



Carsat Retraite
& Santé
au travail
Rhône-Alpes

Particules Minérales Allongées* & travaux souterrains

Modalités de reconnaissance et de métrologie

Les ouvrages souterrains occupent en région Rhône-Alpes une place importante du fait de la présence de l'arc alpin, de l'existence de nombreux projets de développement de réseaux de communication et de la nécessité de rénover des ouvrages existants. Ces projets font appel à de nombreuses entreprises qui vont contribuer à leur réalisation.

Ces entreprises et leurs salariés sont exposés à des risques professionnels qui sont ceux du BTP mais auxquels s'ajoutent des risques spécifiques (les terrains, les méthodes d'excavation...), tout cela en milieu confiné et exigü.

Le service Prévention des risques professionnels de la Carsat Rhône-Alpes pilote une action régionale dédiée à l'amélioration des conditions de travail en travaux souterrains.

Cette brochure actualisée a pour but d'orienter les acteurs concernés vers les modalités de reconnaissance et de métrologie des Particules Minérales Allongées d'intérêts (PMAi) lors de travaux souterrains.

Jérôme Chardeyron

Ingénieur Conseil Régional



Nota : la loi la loi n° 2016-1088 du 8 août 2016 a rendu obligatoire le repérage Amiante avant Travaux. Aussi, les dispositions contenues dans cette brochure pourront être renforcées, complétées ou/et modifiées à l'issue des publications :

- de l'arrêté d'application relatif aux "Autres immeubles tels que terrains, ouvrages de génie civil et infrastructures de transport" du décret n°2017-899 du 9 mai 2017
- de la norme NF P94-001 relative au repérage de l'amiante dans les sols et roches en place.

* seules les particules minérales allongées dites d'intérêt (selon ANSES¹) sont évoquées dans ce document (voir annexe 1)

¹ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

1. Le contexte

Dans le cadre de son projet d'action régionale "tunnels", la Carsat Rhône-Alpes conduit des actions de prévention des risques professionnels lors de travaux souterrains.

Sur la base de retours d'expériences et de partenariats, des publications ont été éditées afin d'orienter les divers acteurs de ces opérations en matière de sécurité et de santé au travail (consultables sur www.carsat-ra.fr).

Pour compléter ces publications, ce document actualisé selon les recommandations de l'ANSES aborde le risque lié aux particules minérales allongées (PMA) sous l'angle de conseils et de recommandations spécifiques aux reconnaissances géologiques et à la métrologie concernée.

Les PMA concernent les particules minérales ayant un rapport d'allongement supérieur à 3, sans prise en compte de leur caractère asbestiforme ou non asbestiforme.

L'ANSES recommande que la réglementation amiante s'applique aux PMA dites d'intérêt ($L/D > 3$; $L > 5\mu\text{m}$; $D < 3\mu\text{m}$)

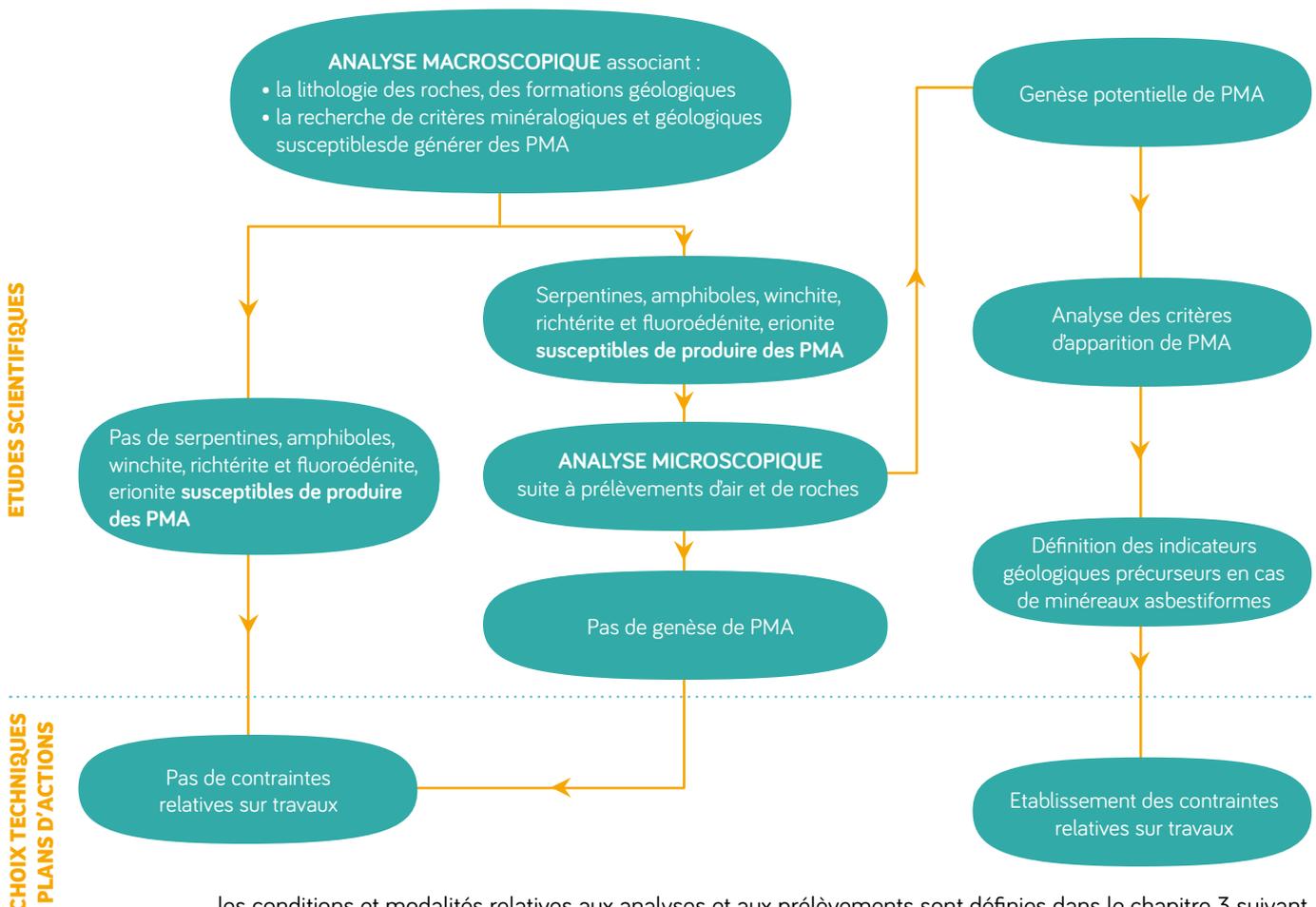
issues, lors de creusements :

- Des 5 amphiboles asbestiformes réglementaires et leurs homologues non asbestiformes (actinolite-amiante/actinolite ; anthophyllite-amiante/anthophyllite ; trémolite-amiante/trémolite ; amosite/grunérite, crocidolite/riébeckite) ;
- De winchite, richtérite et fluoro-édénite, compte tenu des effets sanitaires similaires à ceux de l'amiante mis en évidence pour ces espèces minérales ;
- D'ériionite, classée agent cancérigène pour l'Homme (cat. I) par le CIRC.

Ce document définit un cheminement chronologique afin d'identifier, d'évaluer le risque PMAi puis d'orienter vers d'autres brochures afin de constituer un plan d'actions de prévention professionnelle. Les points clés de ce cheminement sont détaillés dans le logigramme suivant.

Cette brochure vient en complément d'autres brochures relatives aux risques chimiques et à leur prévention, notamment le risque silice cristalline qui doit être pris en compte.

2. Logigramme



les conditions et modalités relatives aux analyses et aux prélèvements sont définies dans le chapitre 3 suivant.

3. Conditions d'analyses et prélèvements

a. Analyses macroscopique et lithologique² des roches, des formations géologiques avec recherche de critères minéralogiques et géologiques

Elles seront effectuées simultanément dès la phase de conception et poursuivies en phases de préparation/réalisation par :

- o une analyse de la carte géologique du BRGM³ et des niveaux d'aléas amiante (si édités), (ne concerne que l'échelle 1/50 000 et non celle du projet)
- o une analyse de l'historique du site (travaux, ouvrages existants, rapports...)
- o des géologues/pétrographes (connaissances en roches magmatiques et roches cristallophylliennes)
- o des forages associés à des prélèvements avec analyses de lames minces au microscope polarisant et à la microsonde électronique.

b. Prélèvements et analyse microscopique (suite à l'analyse macroscopique) :

En attente de protocoles harmonisés qui viendront affiner les démarches relatives, ces prélèvements pourront être effectués simultanément dès la phase de conception et poursuivis en

phases de préparation/réalisation :

- o par analyses de roches au MOLP et au META⁴,
- o et par prélèvements et analyses d'air (possiblement dès la conception dans le cas d'ouvrages existants) ; conformément au guide GA X 46-033 (Stratégie), aux normes NF X 43-269 (Prélèvements individuels) et NF X 43-050 (Prélèvements d'ambiance et Analyses META)

L'intervention d'un opérateur de repérage et d'un organisme accrédités dans le domaine de l'analyse d'amiante naturel (LabRèf 28 et LAB GTA 44) sera également envisagée.

c. Modalités

Ces analyses doivent être mentionnées aux pièces écrites du maître d'œuvre et du coordonnateur SPS (DCE, PGC...).

Un groupe de travail composé du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre, du Coordonnateur SPS, des géologues-pétrographes sera chargé dès la phase de conception d'analyser les résultats, transmis au BRGM pour information.

Ces analyses se poursuivront avec l'entreprise (ou le groupement d'entreprises) lors des travaux dès la phase de préparation.

La détection de PMA conduit directement aux contraintes sur travaux et à un plan d'actions⁵ adapté.

4. Annexes Compléments d'informations

- o Compléments d'informations sur les PMA : **voir annexe 1**
- o Compléments d'informations sur l'amiante : **voir annexe 2**
- o Tableau des variétés minérales asbestiformes et non asbestiformes : **annexe 3**
- o Niveaux d'aléas du BRGM : **voir annexe 4**
- o Indicateurs de précurseurs géologiques de formation amiantifère : **voir annexe 5**

Annexe 1 : compléments d'informations sur les Particules Minérales Allongées

• Dans son rapport d'expertise collective publié en décembre 2015 sur les "Effets sanitaires et identification des fragments de clivage d'amphiboles issus des matériaux de carrières", l'ANSES recommande que le terme de "particules minérales allongées"

(PMA) soit employé pour décrire les particules minérales ayant un rapport d'allongement supérieur à 3, sans tenir compte de leur caractère asbestiforme ou non asbestiforme.

² Analyse lithologique : permet de définir la composition minéralogique des roches

³ Bureau de Recherche Géologique et Minière

⁴ Microscope électronique à transmission analytique

⁵ Voir notamment fiche 20.6 du guide de bonnes pratiques pour la sécurité et la protection de la santé lors de travaux en souterrains (ref : SP1194 téléchargeable sur les sites Carsat et Cetu).

Les PMA peuvent être présentes comme constituant naturel des roches ou être générées sous l'effet de contraintes mécaniques, naturelles ou anthropiques.

Dans le cadre des travaux de l'ANSES, les PMA considérées sont celles susceptibles d'être inhalées ($D < 3 \mu\text{m}$).

Dans son expertise publiée en avril 2017 sur les "Particules minérales allongées - Identification des sources d'émission et proposition de protocoles de caractérisation et de mesures", l'ANSES précise que les PMA issues des espèces minérales : actinolite, anthophyllite, trémolite, amosite/grunérite, crocidolite/riébeckite, fluoro-édénite, winchite, richtérite, ériónite, chrysotile et antigorite, sont dénommées PMA d'intérêt (PMAi).

- Dans l'environnement naturel, de nombreuses roches magmatiques et métamorphiques sont susceptibles de contenir dans leur minéralogie l'une ou l'autre des espèces minérales ciblées. En France, les principaux domaines géologiques dans lesquels des roches contenant l'une ou l'autre des espèces minérales ciblées sont connus ; ils correspondent à la chaîne des Alpes Occidentales et à son prolongement en Corse, aux massifs cristallins externes des Alpes, au Massif Central, aux Vosges, au Massif Armoricaín et à la chaîne des Pyrénées.

Parmi les espèces minérales ciblées, l'actinolite et la trémolite sont les plus fréquemment identifiées en France. Les occurrences de chrysotile et d'antigorite sont fréquentes dans certaines lithologies (serpentinites, et péridotites serpentinisées) mais à l'exception de quelques massifs alpins localisés notamment en Haute-Corse et dans les Alpes occidentales, ces roches ne forment pas de massifs étendus.

- D'après son rapport d'expertise collective d'avril 2017, § 5.3.1 Milieu naturel (matériaux cohérents ou matériaux meubles ou pulvérulents), l'ANSES indique :

Dans le cadre d'une recherche des minéraux ciblés à partir d'échantillons issus du milieu naturel, les paramètres permettant d'orienter l'échantillonnage sont principalement d'ordre géologique. En conséquence, le préleveur en charge de l'échantillonnage doit être compétent en géologie et en mesure de reconnaître et de décrire les caractéristiques pétrographiques et minéralogiques des matériaux étudiés. La mobilisation de ces compétences doit permettre de concentrer les investigations sur les matériaux les plus susceptibles de contenir l'une ou l'autre des espèces minérales ciblées (échantillonnage dirigé). Les principaux éléments géologiques permettant d'orienter l'échantillonnage sont les suivants :

- nature pétrographique des roches présentes ;
- évolution tectonique et métamorphique subie/enregistrée par les roches présentes ;
- existence de zones faillées ;
- présence de plans de faille porteurs de minéraux fibreux ;
- présence de veines renfermant des minéraux fibreux.

- Au titre de la prévention des risques professionnels et conformément aux recommandations émises par l'Anses en 2015, nous recommandons que les interventions menées dans le cadre de tels travaux soient réalisées en appliquant, à visée conservatoire, les préconisations de la réglementation amiante (mesures de protection collective, équipements de protection individuelle, formation des opérateurs, gestion des déchets, etc.) ; ces interventions relevant de la sous-section 4.

Annexe 2 : compléments d'informations sur l'amiante

(Selon rapport BRGM/RP-63657-FR 40 pages, 31 illustrations, 1 annexe)

L'amiante est une substance minérale naturelle qui correspond à plusieurs variétés de silicates fibreux ainsi qu'à tous les mélanges entre ces différents silicates ; voir tableau annexe 3.

La variété fibreuse (asbestiforme) de ces six silicates est réglementée sous le vocable "amiante". Cette liste de six

minéraux, limitée aux seules espèces minéralogiques ayant fait ou faisant encore l'objet d'une exploitation industrielle, constitue une définition commerciale de l'amiante. Le chrysotile constitue à lui seul 90 à 95% de l'amiante produit jusqu'à ce jour, le reste correspondant à des exploitations de crocidolite et d'amosite. En termes de production, l'exploitation des variétés asbestiformes de l'anthophyllite, de la trémolite et de l'actinolite peut donc être considérée comme négligeable.

Annexe 3 : tableau des variétés minérales asbestiformes et non asbestiformes

VARIÉTÉS ASBESTIFORMES (amiante)	FORMULE CHIMIQUE	VARIÉTÉS NON ASBESTIFORMES
GROUPE DE LA SERPENTINE		
Chrysotile (ou amiante blanc)	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Antigorite/Lizardite
GROUPE DES AMPHIBOLES		
Trémolite-amiante	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Trémolite
Actinolite-amiante	$\text{Ca}_2(\text{Mg}_5\text{Fe}_5)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Actinolite
Anthophyllite-amiante	$(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Anthophyllite
Amosite (ou grunérite-amiante ou amiante brun)	$\text{Fe}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Grunérite
Crocidolite (ou riébeckite-amiante ou amiante bleu)	$\text{Na}_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mg})_3\text{Fe}^{3+}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Riebeckite
	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	Fluoro-édénite,
	$(\text{Na},\text{Ca})(\text{Mg},\text{Al})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Winchite,
	$\text{Na}(\text{Na},\text{Ca})\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Richtérite,
GROUPE DES ZÉOLITES - CHABAZITES		
	$(\text{Na}_2,\text{K}_2,\text{Ca},\text{Mg})_4\text{5Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}\cdot 27\text{H}_2\text{O}$	Ériónite

Dans l'environnement naturel, de nombreuses roches possèdent une composition chimique favorable, sous certaines conditions, à la cristallisation de serpentines et/ou d'amphiboles. Toutes ces roches sont donc susceptibles de contenir des formes dérivées fibreuses, parfois asbestiformes, de ces minéraux.

Les minéraux asbestiformes présents dans certaines roches peuvent également être rencontrés dans les sols et dans les sédiments dérivés de l'altération et de l'érosion de ces mêmes roches. La cartographie des formations géologiques potentiellement amiantifères doit donc également s'intéresser et inclure ces produits dérivés dont l'extension en termes de surface peut être importante. Ainsi, l'analyse de l'aléa de présence d'amiante dans l'environnement naturel doit prendre en considération, de manière graduée, les roches-sources, les voies de transfert (aérienne, entraînement par le ruissellement) et les dépôts naturels secondaires (dépôts de sédiments anciens ou actuels, pro parte issus de l'altération et de l'érosion des roches-sources).

Le terme asbestiforme fait référence à une morphologie provenant d'une cristallisation naturelle d'un minéral en cristaux fins, en fibres d'apparence de cheveux (unidimensionnel). Cette morphologie confère au minéral des caractéristiques particulières dont un rapport d'allongement (rapport longueur/diamètre) élevé, des propriétés mécaniques accrues, force, flexibilité et durabilité. Dans la morphologie asbestiforme, les cristaux ont crû en formant des fibres longues et filiformes. Ces fibres sont retrouvées dans des agglomérats pouvant facilement se séparer en plus petites fibres (fibrilles) qui, durant des procédés, maintiennent leurs propriétés de surface et d'activité.

La réglementation actuelle relative aux fibres d'amiante retient les critères dimensionnels de l'OMS (Organisation mondiale de la santé) pour définir une fibre "industrielle" d'amiante respirable :

- Longueur de la fibre $L > 5\mu\text{m}$
- Diamètre de la fibre $D < 3\mu\text{m}$
- Rapport d'allongement $L/D > 3$

Les variétés minérales non asbestiformes ont eu peu de signification commerciale parce qu'elles sont moins solides et moins résistantes. Ces variétés, de même formule chimique que leur correspondant asbestiforme, ne se développent pas de façon unidimensionnelle en longues fibres, mais plutôt de façon bi ou tridimensionnelle, donnant lieu à une morphologie plus massive. Lorsqu'une pression est appliquée, les minéraux non asbestiformes se fracturent facilement en des particules prismatiques, les fragments de clivage, qui résultent de la rupture ou du clivage des particules. Certaines particules sont aciculaires (en forme d'aiguilles) et le clivage en escalier sur les côtés de certaines particules est commun (Srebro and Roggli, 1994). Les particules dans cette morphologie peuvent toutefois correspondre à la définition de fibre respirable ou fibre OMS lorsqu'observées sous un microscope (NIOSH, 2011). La différence se situe donc dans leur processus de cristallisation. En d'autres mots, les fragments de clivage ont la même composition chimique que les fibres correspondantes d'amiante sans en avoir toutes les caractéristiques de dimension (longueur, diamètre et rapport d'allongement), les propriétés chimiques et physiques ou la performance mécanique des fibres asbestiformes.

Annexe 4 : Niveaux d'aléas et limites de la cartographie géologique surfacique (affleurements)

La cartographie de l'aléa amiante environnemental s'inscrit dans le cadre de l'appui du BRGM au MEDDE⁶ dans l'exécution d'études et de travaux relatifs à la prévention des risques liés à l'exposition des populations à l'amiante environnemental naturel. Ces études sont en adéquation avec les objectifs du PNSE 1 (Plan National Santé Environnement), "action 1 : renforcer la prévention et la maîtrise des risques sanitaires liés à l'environnement ; 1.3 prévenir les pathologies d'origine environnementale et notamment les cancers. Réduire les expositions des populations à l'amiante en maintenant la vigilance sur l'application stricte de la réglementation concernant la prévention du risque amiante en milieu de travail et en population générale", objectifs repris par le PNSE 2 "action 1 : réduire les expositions responsables de pathologies à fort impact sur la santé ; 1.5 réduire l'exposition aux cancérigènes d'origine naturelle présents dans l'environnement, amiante naturel".

Les études réalisées par le BRGM s'inscrivent dans un programme national ayant concerné en 2009-2010 trois départements (Haute-Corse, Loire-Atlantique, Savoie) puis, en 2011-2012, deux nouveaux départements (Hautes-Alpes, Isère), ainsi qu'un vaste ensemble géologique correspondant à l'ensemble du Massif armoricain. Le programme 2011-2012 a été mené dans le cadre d'une action d'appui du BRGM à la politique publique (fiche 11POLE02, afférente à la convention MEDDE/DGPR n°2100416133).

Dans leur étude relative au "recensement et au classement des sites naturels amiantifères et des formations géologiques potentiellement amiantifères en France", Dessandier et Spencer (2005) avaient défini 5 classes d'aléa de présence d'amiante dans les formations

géologiques, numérotées de 0 (niveau d'aléa le plus faible) à 4 (niveau d'aléa le plus fort). Cette définition a été reprise dans le rapport de Daniau et al. (2008) relatif à "l'exposition environnementale à l'amiante chez les personnes riveraines d'affleurements de roches amiantifères en France continentale". Dans cette classification, les formations géologiques de type "serpentinites", classiquement porteuses d'amiante, sont dotées d'un aléa 3 ("Forte probabilité de présence de minéraux amiantifères") et les anciennes exploitations et affleurements avérés d'amiante dotés d'un aléa 4 ("Présence avérée de minéraux amiantifères").

Dans le cadre de l'établissement de la première phase de cartographie de l'aléa amiante environnemental en Haute-Corse, Lahondère (2006) proposait la prise en compte de 5 classes d'aléa sensiblement différentes de celles proposées par Dessandier et Spencer (2005).

Les cartographies de l'aléa réalisées en 2010 en Savoie (Blein et al., 2010), en Haute-Corse (Lahondère et al., 2010) et en Loire-Atlantique (Béchenec et al., 2010) ont permis d'adopter d'une manière définitive les niveaux d'aléas relatifs à la présence d'amiante dans les environnements naturels :

- o **aléa 1** : formations géologiques⁷ dans lesquelles aucun indice d'amiante n'est actuellement connu et pour lesquelles la probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères est nulle ou pratiquement nulle ;
- o **aléa 2** : formations géologiques dans lesquelles des occurrences d'amiante très localisées et exceptionnelles sont connues ;
- o **aléa 3** : formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont plus fréquentes mais de façons

⁶Ministère de l'Environnement du Développement Durable et de l'Energie.

⁷Une formation géologique correspond à un ensemble de roches ayant une lithologie bien définie (par exemple dans les terrains cristallins : amphibolite, gneiss acide pauvre en minéraux ferromagnésiens (biotite, amphibole...), granite à biotite, granite leucocrate pauvre en ferromagnésiens, etc.)

localisées et non systématiques ;

o **aléa 4** : formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont très nombreuses et pour lesquelles la probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères est forte.

Notas :

• Limites de la cartographie de l'aléa

La cartographie de l'aléa amiante environnemental réalisée par le BRGM est à l'échelle du 1/50 000. Cette cartographie représente l'aléa pour des formations géologiques (correspondant à des lithologies précises) présentes en surface topographique. Comme toutes cartes géologiques, l'information apportée sur l'aléa concerne un volume en 3 dimensions. Pour traduire cet aléa en profondeur il faut avoir une connaissance géologique et structurale suffisante du secteur afin de dessiner des coupes géologiques et comprendre comment les formations se structurent en profondeur. L'établissement de coupes géologiques est déterminé à partir des données cartographiques disponibles sur la carte géologique (pendage et direction de stratigraphie, de foliation, de faille etc...). Ces données peuvent être complétées soit par des forages disponibles sur infoterre (www.infoterre.brgm.fr), soit par ceux réalisés par le Maître d'ouvrage pour un projet donné.

L'échelle de la cartographie à 1/50 000 apporte des précisions locales, mais en général, la précision n'est pas suffisante à l'échelle d'un projet industriel. L'échelle de la coupe prévisionnelle du projet doit être adaptée aux besoins. Les projets d'importance (ouvrage souterrain du type tunnel) sont en principe accompagnés d'une phase de faisabilité avec la réalisation de forages qui permettent

d'avoir des limites géologiques (failles, limites de formations...) suffisantes en profondeur pour passer en phase de production et réduire au maximum les incertitudes géologiques.

Si ces coupes existent à la précision attendue, la cartographie de l'aléa amiante environnemental évalué en surface par formation géologique peut s'appliquer à ces coupes.

Afin de pouvoir être plus précis, pour un projet donné, sur la définition de l'aléa amiante environnemental, une observation à l'échelle du projet par un géologue/pétrographe expérimenté dans la recherche de minéraux amiantifères est nécessaire. En effet, la définition de l'aléa 1 "probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères nulle ou pratiquement nulle" à l'échelle du 1/50 000 peut être requalifiée pour les travaux par un aléa "ne présentant pas de contraintes particulières pour les travaux vis-à-vis de l'aléa amiante environnemental" si le géologue montre l'absence de minéraux amiantifères à l'échelle du projet pour la formation recoupée. Pour arriver à cette conclusion, des études microscopiques, des analyses par μ -sonde et META peuvent être nécessaires dans certains contextes géologiques (présence d'amphibole par exemple). Ces approches scientifiques sont en effet nécessaires afin de comprendre la genèse potentielle des minéraux amiantifères durant l'histoire géologique (structure et métamorphisme) des formations recoupées.

Il serait important, après avoir bien compris la genèse de ces minéraux amiantifères et leurs critères d'apparition, que le géologue/pétrographe ayant mené l'étude apporte une formation de terrain aux futurs géologues qui suivront les travaux de production.

Annexe 5- Indicateurs de précurseurs géologiques de formation amiantifère

Lorsqu'un aléa amiante environnemental est identifié (aléa 2 par exemple "formations géologiques dans lesquelles des occurrences d'amiante très localisées et exceptionnelles sont connues"), des critères d'apparition peuvent être mis en évidence suite aux travaux du géologue/pétrographe expérimenté durant les phases de reconnaissances de la genèse potentielle des minéraux amiantifères : Retour d'expérience depuis le projet hydroélectrique EDF de Gavet Livet (Isère)

L'étude réalisée (rapport de 2014 ref. RP-63657-FR- O . Blein du BRGM) montre que l'aléa 2 se traduit par un aléa "présentant des contraintes opérationnelles dans la réalisation des travaux". Ces contraintes de travaux doivent être adaptées en fonction des critères géologiques identifiés par le géologue/pétrographe expérimenté sur l'apparition potentielle de minéraux amiantifères.

Dans le cadre de Livet/Gavet, les analyses scientifiques menées montrent que la présence d'amphibole de type hornblende peut générer (ou non) sous certaines conditions des minéraux amiantifères (actinolite amiantifère) durant une rétro-morphose alpine (15 Ma) en lien avec des circulations de fluides hydrothermaux.

La hiérarchisation des conditions nécessaires au développement d'amphiboles aciculaires fibreuses ou asbestiformes dans les formations semblables à celles étudiées sur ce projet est la suivante :

1. Présence d'amphiboles dans les lithologies encaissantes ;
2. Altération par un fluide hydrothermal entraînant une modification de la composition chimique des amphiboles de l'encaissant. Les amphiboles doivent obtenir une composition chimique compatible avec le développement d'une fibre actinolitique asbestiforme ;
3. Développement d'une fracturation permettant une cristallisation dans des fentes ouvertes. L'épidote, présente dans les fentes minéralisées, est un marqueur de l'altération hydrothermale. Ses conditions thermiques de cristallisation sont très proches de celles de l'actinolite.

L'étude géologique préliminaire sur l'aléa amiante environnemental a permis ainsi de définir à partir de la coupe géologique réalisée par EDF à une échelle adaptée à son projet un "aléa amiante environnemental", traduit en terme de contraintes à prendre en compte afin de réaliser les travaux.

Pour plus d'informations

Guide INRS - ED 6142 :

• Travaux en terrain amiantifère. Opérations de génie civil, de bâtiment et de travaux publics.

Rapports ANSES :

- Effets sanitaires et identification des fragments de clivage d'amphiboles issus des matériaux de carrière : décembre 2015
- Particules minérales allongées Identification des sources d'émission et proposition de protocoles de caractérisation et de mesures : avril 2017

Contact

Pascal Sergi

Ingénieur Conseil BTP-pilote de l'action régionale Tunnels de la Carsat Rhône-Alpes. pascal.sergi@carsat-ra.fr

Remerciements à Céline EYPERT-BLAISON de l'INRS et au BRGM pour leurs contributions à la rédaction de cette brochure actualisée.



Carsat Rhône-Alpes
Prévention des Risques Professionnels
26, rue d'Aubigny
69436 Lyon Cedex 03



preventionrp@carsat-ra.fr
04 72 91 96 96



www.carsat-ra.fr
 *@Carsat_RA*
 *Carsat Rhône-Alpes*