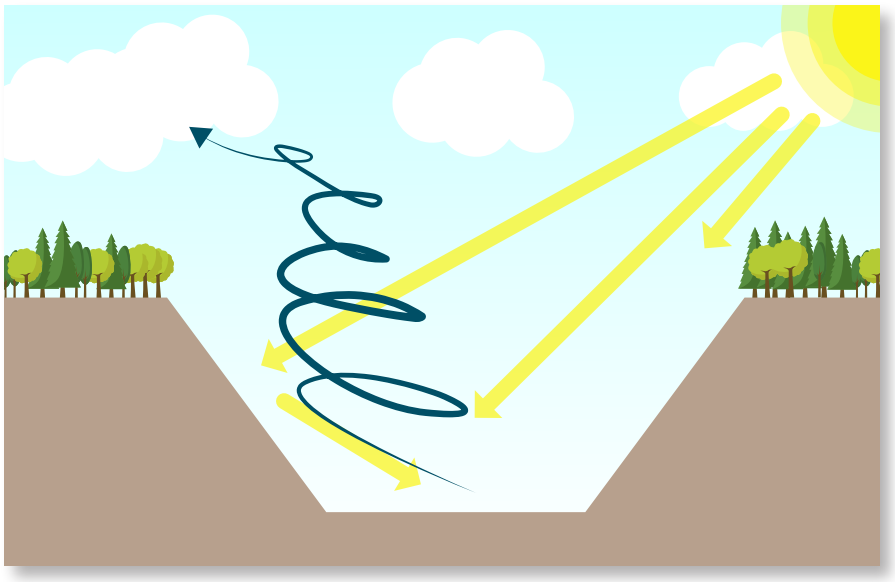
INFLUENCE D'UN STOCK DE MATÉRIAUX SUR LE VENT

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'entrainement. A contrario, après l'obstacle, la vitesse diminue et les particules s'accumulent 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 PM10 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 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 des données professionnelles issues d'enquêtes sur des échantillons représentatifs de carrières de granulats (roche, capacité de production, traitements, équipements, ...) le CITEPA publie tous les ans les facteurs d'émission nationaux pour les trois catégories de production issues des roches massives (éruptives et calcaires), des roches meubles et du recyclage. Ces facteurs d'émission, présentés dans le tableau ci-dessous, correspondent à des valeurs moyennes calculées pour 2020 destinées aux inventaires et ne sont en aucun cas représentatifs des conditions locales [09].

Facteur d'émission 2020 g/t	TSP	PM10	PM2,5	*% PM10*	*% PM2,5*
Roches massives	**106**	**29,4**	**4,64**	*28%*	*4%*
Roches meubles	**21,7**	**7,34**	**1,52**	*34%*	*7%*
Recyclage	**32,8**	**13,3**	**3,02**	*41%*	*9%*
Total	**69,2**	**20,06**	**3,37**	*29%*	*5%*

TSP (total suspended particulate) : correspond aux poussières totale du Code du travail

[09] Source : rapport OMINEA 19ème édition - exploitation des carrières - mars 2022

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 :

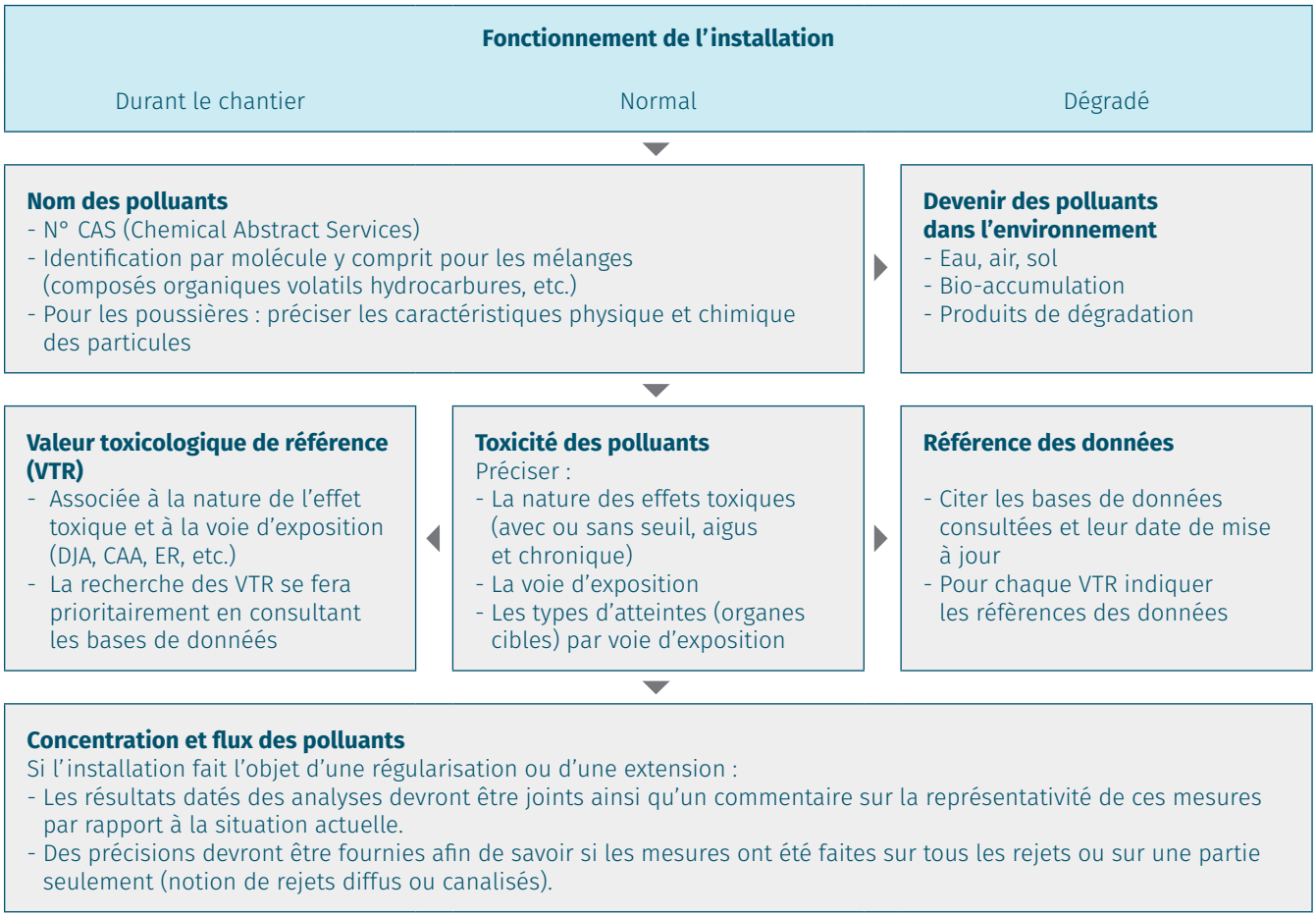
- des scénarios adaptés aux usages et aux populations autour de l'installation, conformément au schéma conceptuel ;
- des concentrations dans les milieux d'expositions estimées par modélisation ou par la mesure.

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 US EPA aux États-Unis (la base ITER peut aider à sélectionner les VTR — site Internet : 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 de VTR pour les poussières sans effet spécifique ni pour les poussières siliceuses. Les seuils de qualité de l'air imposés par la réglementation pour la réduction des émissions nationales sont alors utilisés : valeur limite 40 µg/m^3 pour les PM10 et valeur cible de 20µg/m^3 (France 2020) pour les PM2,5. Pour la silice, l'OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment aux Etats Unis) a proposé en février 2005 une VTR de 3 µg/m^3 qui doit être utilisée dans le calcul de quotient de danger qui conclue une évaluation du risque sanitaire.

5.4. APRÈS L'AUTORISATION : REPÈRES RÉGLEMENTAIRES ET ENSEIGNEMENTS DES ÉTUDES

DISPOSITIONS DES ARRÊTÉS MINISTÉRIELS POUR LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT ET LES CARRIÈRES

Pour la surveillance environnementale, la dernière évolution réglementaire (arrêté du 22 octobre 2018) nécessite de se reporter :

- pour les installations de traitement, à l'arrêté ministériel du 26 novembre 2012 modifié – rubrique 2515
- pour les carrières au sens strict, à l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié – rubrique 2510

Il est maintenant précisé que les arrêtés du 10 décembre 2013 qui détaillent les prescriptions applicables aux installations de transit 2516 (produits minéraux pulvérulents) et 2517 (produits minéraux non pulvérulents) ne s'appliquent pas à celles qui relèvent également du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2515 de la nomenclature des installations classées. Dans ce cas, c'est l'arrêté du 26 novembre 2012 qui s'applique. Le plan de surveillance de la carrière vaut ainsi pour ces rubriques lorsqu'elles sont présentes dans le périmètre et qu'elles ont été visées dans l'arrêté d'exploitation.

Installations de traitement :

Les installations de traitement qui sont dans le périmètre d'une carrière soumise à une surveillance environnementale sont rattachées au plan de surveillance de la carrière : identification des diverses sources d'émissions liées aux installations, mesures de réduction spécifiques, suivis spécifiques.

Celles qui se trouvent hors carrière, ainsi que celles situées sur une carrière non soumise à une surveillance environnementale (carrière en eau, carrière dont la production annuelle est inférieure à 150 000 tonnes) doivent réaliser un plan de surveillance dont les principes sont les mêmes mais dont les prescriptions diffèrent sur certains points (article 39 de l'arrêté du 26 novembre 2012). En cas d'installations mobiles non permanentes, l'exploitant réalise le suivi lorsque celle-ci est présente et fonctionne.

Pour les installations de premier traitement de plus de 550 kW situées en carrière – anciennement soumises à autorisation – l'arrêté du 26 novembre 2012 retient le débit horaire du ventilateur de mise en dépression avec 7000 m^3/h comme seuil :

- Au-dessus de 7000 m^3/h, contrôle des concentrations par mesure des poussières totales (respect du seuil de 20 mg/Nm^3) ainsi que des PM10.
- Egal ou inférieur à 7000 m^3/h, entretien régulier sans obligation de contrôle des concentrations.

Le débit figure le plus souvent sur la plaque de l'appareil (sinon, au débit de 7000m^3/h la puissance nécessaire est d'environ 9,2 kW - 12,5 CV).

Pour tous les autres cas (installations de moins de 550 kW et installations de plus de 550 kW situées hors carrière ou procédant au-delà d'un premier traitement – exemple, installations de fabrication de minéraux industriels), l'obligation de contrôle des émissions canalisées s'applique à tous les appareils (sans simplification pour les dépoussiéreurs de moins de 7000 m^3/h) mais avec des seuils différents (sans obligation de mesure des PM10) : 30 mg/Nm^3 pour les installations nouvelles postérieures au 25 octobre 2018 et 40 mg/Nm^3 pour celles existantes avant cette date.

Plan de surveillance des émissions de poussières :

Toutes les carrières dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes à l'exception de celles exploitées en eau, doivent mettre en place un plan de surveillance basé sur un suivi annuel des retombées atmosphériques (somme des fractions solubles et insolubles recueillies dans les jauges exprimées en $mg/m^2/jour$). Pour l'essentiel, on retiendra les points suivants :

- la surveillance est opérée à l'aide de jauges — et non plus de plaquettes — sur une période de 1 mois et une fréquence trimestrielle puis semestrielle après 8 campagnes consécutives inférieures au seuil de 500 $mg/m^2/j$.

- le réseau doit comprendre au moins une station témoin (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). Il peut être utile pour l'exploitation de disposer une ou plusieurs jauges supplémentaires à l'intérieur du site (d), à proximité immédiate des points-sources les plus émetteurs, afin de mesurer l'efficacité des mesures de gestion mises en place, par rapprochement avec les valeurs des jauges en périmètre (c).
- 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/m²/jour. L'objectif est de rester inférieur à 500 mg/m²/jour en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges installées en point de type b du plan de surveillance. Ce seuil, fixé à titre d'objectif par l'arrêté ministériel peut être abaissé pour tenir compte de spécificités locales.

Les sites dont la surface est entièrement située sur le territoire d'une commune couverte par un plan de protection de l'atmosphère sont 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 peuvent se référer aux données corrigées de la station météorologique la plus représentative à proximité.

Autres dispositions :

Quelques points méritent d'être soulignés :

- au niveau de la conception et du fonctionnement :
  - > toute carrière/installation 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).
  - > les engins de foration des trous de mines doivent être équipés d'un dispositif de dépoussiérage.
- 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 sortant 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.
  - > Le plan de surveillance, particularité des carrières et de leurs installations de transformation pour caractériser leur impact dans l'environnement tout au long de leur exploitation, ne se limite pas au périmètre du site : il intègre les riverains à proximité desquels l'exploitant devra contrôler l'efficience de ses équipements et de ses pratiques pour lutter contre les émissions de poussières en mesurant régulièrement les retombées atmosphériques.

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 accessible sur le site de télédéclaration (MonAIOT) [10]. 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 :

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

- poussières totales : 100 tonnes (depuis le 1er 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 le SFIC 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 E-PRTR), sont mises à disposition du grand public sur le site **georisque.gouv.fr**.

L'ENQUÊTE ANNUELLE CARRIÈRE

Depuis le 1er janvier 2018, les exploitants de carrières – rubrique 2510 – effectuent leur déclaration relative à la santé, la sécurité au travail et à l'environnement sur le site de télédéclaration du ministère (MonAIOT).

Indépendamment de ce qui est demandé dans la partie GEREP (émissions et transferts de polluants et de déchets), le volet correspondant à l'ancienne enquête carrière va demander à l'exploitant de renseigner en particulier [11] :

- les suivis réalisés en matière de poussières sédimentables par point et par campagne
- le cas échéant les contrôles effectués sur les émissions canalisées
- les informations en matière de sécurité et de santé au travail :
  - > nombre de GES
  - > nom de l'organisme ayant réalisé les contrôles
  - > fraction alvéolaire:
    - risque faible/non faible/quartz
    - nombre de prélèvements
    - nombre de GES > et < à la VLEP
- fraction inhalable :
  - > nombre de prélèvements
  - > valeur minimum et maximum

[10] Voir également les Guides | MonAIOT (developpement-durable.gouv.fr)

[11] Annexes de l'arrêté du 7 juillet 2017 portant dématérialisation de l'enquête annuelle sur l'activité des exploitations de carrières et complétant l'arrêté du 31 janvier 2008 modifié relatif au registre et a la déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets

LA TGAP

L'article 266 sexies du code des douanes a institué une taxe générale sur les activités polluantes due par tout exploitant 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 ».

Le bulletin officiel des finances publiques du 12 janvier 2022 [12] a apporté les précisions suivantes :

- la composante poussières de la TGAP est basée sur les seules PM10
- les poussières concernées sont celles issues des émissions canalisées des installations

Enseignements des études professionnelles sur les émissions des carrières

Les études conduites pour évaluer l'impact des carrières sur la qualité de l'air en champ proche conduisent aux principaux enseignements suivants :

- les stations situées dans les carrières, à proximité des sources d'émissions, enregistrent logiquement les plus forts taux de dépôts, comme les plus fortes concentrations en PM avec une empreinte chimique caractéristique de la roche extraite ;
- les carrières produisent majoritairement des PM10, peu de PM2,5 en accord avec les proportions des facteurs nationaux d'émissions ;
- entre les stations situées sur le site ou en limite et celles localisées en champ proche, un taux de décroissance rapide est observé autant en retombées atmosphériques qu'en concentrations de PM10 et PM2,5 et analyses chimiques des prélèvements opérés sur ces deux fractions granulométriques ;
- pour la silice cristalline, ce taux de décroissance entre site et riverain est encore plus rapide si bien que les concentrations en silice mesurées au niveau des habitations les plus proches ne contribuent pas à l'apparition d'un risque pour la santé des populations, toutes les évaluations du quotient de danger effectuées restant inférieure à 1 ;
- l'influence limitée en champ proche n'est décelable qu'au moment de certains épisodes (pics d'émissions) en concentration PM10 par rapport à la station-témoin et souvent décelable en PM2,5 seulement par les analyses chimiques des prélèvements opérés ;
- la granulométrie des poussières sédimentables est large (0,1 à 250 µm), leur mobilisation pouvant remettre en suspension des fractions de PM10 et de PM2,5 ;
- PM10 et dépôts évoluent suivant les mêmes tendances et sont clairement corrélées en fonction de chaque configuration site ;
- les analyses montrent que le quartz est mieux représenté dans les PM10 que dans les PM2,5 dans l'environnement des sites, soulignant qu'en cas de nécessité de mesure de silice cristalline alvéolaire, la fraction granulométrique PM10 est bien appropriée ;
- on observe que la mesure de la silice cristalline aboutit, quels que soient les sites et les conditions de prélèvements, à une très grande dispersion de valeurs y compris sur les stations-témoins hors influence carrière ;
- au-delà de deux à trois cents de mètres de la limite extérieure des sites, l'influence des émissions n'est plus mesurable quelque soit la nature de la roche exploitée, la taille de la carrière et les conditions d'exposition aux éléments météorologiques ;
- les modélisations ADMS opérées ont montré une bonne convergence des résultats avec les relevés opérés au fil des campagnes en fonction des conditions météorologique et les facteurs d'émissions calculés suivant la méthodologie du CITEPA pour les sites ;
- la cartographie par groupe de points sources d'émission permet de suivre la plupart des panaches d'émission, certaines des interactions et leur impact sur le voisinage ;
- globalement, quelque soit la taille des sites, leur configuration, leur expositions aux conditions météorologiques,

[12] BOI-TCA-POLL-30 - TCA - Taxe générale sur les activités polluantes - Émissions polluantes | bofip.impots.gouv.fr

la nature de la roche exploitée, le type d'installation de traitement et le mode d'exploitation, les normes de qualité de l'air sont respectées en moyenne annuelle en périphérie des carrières .

Pour mémoire, toutes ces études [13] suivent la même méthodologie dictée par la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant, la norme NF EN 12341 (juin 2014) sur le mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique en PM10 ou PM2,5 dans l'air. Elles ont été réalisées par des spécialistes de la qualité de l'air (AASQA, CITEPA, Universitaires et bureau d'expertise en polluants atmosphériques).

5.5 LA QUALITÉ DE L'AIR : DES NIVEAUX DE RÉGLEMENTATIONS IMBRIQUÉS ET COMPLEXES

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 établit « 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 (VL) :** 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 ;
- **Valeur cible (VC) :** niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- **Objectif de qualité (OQLT) :** un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Objectif en matière de concentration relative à l'exposition (OCRE) :** le niveau fixé sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne et devant être atteint dans un délai donné, afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ;
- **Indicateur d'exposition moyenne (IEM) :** concentration moyenne à laquelle est exposée la population et calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire ;
- **Seuil d'information et de recommandation (SIR) :** 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 nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;
- **Seuil d'alerte (SA) :** 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 focaliserons sur les PM10 et PM2,5, les autres substances (ozone, dioxydes d'azote,...) étant marginales dans les émissions en carrières. Le tableau [14] ci-après rappelle les valeurs à respecter pour la santé et l'environnement dans son ensemble, à l'extérieur du périmètre d'une activité industrielle.

[13] Etudes consultable auprès de l'UNICEM : références CEREGE-CNRS-ATMO PACA 2012-2014, 2 carrières ; EMCAIR-ADEME 2015-2018, 4 carrières ; UNPG-MIF-EVADIES -2020-2022, 5 carrières

[14] https://www.lcsqa.org/fr/objectifs-environnementaux

PM_{10}	**Santé humaine**	**VL**	Un jour	Moyenne journalière	50 µg m^3 à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile
		SIR*	Un jour	Moyenne journalière	50 µg.m^3
		SA*	Un jour	Moyenne journalière	80 µg.m^3
		VL	Une année civile	Moyenne annuellee	40 µg.m^3
		OQLT*	Une année civile	Moyenne annuellee	30 µg.m^3
PM_{25}	**Santé humaine**	**OCRE**	trois années civiles consécutives, en myenne glissante	Indicateur d'exposition moyenne (IEM)	20 µg.m^3
		Objectif de concentration de l'IEM*	-	Moyenne annuelle	**Valeur déterminée pour la France** (d'après l'arrêté du 7 décembre 2016) : 14,7 µg.m^3 en 2020 11,2 µg.m^3 en 2025 10,0 µg.m^3 en 2030
		VL	Une année civile	Moyenne annuellee	25 µg.m^3
		VC*	Une année civile	Moyenne annuellee	20 µg.m^3
		OQLT*	Une année civile	Moyenne annuellee	10 µg.m^3

(*) Objectifs environnementaux propres à la France, soit parce qu'ils ne figurent pas dans la législation européenne, soit parce qu'ils sont plus stricts que les objectifs européens.

Les seuils de référence mondiale de l'OMS

La pollution atmosphérique constitue un enjeu de santé publique mondial. Une revue exhaustive de la littérature des 15 dernières années a conduit l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à publier en septembre 2021 de nouvelles lignes directrices pour la qualité de l'air ambiant bien plus basses et plus exigeantes que celles publiées en 2005. Les nouvelles lignes directrices de l'OMS proposent en particulier pour les particules (PM2,5 et PM10) les seuils suivants :

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2005 (ref) Concentrations	Seuils de référence OMS 2021 (ref) Concentrations
$PM_{2.5}$ (µg/m^3)	Année	10	5
	24 heures[a]	25	15
PM_{10} (µg/m^3)	Année	20	15
	24 heures[a]	50	45

[(a)] 99eme percentile (3 à 4 jours de dépassement par an)

Le sujet de la qualité de l'air devient ainsi de plus en plus critique pour tous. Les industries de carrière et première transformation – avec un polluant spécifique, les particules minérales – doivent en prendre conscience. Certes, les études soulignent une influence géographique et temporelle limitée grâce aux progrès réalisés. Néanmoins, les exploitants doivent poursuivre les efforts de réduction des émissions à la source tant pour leur personnel et leur environnement que pour démontrer que leurs activités ne contribuent pas à l'accroissement des pollutions en particules fines. Deux niveaux d'exigence 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 de renforcer la protection du personnel et d'argumenter par rapport aux risques sanitaires en matière de responsabilité sociale ;
- celui de l'activité des industries extractives pour laquelle la planification nationale/territoriale impose non seulement de mieux caractériser les émissions en fonction des substances exploitées, des modes de gestion et des matériels (avec nécessité de facteurs d'émission plus précis et plus représentatifs,...) mais de garantir la qualité d'air en périphérie de site quelle que soient les conditions météorologiques y compris en cas de pic de pollution.

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, CARACTÉRISTIQUES ET OCCURENCE

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)
- Grunérite amiante, amosite (Amphibole)
- Crocidolite ou amiante bleue (Amphibole)

Ces minéraux sont connus depuis l'Antiquité et étaient exploités pour leurs propriétés physico-chimiques.

Les 6 minéraux listés ci-dessus :

- 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.
- Ont soit fait l'objet d'une exploitation industrielle ou sont présentes naturellement dans certaines roches exploitées des carrières. On parle alors d'amiante environnementale.

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 présentées dans le tableau ci-dessous et du chrysotile font l'objet d'une réglementation.

D'autres espèces minérales, caractérisées par des morphologies et ou par des compositions chimiques proches de celles qui caractérisent des fiches réglementées au titre de l'amiante, peuvent également être rencontrées dans l'environnement naturel. Ces différentes espèces ne sont toutefois pas réglementées au titre de l'amiante.

L'évaluation des risques sanitaires liés à l' inhalation des fibres se base sur leurs caractéristiques morphologiques.

Selon l'arrêté du 1er octobre 2019 [15] ,les fibres asbestiformes correspondent aux fibres dont :

- La longueur (L) est > à 0,5 µm
- Le rapport longueur (L) sur largeur ou diamètre (D) est > à 3.

Note : Il est nécessaire de signaler que d'autres silicates fibreux à morphologie asbestiforme existent (Erionite, Fluoro-édenite, Winchite, Carlosturanite, Balangéroite, etc.).

Minéraux « amiantes » (N° CAS)	Composition chimique	Minéraux non « amiantes » (N° CAS)
	Groupe des serpentines	
Chrysotile (12001-29-5)	$[(Mg_{)3}Si_2O_5(OH)_4]n$	Antigorite (12135-86-3) Lizardite (12161-84-1)
	Groupe des amphiboles	
Actinolite-amiante (77536-66-4)	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_22(OH)_2]n$	Actinolite (13768-00-8)
Anthophyllite-amiante (77536-67-5)	$[(Mg,Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)^2]n$	Anthophyllite (17068-78-9)
Trémolite-amiante (7536-68-6)	$[Ca_2Mg_5SI_8O_{22}(OH)_2]n$	Trémolite (14567-73-8)
Amosite (12172-73-5)	$[(Mg,Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2]n$	Grunérite (14567-61-4)
Crocidolite (12001-28-4)	$[(NaFe^{2+}3Fe^{3+}{}_2Si_8O_{22}(OH)_2]n$	Riébeckite (17787-87-0)

Composition chimique et numéro CAS des minéraux réglementés au titre de l'amiante et de leurs équivalents chimiques non amiantes (Source : ANSES, 2017)

[15] Arrêté du 1er octobre 2019 relatif aux modalités de réalisation des analyses de matériaux et produits susceptibles de contenir de l'amiante, aux conditions de compétences du personnel et d'accréditation des organismes procédant à ces analyses

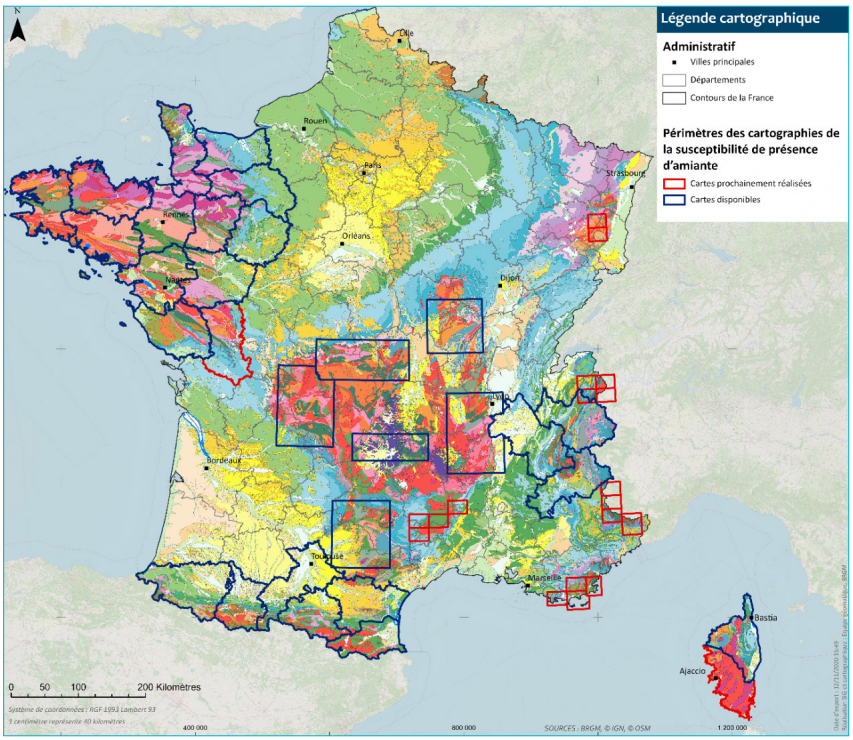
Certaines roches possèdent une composition chimique favorable à la cristallisation de minéraux de la famille des serpentines et/ou des amphiboles. Ces roches ainsi que les sols et les sédiments dérivés de l'altération et de l'érosion de ces mêmes roches, sont susceptibles de contenir des formes dérivées fibreuses, parfois asbestiformes, de ces minéraux.

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.

1.2. ZONES GÉOGRAPHIQUES POTENTIELLEMENT CONCERNÉES PAR LE DANGER FIBRES ASBESTIFORMES

À partir des données collectées par le BRGM et publiées dans le rapport *L'amiante dans l'environnement naturel : éléments de compréhension et d'aide à l'identification et à la caractérisation »/ BRGM-RP 70343— FR* de septembre 2021 [16] une carte géographique identifie les zones potentiellement concernées par la problématique amiante. Ces zones correspondent à des aires géologiques favorables à la présence des fibres asbestiformes.

Dès lors qu'il y a un risque non nul de présence d'amiante asbetiforme, il est nécessaire de considérer la nature minéralogique du gisement exploité. Dans certaines conditions, l'amiante environnemental peut-être présent dans les roches en fonction du contexte géologique local (par exemple couches, zones altérées par hydrothermalisme, veines, filons, miroirs de faillle...). Des listes positives et négatives des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental sont présentées à l'annexe A de la norme NF P94-001 [17] .



BRGM

Zones étudiées par le BRGM dans le cadre de l'établissement des cartes des niveaux de susceptibilité de présence d'amiante dans les terrains naturels, juin 2022

Note : Cette carte étant vouée à évoluer régulièrement, il est conseillé au lecteur de se rendre sur le site du BRGM : https://infoterre.brgm.fr/page/amiante-environnemental

[16] Lahondère, Didier ; Cagnard, Florence ; Wille, Guillaume ; Duron, Jéromine ; Hertout, Aurore (2021) - L'amiante dans l'environnement naturel : Éléments de compréhension et d'aide à l'identification et à la caractérisation. Rapport final . BRGM/RP-70343-FR, 157 p., 1 ann.
Lien d'accès : http://ficheinfoterre.brgm.fr/document/RP-70343-FR

[17] Norme NF P94-001 (nov 2021) - Repérage amiante environnemental - Etude géologique des sols et des roches en place - Mission et méthodologie

1.3. LE REPÉRAGE AVANT TRAVAUX

La présence naturelle d'amiante environnemental dans certains sols ou certaines roches induit un risque lors des activités d'extraction pour les travailleurs impliqués.

La loi n°2016-1088 du 8 août 2016 impose une obligation de repérage de l'amiante avant travaux (RAT), qui s'appuie sur :

- L'exigence d'un RAT préalablement à toute opération comportant un risque d'exposition des travailleurs à l'amiante ;
- L'établissement d'un document mentionnant, le cas échéant, la présence, la nature et la localisation des Matériaux Pouvant Contenir de l'Amiante (MPCA) et sa communication aux entreprises.

Les modalités de mise en œuvre de cette dernière mesure font l'objet du décret n° 2017-899, du 9 mai 2017, relatif au repérage de l'amiante avant certaines opérations pour six domaines d'activité, parmi lesquels les terrains, les ouvrages de génie civil et les infrastructures de transport.

Le RAT est déjà existant dans les opérations liées aux immeubles bâtis, mais le contexte des sols et roches étant différent, les méthodes et les moyens du RAT doivent être adaptés.

A l'heure actuelle, le cadre réglementaire est en cours de définition sur le repérage de l'amiante environnemental avant certaines opérations réalisées dans les terrains et roches en place, c'est-à-dire ceux n'ayant subi aucune action anthropique. S'agissant du cas spécifique des carrières à ciel ouvert, un futur arrêté devrait s'appliquer notamment aux cas d'ouverture et d'extension géographique des dites carrières en dehors des zones déjà sous autorisation ICPE.

Ce futur arrêté sera applicable aux extensions d'autorisation d'exploitation et aux nouvelles autorisations de carrières. Dans ce cadre le RAT s'appuiera sur la norme NF P94-001 pour réaliser cette opération de repérage avant travaux.
Sont ainsi exclus les renouvellements (sans extension) d'arrêté d'autorisation d'exploitation pour les carrières souterraines et à ciel ouvert ainsi que l'exploitation courante de ces carrières.
Cet arrêté est attendu début 2023 et devrait rentrer en vigueur 2 ans après sa publication. Pendant cette période de transition, la norme est d'application volontaire.

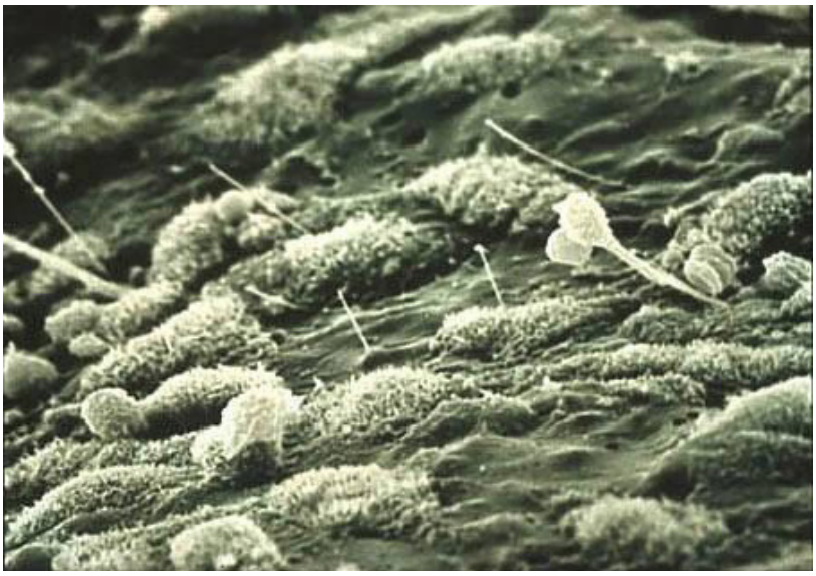
2 Risques pour la santé

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).

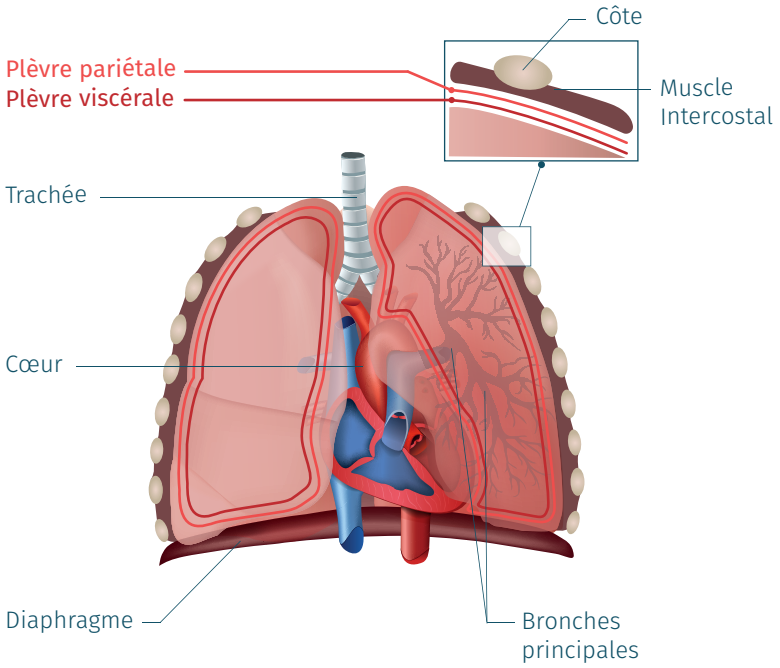
Les pathologies peuvent apparaître de nombreuses années après la période d'exposition. Aucun seuil d'effet sanitaire ne peut être déterminé chez l'homme pour les fibres d'amiante, quel que soit leur nature ou leur caractère dimensionnel. Toutes les fibres d'amiante sont classées cancérogènes de catégorie 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.

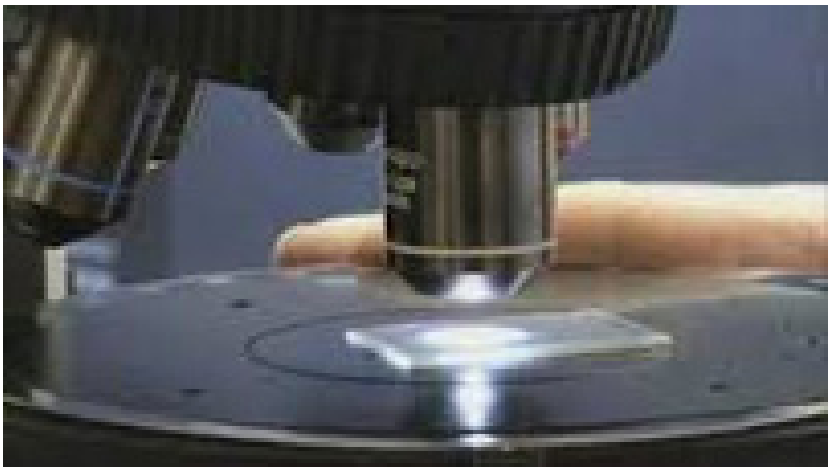
3.1. ORGANISATION DES CAMPAGNES DE MESURES D'AMBIANCE ET D'EXPOSITION

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'écarter 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.



Lame mince observée au microscope optique polarisant

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.

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'écarter 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 GES ;
- 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 x 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 (mm2)
- **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'empoussièrement 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].

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

■ **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'empoussièrement 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

Capotages métalliques fixes

Étanchéité des jonctions partie mobile et fixe

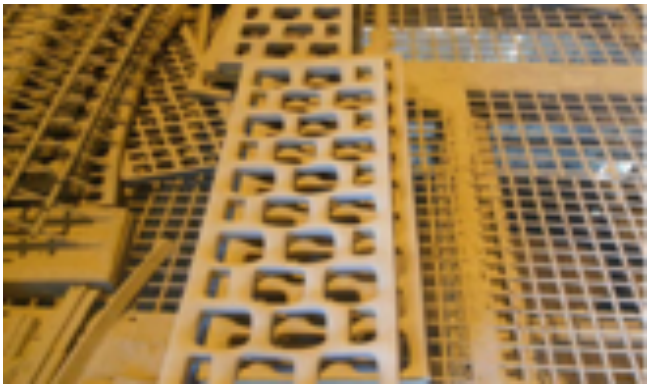
Joints de jonctions

Capotages souples : bâches

Capotages souples : couverture par secteur démontable

Pavé modulaire polyuréthane et caoutchouc

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



1.2. CONVOYEURS

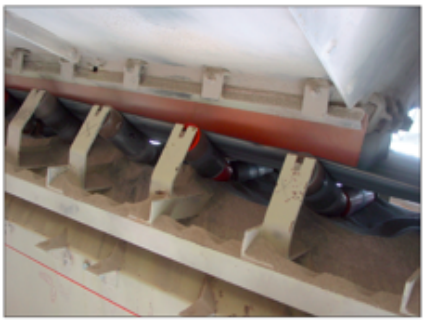
Capotages

Convoyeurs étanches sur patin de glissement

1.3. JETÉES DES MATÉRIAUX, GOULOTTES

Jonction étanche sous cribles, broyeurs, trémies

Étanchéité par bavette à plat



Goulottes étanches sous cribles et sous broyeurs

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 dépoussiérage 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

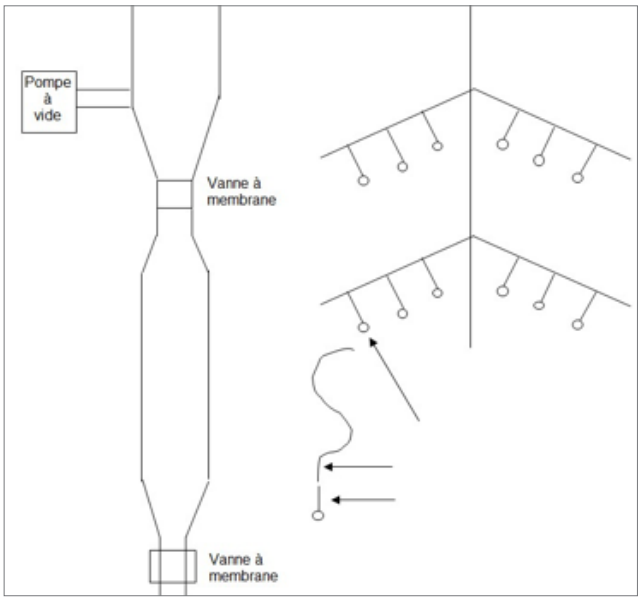
Le processus de captage fonctionne par ionisation des particules, des électrodes permettent une charge électrique des particules de poussières en suspension qui sont ainsi attirées vers l'enveloppe métallique du convoyeur, au contact de laquelle elles se déchargent électriquement, glissent le long de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

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

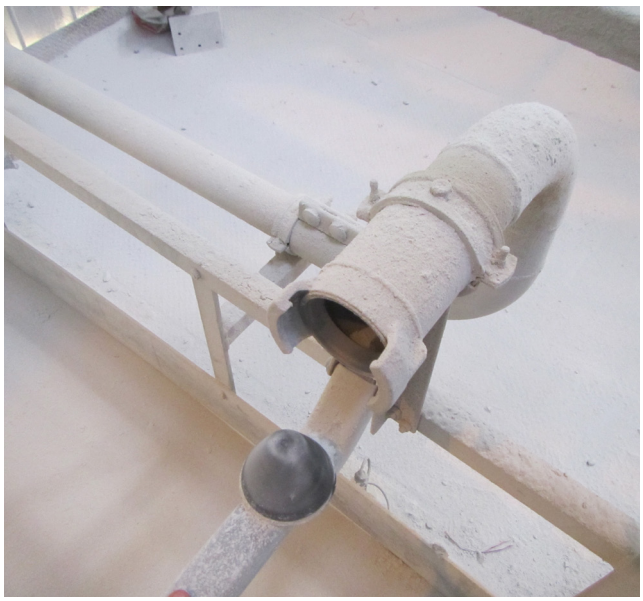
Réduction de l'exposition aux poussières, rapidité d' intervention, réduction de la pénibilité.

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 goulottes). 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 centrée 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 envols; 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

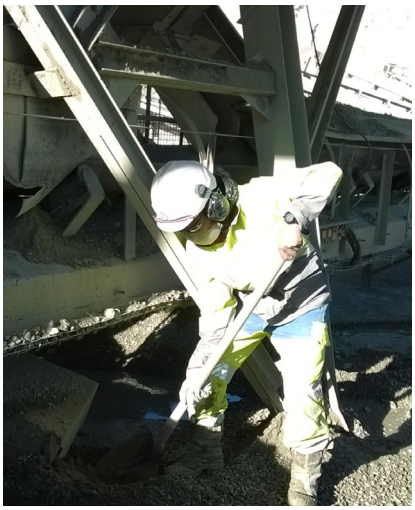
- Éviter d'attribuer au même personnel toutes les tâches de nettoyage (polyvalence des tâches)
- Organiser le nettoyage (définir un temps maximum de nettoyage hebdomadaire, définir des zones de nettoyage dans des plages régulières)
- Procéder par campagne de nettoyage (exemple : ½ journée par semaine)
- 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

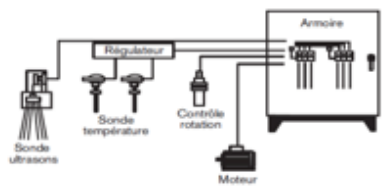
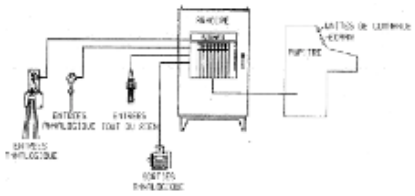
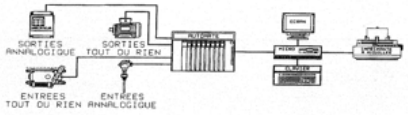
Intégrer ces mesures dès la conception

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

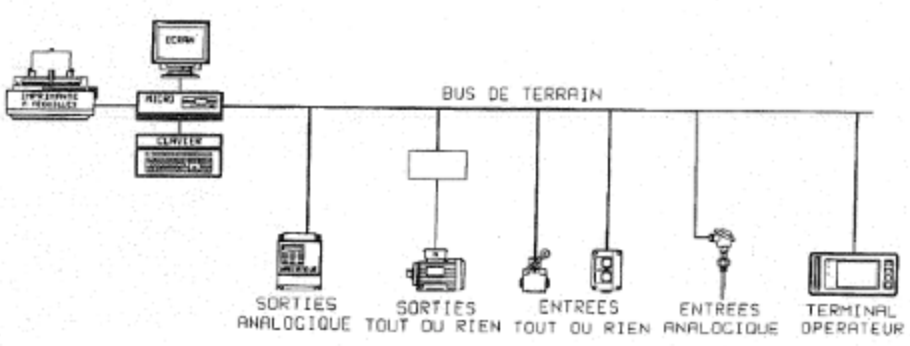
5 L'automatisme et le contrôle par vidéo

- 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.

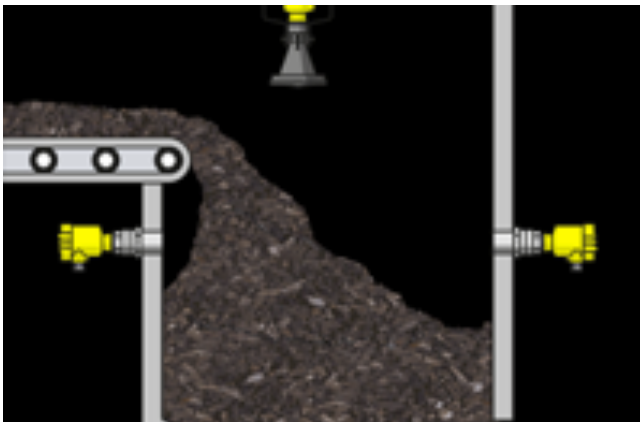
5.1. L'AUTOMATISME

Electro mécanisme avec matériel de contrôle autonome (réalisé par câblage avec des relais électromécaniques)	**Automate** (permet en outre un fonctionnement automatique et des régulations grâce à l'ajout de terminaux)	**Automate + PC** (l'ajout de l'ordinateur permet de mettre en œuvre une supervision)
		

PC seul (rend possible la mise en œuvre d'une supervision plus simple à exercer)



5.2. EXEMPLES DE CAPTEURS



Sondes de bourrage

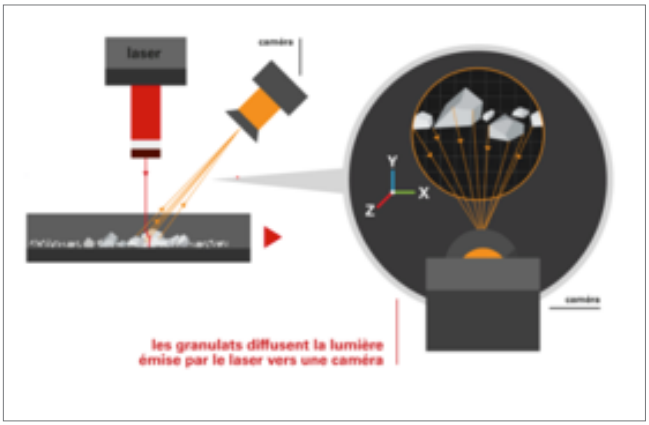
Détecteurs de rotation

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

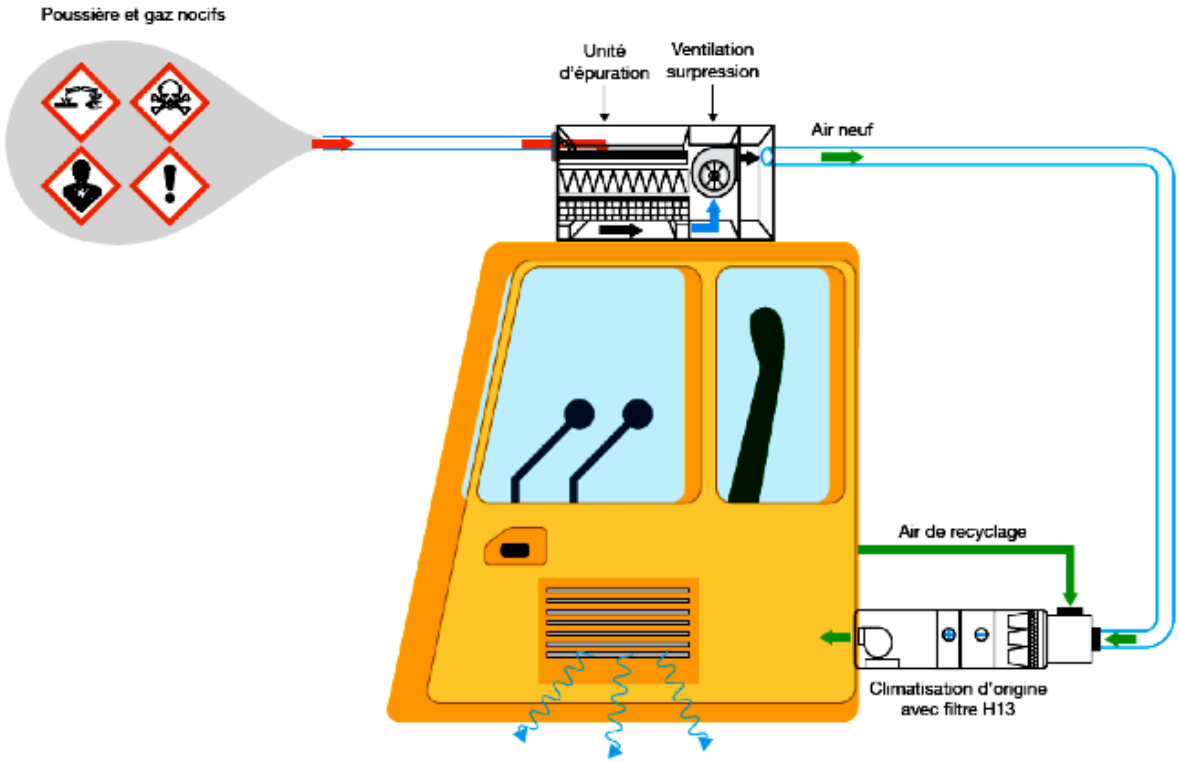
6 Cabines d'engins

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 C02 < 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 ENGINS 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 dépoussiéré.

6.5. PROPRETÉ DE LA TENUE DE TRAVAIL

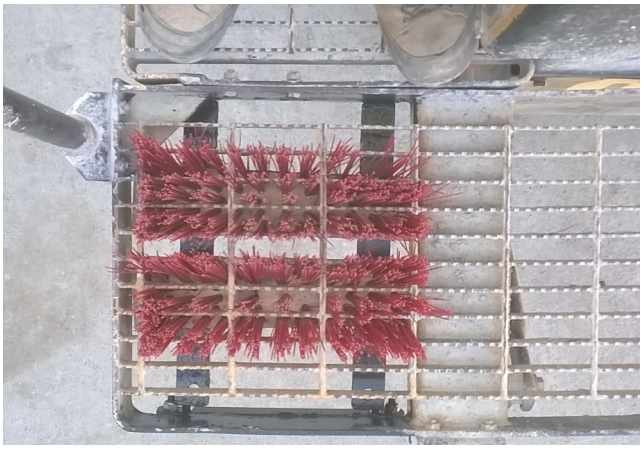
Pour empêcher ou limiter l'entrée de poussières dans la cabine de l'engin, il faut veiller à la propreté de la tenue de travail (chaussures de sécurité et vêtements) avant l'entrée dans la cabine.

- Organiser un changement quotidien des vêtements de travail

ou

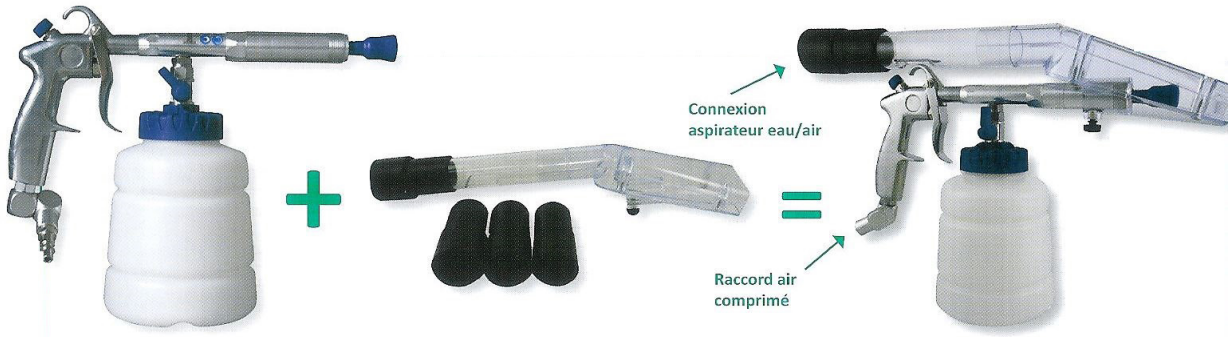
- Porter des combinaisons jetables pour les travaux exposant aux situations les plus empoussiérées (nettoyage installation par exemple)

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)



6.6. 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'empoussièrement 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.

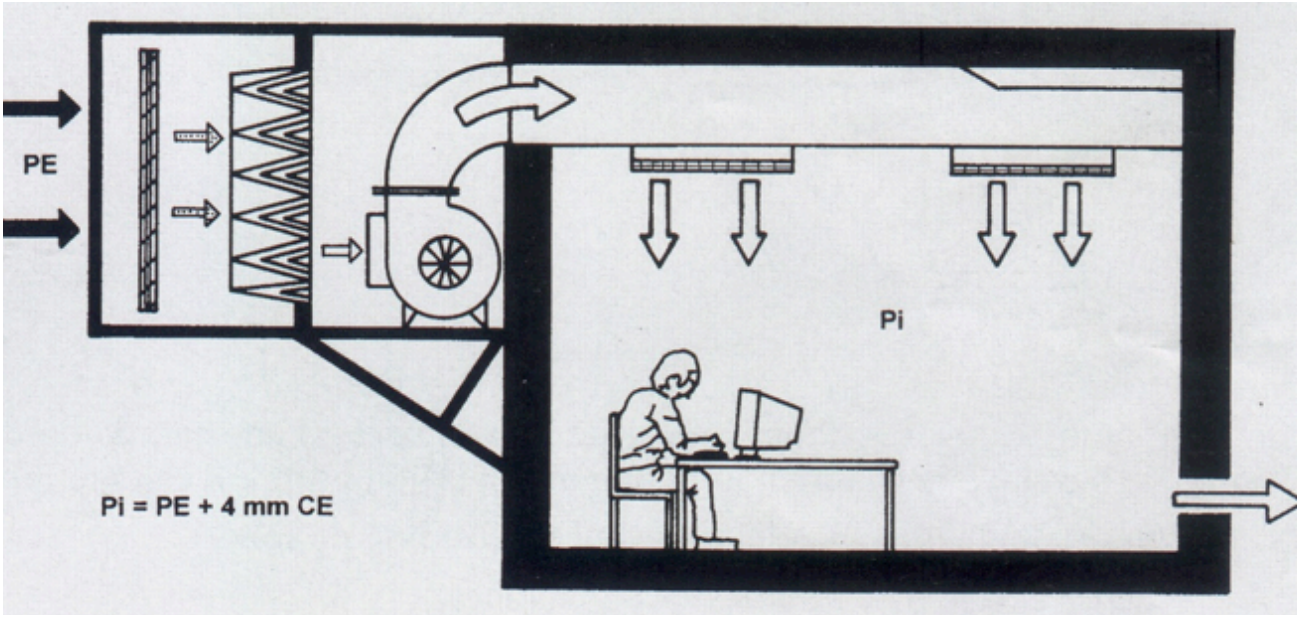
L'aération des locaux à pollution non spécifique est réalisée par des moyens de renouvellement d'air, dont le taux est fixé par la réglementation à des valeurs pouvant aller de 25 à 60 m^3/h/occupant, en fonction de l'activité physique exercée, afin de maintenir la concentration dans l'air en dioxyde 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



8 Les pistes et leur entretien

Arrosage fixe

Arrosage mobile

Arrosage embarqué

Source
Guide NEPSI, mars 2006

9 Les appareils de protection respiratoire

Objectif : protéger les opérateurs des expositions résiduelles aux poussières dans leur environnement de travail.

Il existe de nombreux types d'appareils de protection respiratoire. Aussi le choix de ceux qui seront utilisés nécessite une analyse des situations d'exposition : types et concentrations des polluants présents dans l'air inhalé, type de travail à réaliser, durée de l'exposition,...

9.1. FACTEUR DE PROTECTION

Définitions (NF EN 529, 2006) :

FPN, Facteur de protection nominal : déterminé en laboratoire avec un aérosol de NaCl, sur 10 sujets volontaires effectuant divers exercices

FPN = 100 / fuite totale vers l'intérieur

Exemple : demi-masque de classe FFP3 : fuite totale maximale = 2%➡ FPN = 50

FPA, Facteur de protection assigné : déterminé à partir d'une distribution de valeurs de facteurs de protection mesurés en situation réelles (WPF), sur le polluant réel, sur opérateurs formés, et avec du matériel bien entretenu. Le FPA est une valeur garantie pour 95% des porteurs.

WFP = $C_{ambiante}$ /$C_{intérieur\ masque}$ ou $C_{ambiante}$ correspond à la concentration ambiante dans l'atmosphère de travail et $C_{intérieur}$ masque, à la concentration dans le masque.

Type d'APR	Caractéristiques	FPN (fabricant)	FPA (recommandations INRS - NF EN 529)
1/2 masque filtrant à usage unique, FFP3 NF EN 149	Jetable et à usage unique sur une période de 8 heures maximum. - Vérifier état avant usage : pas de déchirure, de souillure, ... - Ajustable sur le visage en appuyant de part et d'autre du nez sur la barrette métallique	50	10
½ masque ou masque filtrant à cartouche NF EN 140 et NF EN 143	Cartouche filtrante remplaçable quand saturée - Contrôler le masque visuellement avant chaque usage	48	10

Type d'APR	Caractéristiques	FPN (fabricant)	FPA (recommandations INRS - NF EN 529)
Masque complet NF EN 140 et NF EN 143 	Cartouche filtrante remplaçable quand saturée - Contrôler le masque visuellement avant chaque usage, - Adapter la cartouche fil-trante à la nature des pous-sières, - Vérifier la date de validité des cartouches filtrantes, - Changer périodiquement les cartouches suivant les conditions fixées par le fabricant.	1000	30
Appareil filtrant à ventila-tion assistée avec cagoule ou casque, TH3P NF EN 12 941 	Cartouche filtrante remplaçable quand saturée - Contrôler le masque visuellement avant chaque usage	500	40
½ masque ou masque complet filtrant à ventilation assistée NF EN 12942 	- Contrôler le masque visuellement avant chaque usage, - Ajuster le masque sur la tête par l'intermédiaire de la coiffe, - Vérifier le niveau de chargement de la batterie du masque et le témoin d'empoussièrement du filtre, - En cas de préfiltres, les remplacer toutes les 8 heures d'utilisation, - Jeter les filtres et préfiltres abimés, déformés ou usagés, - Nettoyer la pièce faciale généralement en silicone tous les jours - Charger la batterie à chaque fin de poste. - S'assurer d'un contrôle annuel par un organisme compétent (EPI catégorie 3)	2000* *données avec masque complet	60 ou 100 selon débit* *données avec masque complet et débit d'air respecti-vement de 120 à 160 l/min
Masque filtrant ventilé avec source d'air indépendante NF EN 14594 	- Contrôler le masque visuellement avant chaque usage, - Vérifier le niveau de chargement de la batterie du masque, - Ajuster le masque sur la tête par l'intermédiaire de la coiffe, - Nettoyer l'écran facial avant et après l'utilisation pour maintenir une bonne visibilité, - S'assurer d'un contrôle annuel par un organisme compétent (EPI catégorie 3)	2000	250

9.2. FIT TEST

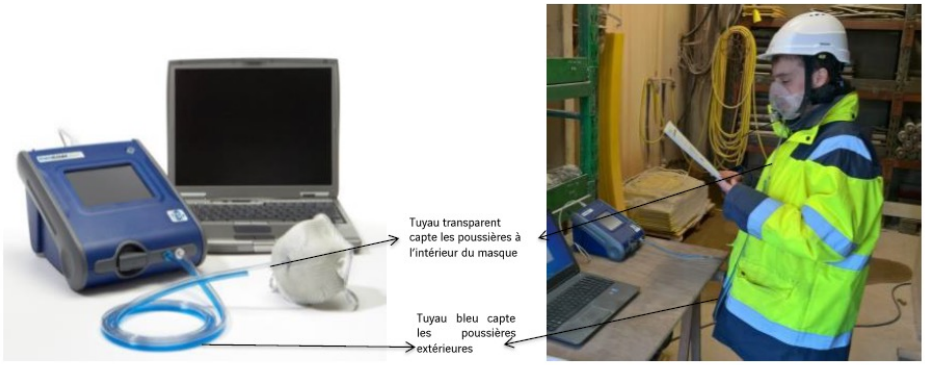
Objectifs :

- mesurer l'efficacité d'une maque respiratoire en tenant compte de la morphologie du visage du porteur
- sensibiliser et former les opérateurs au réglage de leur APR
- adapter l'APR au porteur pour optimiser l'efficacité
- prendre de conscience des facteurs pénalisants dans l'efficacité des APR

Méthode : mesurer la concentration en particules à l'intérieur et à l'extérieur du masque par calcul du rapport entre les 2 mesures. (référence ED6273 – Protection Respiratoire – Réaliser des essais d'ajustement - 05/2021 – INRS)

Les essais d'ajustement qualitatif permettent de vérifier l'étanchéité de la protection respiratoire en exposant le porteur à une substance au goût sucré ou amer. L'essai d'ajustement est réussi si le porteur ne perçoit pas le goût auquel il est exposé.
Les essais d'ajustement quantitatifs permettent de calculer directement un coefficient d'ajustement en mesurant la concentration en particules à l'intérieur et à l'extérieur du masque par calcul du rapport entre les 2 mesures. Plus le coefficient d'ajustement est élevé et plus l'étanchéité de la protection respiratoire est élevée. Pour la réalisation de cet essai, un compteur de particule PortaCount (TSI) est utilisé. Celui-ci mesure alternativement la concentration en particules pénétrant dans la pièce faciale et la concentration en particules à l'extérieur du masque pendant que le porteur exécute une série d'exercices.
Pour être jugé satisfaisant, le coefficient d'ajustement (global et pour chaque exercice) doit être supérieur à 100.

FIT TEST - PORTACOUNT

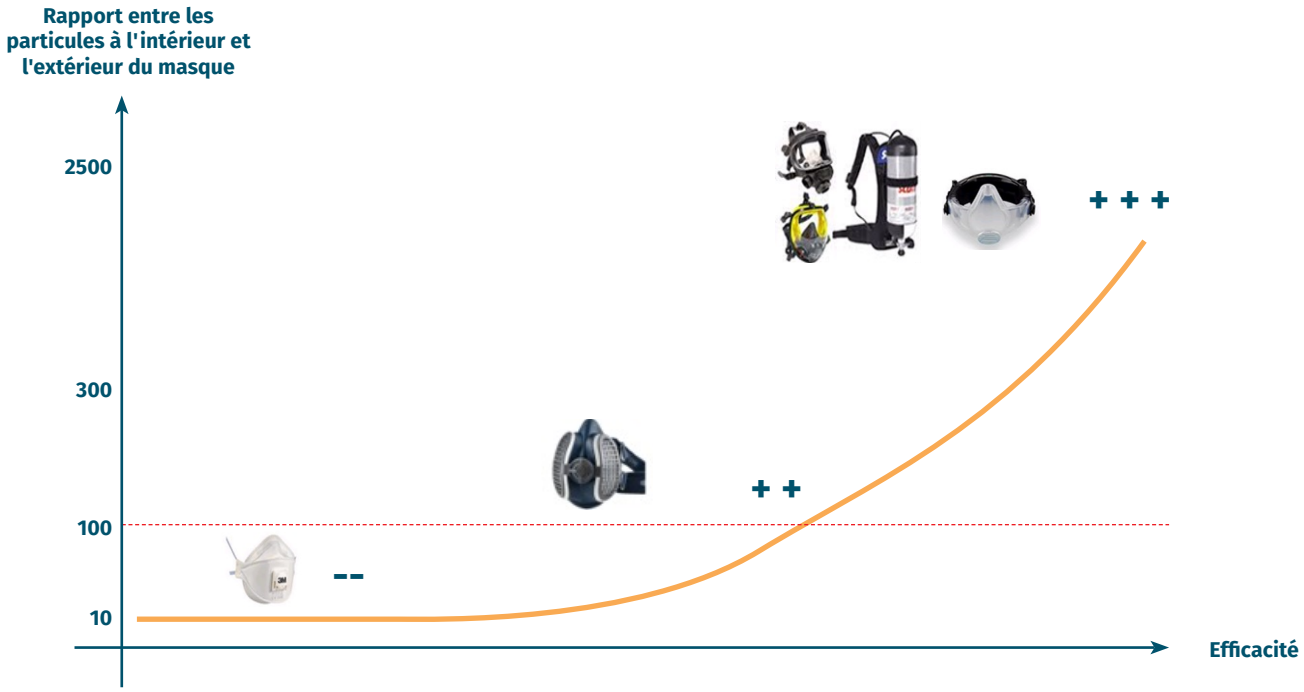


1 Choix de la bonne taille de masque (S, M, L, XL)

2 Ajustement du harnais et des élastiques

3 Contrôle de l'étanchéité

Enseignements issus des retours d'expérience :
Les retours d'expérience sur la réalisation de fit-test quantitatifs montrent que les coefficients d'ajustement varient fortement selon les types d'APR utilisés lors de la réalisation des tests. Ainsi, les masques à usage unique FFP3 sont en moyenne inférieur au coefficient minimum de 100. Les demi-masques à cartouche P3, passent en moyenne ce seuil. Enfin, les appareils à ventilation assistée TM[3] obtiennent des résultats bien supérieurs.


Rapport entre les particules à l'intérieur et l'extérieur du masque
2500
300
100
10
Efficacité
+ + +
+ +
--

10 La photométrie

OBJECTIF

Mesurer en temps réel la concentration alvéolaire afin de déterminer et localiser les émissions de poussières dans l'objectif :

- de définir les tâches exposantes de l'activité et d'identifier si un APR est nécessaire,
- d'améliorer le process de captation des poussières et d'en valider l'efficacité avant et après modification,
- de sensibiliser le personnel sur les zones sensibles de l'installation,
- de mettre en place une stratégie de réduction des émissions.

DESCRIPTION

L'instrument de prélèvement d'aérosols personnel est un photomètre laser à dispersion de lumière pour l'enregistrement des données. Il assure des lectures en temps réel des concentrations massiques des aérosols pour les poussières.

TECHNIQUE ET MESURES POSSIBLES

Ce dispositif, couplé à un enregistrement vidéo, permet de visualiser les fluctuations de concentrations et d'identifier de façon précise et certaine, l'activité et la zone concernées. Porté par un opérateur, il permet ainsi de mesurer et de visualiser la concentration à laquelle celui-ci est exposé chaque seconde lors de son activité et ainsi d'identifier les tâches et les zones exposantes sur lesquelles il est intéressant de définir un plan d'action de réduction. Le retour vidéo peut servir de support pour la sensibilisation du personnel.

Exemples d'activités à mesurer

Poste de travail	Activités intéressantes à mesurer
Pilote installation	Ronde de surveillance Poste de commande (à différents moments de la journée)
Laborantin	Granulométrie Quartage Essais divers Prélèvements sur site
Mécanicien	Tâches de maintenance spécifiques
Conducteur d'engins	Conduite Soufflage des filtres
Bureau	Mesure à différents moments de la journée

Des études de poste peuvent également permettre d'identifier des différences selon la méthode de travail de plusieurs opérateurs.
Une utilisation en poste fixe est également possible, exemples de mesures :

Zones	Mesures
Poste de commande Bascule Laboratoire	- Évolution de la concentration sur une journée - Influence des entrée et sortie du personnel (introduction de poussières par les habits...)
Installation bardée	- Vitesse d'augmentation ou de baisse des concentrations au démarrage et à l'arrêt des installations
Système d'abattage, d'aspiration, arrosage des pistes	- Vérification de l'efficacité du système

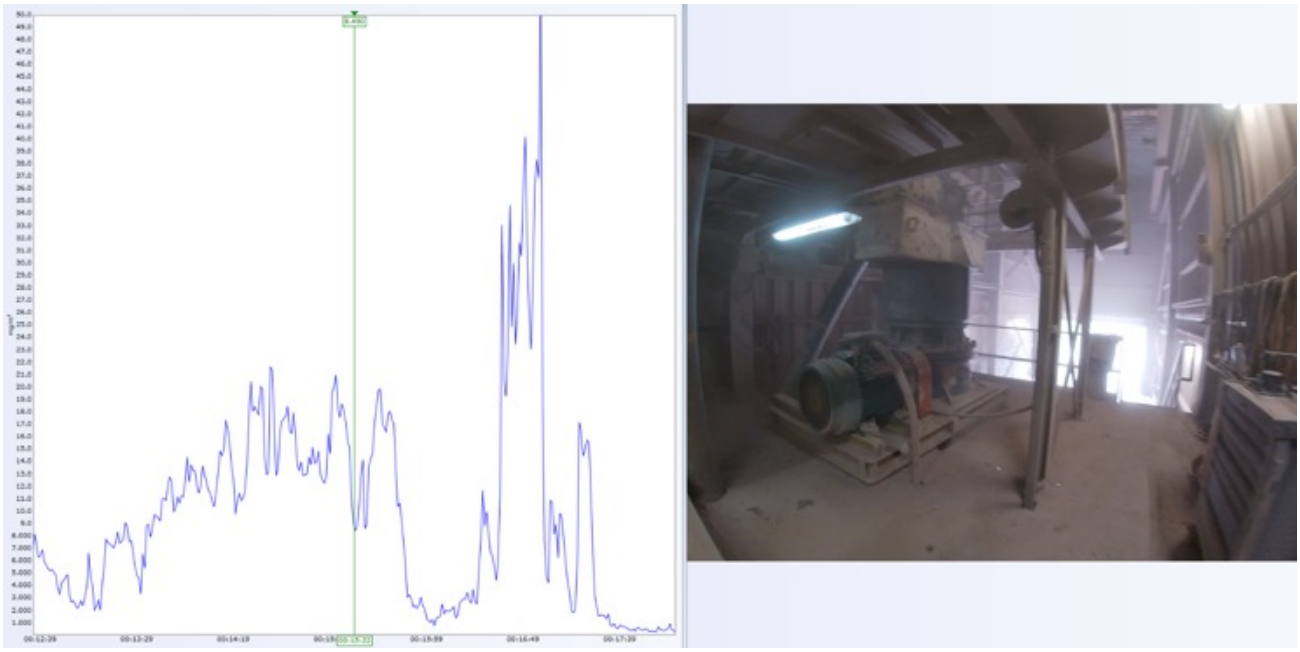


Photo : exemple lecture de résultat suite à analyse lors d'une ronde de surveillance du pilote d'installation

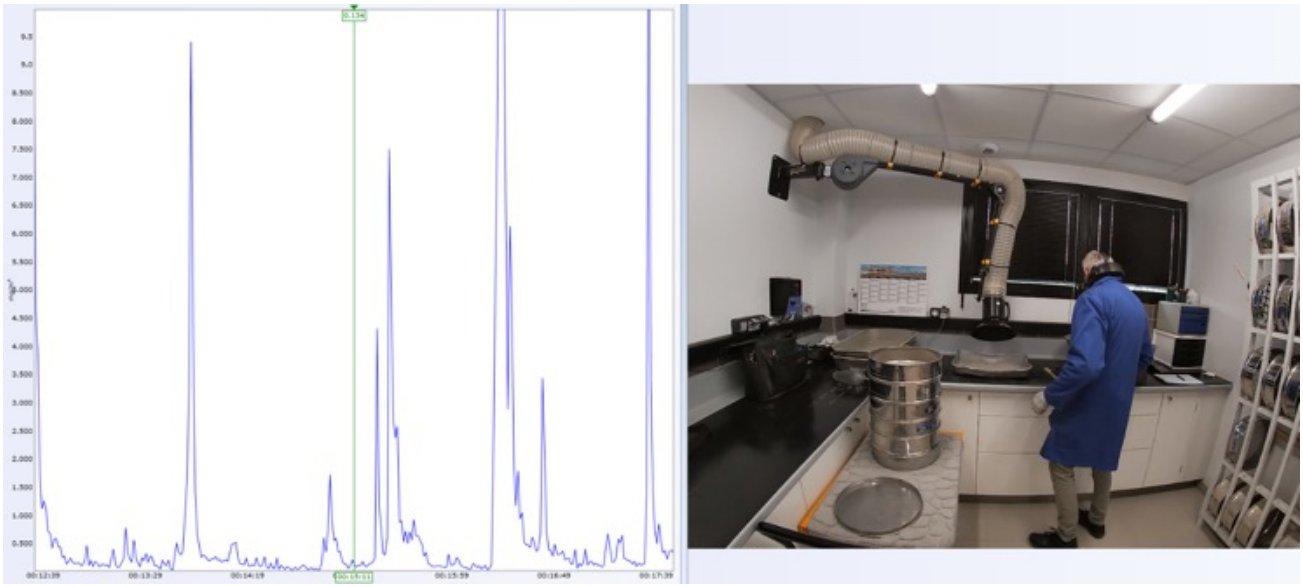


Photo : exemple lecture de résultat suite à analyse poste de technicien granulats (laboratoire)

Partie IV

Annexes

ANNEXE 1 : SYNTHÈSE PRATIQUE

SITUATION N° 1 : ÉVALUATION DU RISQUE POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES.

Cas n° 1 : la concentration sur 8 heures (données historiques) pour le GES conducteur d'engin est de 1,11 mg/m³

Exemple de données historiques du GES conducteur d'engin

Poussières alvéolaires (mg/m³)
0,7
0,2
0,3
Moyenne : 0,4 mg/m³

Évaluation des risques

Critère 1

> Toutes les mesures historiques représentatives du GES sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (5 mg/m³) ? **Oui**

> La moyenne des 3 mesures historiques représentatives du GES est-elle inférieure à 10% de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 0,5 mg/m³) ? **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 maitrisé.

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 GES FOREUR est de 2 mg/m³

Exemple de données historiques du GES foreur

Poussières alvéolaires (mg/m³)
2,25
1,8
2,2
1,75
Moyenne : 2 mg/m³

Évaluation des risques

Critère 1

> Toutes les mesures historiques représentatives du GES sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (5 mg/m³) ? **Oui**

> La moyenne des 4 mesures historiques représentatives du GES est-elle inférieure au 20% de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 1 mg/m³) ? **Non : la moyenne est de 2mg/m³.**

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 : ÉVALUATION DU RISQUE SILICE CRISTALLINE ALVÉOLAIRE.

Exemple de données historiques du GES Surveillant :

Quartz
(mg/m³)
0,0845
0,0564
0,0732
0,0852
Moyenne : 0,074

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

Poussières alvéolaires de silice cristalline

Évaluation des risques

Critère 1

> Toutes les mesures historiques représentatives du GES sont-elles inférieures à la valeur limite réglementaire étudiée (soit 0,01 mg/m³ pour le quartz ou 0,005 mg/m³ pour la cristobalite) ? **Oui**

> La moyenne des mesures historiques représentatives du GES est-elle inférieure au 1/10 de la valeur limite réglementaire étudiée (soit 0,01 mg/m³ pour le quartz ou 0,005 mg/m³ pour la cristobalite) ? **Non : la moyenne est de 0,074 mg/m³.**

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 GES, une évaluation initiale doit être réalisée par un organisme accrédité.

ANNEXE 2 : RELEVÉ DÉTAILLÉ DES TÂCHES PRÉVU DANS LE CADRE DE LA BASE DE DONNÉES DATASILICE

Catégorie tâches	Tâches
Autres tâches	Encadrement /surveillance en plein air
Autres tâches	Autre(s) : à préciser
Conduite d'engins	Conduite d'engin
Conduite d'engins	Préparation / foration
Exploitation/production autre	Pilotage installation dans poste de commande
Exploitation/production autre	Foration
Exploitation/production autre	Essais de laboratoire
Exploitation/production autre	Prélèvements d'échantillons
Exploitation/production autre	Déplacements VL
Exploitation/production autre	Minage
Exploitation/production autre	Equipement de débitage (Ornemental)
Exploitation/production autre	Surveillance et travaux pour minage
Surveillance-ronde-pilotage	Installation secondaire – voie sèche
Surveillance-ronde-pilotage	Installation tertiaire – voie sèche
Surveillance-ronde-pilotage	Installation quaternaire – voie sèche
Surveillance-ronde-pilotage	Installation primaire – voie humide
Surveillance-ronde-pilotage	Installation secondaire – voie humide
Surveillance-ronde-pilotage	Installation tertiaire – voie humide
Surveillance-ronde-pilotage	Installation quaternaire – voie humide
Maintenance autre	Maintenance en atelier
Maintenance autre	Maintenance d'engins
Maintenance autre	Entretien d'engins
Maintenance primaire	Voie sèche – installation à l'arrêt
Maintenance primaire	Voie sèche – installation en marche
Maintenance primaire	Voie humide – installation à l'arrêt
Maintenance primaire	Voie humide – installation en marche
Maintenance primaire	Débourrage / déblocage – voie sèche
Maintenance primaire	Débourrage / déblocage – voie humide
Maintenance primaire	Nettoyage installation – voie sèche
Maintenance primaire	Nettoyage installation – voie humide

Maintenance secondaire	Voie sèche – installation à l'arrêt
Maintenance secondaire	Voie sèche – installation en marche
Maintenance secondaire	Voie humide – installation à l'arrêt
Maintenance secondaire	Voie humide – installation en marche
Maintenance secondaire	Débourrage / déblocage – voie sèche
Maintenance secondaire	Débourrage / déblocage – voie humide
Maintenance secondaire	Nettoyage installation – voie sèche
Maintenance secondaire	Nettoyage installation – voie humide
Maintenance tertiaire	Voie sèche – installation à l'arrêt
Maintenance tertiaire	Voie sèche – installation en marche
Maintenance tertiaire	Voie humide – installation à l'arrêt
Maintenance tertiaire	Voie humide – installation en marche
Maintenance tertiaire	Débourrage / déblocage – voie sèche
Maintenance tertiaire	Débourrage / déblocage – voie humide
Maintenance tertiaire	Nettoyage installation – voie sèche
Maintenance tertiaire	Nettoyage installation – voie humide
Maintenance quaternaire	Voie sèche – installation à l'arrêt
Maintenance quaternaire	Voie sèche – installation en marche
Maintenance quaternaire	Voie humide – installation à l'arrêt
Maintenance quaternaire	Voie humide – installation en marche
Maintenance quaternaire	Débourrage / déblocage – voie sèche
Maintenance quaternaire	Débourrage / déblocage – voie humide
Maintenance quaternaire	Nettoyage installation – voie sèche

Mes notes

SYNDICAT FRANÇAIS DE
L'INDUSTRIE
CIMENTIÈRE

UNPG
UNION NATIONALE DES
PRODUCTEURS DE GRANULATS